

Девойно Игорь Георгиевич

Развертывание технических систем

Диссертационная работа для сертификации по ТРИЗ на высший уровень (Мастер ТРИЗ)

Научный консультант:
Литвин Семен Соломонович,
ТРИЗ Мастер

**Минск
2009**

Оглавление

Оглавление	2
1 Введение.....	3
2 Актуальность темы исследования.....	3
3 Цели исследования.....	4
4 Как «устроена» данная работа	4
4.1 Об особенностях использованной терминологии	5
5 Обзор известных подходов по данной проблеме	6
6 Методы решения поставленной проблемы	9
7 Результаты проведенного исследования.....	10
7.1 Типы функций при развертывании технических систем.....	10
7.2 Функции технической системы, направленные на изделие.....	11
7.2.1 Функции расширения технологического процесса обработки изделия.....	12
7.2.2 Сочетаемые функции	13
7.2.3 Ресурсные функции	15
7.2.4 «Иерархические» функции и потребности человека	16
7.2.5 Маркетинговые функции	19
7.2.6 Введение новых функций – методические аспекты.....	20
7.2.7 Методика.....	21
7.3 Функции вытеснения пользователя из технической системы	22
7.3.1 Уровни выполнения функции	23
7.3.1.1 Полное выполнение действия пользователя.....	23
7.3.1.2 Частичное выполнение функции пользователя.....	25
7.3.2 Операции с информацией	25
7.3.2.1 Информационные функции 2-го уровня	30
7.3.3 Методика.....	32
7.4 Функции взаимодействия с надсистемой	33
7.4.1 Методика.....	37
7.5 Функции борьбы с вредными функциями.	37
7.5.1 Методика.....	42
7.6 Особенности развертывания ТС на различных этапах жизненного цикла технических систем	43
7.7 Определение наборов функциональности технических систем	45
8 Практика применения	48
9 Новизна и личный вклад соискателя	49
10 Выводы и рекомендации по применению	51
11 Список работ автора по теме диссертации.....	52
12 Литература.....	52

1 Введение

Современный технический мир развивается очень интенсивно. Появляются и быстро совершенствуются новые технологии, обеспечивающие бурное развитие, как существующих технических систем, так и появление новых.

Рынок техники становится все многообразнее и насыщеннее.

В этой связи все более актуальным становится вопрос «выживания» технических систем в мире техники, которое сводится к формуле: техническая система «живет» только при условии, что она востребована потребителем. В этом случае ее покупают, а, значит, есть средства на ее воспроизведение и совершенствование. В противном случае техническая система умирает.

Современные технологии способны обеспечить чрезвычайно широкие функциональные возможности любым техническим системам.

В этой связи проблема определения потенциально-возможных функций технических систем, которые будут востребованы потребителем, становится все более важной.

Настоящая работа посвящена исследованию одной из проблем совершенствования техники – разворачиванию функциональности технических систем. В работе проанализированы механизмы нарастания функциональности технических систем и предложены методики формулирования потенциально-возможных востребованных потребителем функций для технических систем.

2 Актуальность темы исследования

Как показано в [6] развитие главной полезной функции технических систем происходит как результат взаимодействия двух противоположных процессов: образования идеальных веществ и разворачивания, которые являются ответом на «претензии внешней среды». Свертывание технических систем рассматривается как процесс образования и развития идеального вещества.

В качестве механизмов образования идеальных веществ могут рассматриваться свертывание технических систем [16, 17] и объединение альтернативных систем [18, 19]. Эти механизмы поддерживаются подробными методиками, которые многократно проверены при решении практических задач и широко используются при совершенствовании технических систем.

Процесс разворачивания (расширения функциональности) технических систем недостаточно изучен. Существующие подходы недостаточно детализированы и поэтому результаты их применения не вполне отвечают критерию повторяемости результатов¹.

Между тем, в связи с высокой функциональной насыщенностью технических систем успешность их продвижения на рынке во многом определяется не только эффективностью выполнения главной функции, но и наличием, и эффективностью выполнения неглавных функций. И зачастую потребители ориентируются на наличие и качество выполнения таких неглавных функций, подразумевая, что главные функции технической системы выполняются по умолчанию качественно и надежно.

В этой связи методики определения функций для технических систем, которые будут востребованы пользователями, становятся все более актуальными.

¹ Результаты применения методики к одному объекту техники различными пользователями должны быть достаточно близкими.

3 Цели исследования

Основными целями исследования являются:

1. Анализ функциональности технических систем.
2. Выявление закономерностей появления новых востребованных функций в технических системах.
3. Разработка методик формулирования новых востребованных функций в технических системах.

Необходимо подчеркнуть, что основной целью работы является выявление закономерностей появления именно потенциально-востребованных потребителем функций технической системы. Дело в том, что любая техническая система может участвовать в выполнении множества функций, из которых лишь часть будет востребована. (Рис. 1).



Рис. 1 Соотношение потенциально-возможных и потенциально-востребованных функций ТС

Выявив поле таких потенциально-востребованных функций, далее можно применять уже известные разработки:

- для выделения из этих функций наиболее привлекательных для пользователя (тех, за которые он готов платить);
- для формирования подборок функций, которые будут реализованы в различных модификациях анализируемой технической системы.

4 Как «устроена» данная работа

В разделе 5 представлен обзор известных подходов по рассматриваемой проблеме. В разделе 6 описаны методы исследования проблемы.

В разделе 7.1 в рамках описания результатов исследования описаны типы функций технических систем.

Для каждого из типов детально описаны механизмы появления функций в разделах 7.2, 7.3, 7.4 и 7.5. И в конце каждого раздела приводится краткая методика (см. также раздел 7.2.6) формулирования функций данного типа.

В разделе 7.6 показаны особенности развертывания технических систем на вспомогательных этапах жизненного цикла технических систем.

В разделе (7.7) описываются подходы к определению наборов функций для классов технических систем.

Последующие разделы касаются практики применения результатов исследования, выводов и рекомендаций.

В конце работы приведен список работ опубликованных автором по теме работы и список литературы по теме.

4.1 Об особенностях использованной терминологии

1. Пользователь и изделие в общем случае являются элементами надсистемы для технической системы. Однако в данной работе эти термины используются как отдельные понятия вследствие их специфики взаимодействия с технической системой. В данном контексте в надсистему входят следующие элементы: природные элементы, люди (не пользователь) и технические системы (искусственно изготовленные системы), окружающие рассматриваемую техническую систему.

2. Изделие - объект, для обработки которого изготавливается техническая система. В данной работе понятие «изделие», «обрабатываемый объект» эквивалентны.

3. В данной работе во всех разделах используется термин «пользователь», под которым подразумевает субъект, который использует (управляет, обслуживает, транспортирует и т. д.) анализируемую техническую систему на разных этапах ее жизненного цикла.

Следует понимать, что в общем случае в качестве пользователя могут выступать как конкретные люди, так и организации и технические системы. Иногда для различных классов пользователей значимыми являются различные параметры технической системы, что должно быть учтено при оценке параметров функций.

Кроме того, роль пользователей на разных этапах жизненного цикла технической системы могут выполнять различные люди. На этапе эксплуатации – это может быть непосредственно владелец (или оператор) технической системы, на этапе ремонта и обслуживания – мастер по обслуживанию и т. д.

4. В данной работе идет речь в основном о «внешних» функциях технической системы, то есть о тех, которые направлены из технической системы вовне или о тех, которые какие-то субъекты функции выполняют над анализируемой технической системой.

5. Часть функций, которые появляются в технической системе при ее развертывании, ранее выполняли либо элементы надсистемы, либо пользователь. То есть развертывание технической системы происходит за счет переноса функций извне на техническую систему. Этот процесс можно рассматривать как свертывание функций из надсистемы.

Но функции, уже перенесенные из надсистемы на техническую систему, также на определенном этапе методики подлежат свертыванию. Поэтому, чтобы не смешивать эти два вида свертывания, в данной работе будет говориться о переносе функций из надсистемы или «принятии технической системой каких-то функций на себя» без упоминания свертывания.

А под свертыванием функций будет подразумеваться свертывание эти уже «перенесенных на техническую систему» или «принятых технической системой на себя» функций.

6. В данной работе для краткости используется термин «свертывание функций». Безусловно, под этим термином понимается свертывание тех компонентов технической, которые выполняют или должны выполнять эти функции.

5 Обзор известных подходов по данной проблеме

Одной из первых конструктивных идей в ТРИЗ, касающихся расширения функциональности технических систем, явился закон перехода в надсистему [29]. Среди механизмов такого перехода рассматривается и развертывание технических систем по линии «моно- би- поли-» (см., например, [30, 31]). В описании этой закономерности показаны некоторые элементы методики формулирования функций.

Би- и поли- системы бывают:

- однородными, в которых совмещается несколько систем, выполняющих идентичные функции, что приводит к пропорциональному увеличению главной функции;
- неоднородными со сдвинутыми характеристиками, в которых совмещается несколько систем, выполняющих похожие (чаще всего по принципу действия) функции, что ведет к расширению «диапазона» величин параметров главной функции и делает систему более универсальной;
- неоднородными многофункциональными, в которых совмещается несколько систем, выполняющих различные функции, что увеличивает универсальность системы;
- инверсные, в которых совмещается несколько систем, выполняющих противоположные функции, что также увеличивает универсальность системы.

Такой уровень описания функций не является настолько детализированным, чтобы можно было однозначно формулировать наборы функций технических систем.

В работах [22, 26] говорится: о том, что для укомплектования полной минимально работоспособной ТС необходимо учитывать в том числе и технологический процесс выполнения полезной функции. Это замечание дает некоторую подсказку на то, какого рода функции могут выполняться техническими системами.

В работе [25] описана методика переноса функциональности технической системы из ведущей отрасли техники на совершенствуемую техническую систему. Хотя такая методика в основном предназначена для поиска или изменения принципа действия при выполнении функций технической системы, но отчасти предполагает и формулирование новых функций технической системы.

В работе [6] рассмотрена модель эволюции технических систем - «бегущая волна идеализации». Под действием претензий внешней среды развитие технических систем происходит как результат одновременного свертывания и развертывания технических систем. Механизм «моно- би- поли-» рассматривается как механизм развертывания.

Также важной конструктивной идеей в ТРИЗ, касающихся изменения функциональности технических систем является закон полноты частей системы [28], который в некоторых работах интерпретируется как закон повышения полноты частей системы [27], или даже как закон вытеснения человека из системы.

Формулировки этого закона указывают на чрезвычайно важный источник появления новых функций в технических системах – выполнение технической системой тех функций, которые раньше выполнял сам пользователь.

Расширение функциональности технических систем можно рассматривать и с точки зрения удовлетворения потребностей человека. Ведь полезность технических систем и заключается в том, что они прямо или косвенно удовлетворяют потребности человека. В этом случае функции технических систем должны быть направлены на удовлетворение потребностей человека. А отсюда

просматривается также достаточно конструктивный подход для определения функциональности, связанный с формулированием потребностей. Определение потребностей может основываться на теории базовых потребностей Маслоу (Maslow) [7] и законе развития потребностей, сформулированным В. М. Петровым [20]. Однако и в этом случае необходима более детальная разработка подходов к определению такого рода функций.

В работе [23] и сделана попытка определения функциональности технических систем с точки зрения удовлетворения потребностей человека. Предложен набор категорий потребностей, построена матрица и рассмотрены возможности сочетания потребностей. Высказана очень важная гипотеза, что «...машине «выгоднее» занять новыми поколениями «строки» а не «столбцы»². Переход в направлении столбцов всегда связан со сменой принципа, а, значит, с затратами инновационных процессов – появление нового товара на рынке требует дополнительных затрат на продвижение...». То есть в данной гипотезе подчеркивается экономический аспект появления новых функций. Дополнительные затраты на новые функции в конечном итоге определяют цену продукта, а соотношение цены и ценности функции в конечном итоге определяет и сбыт системы. Однако в данной работе не учитывается то, что для одной и той же технической системы должны быть применены различные приоритеты потребностей в зависимости от того, для какой надсистемы эта техническая система спроектирована. Кроме того, большинство технических систем не удовлетворяют потребности напрямую.

Оригинальный подход, в определенной степени перекликающийся с удовлетворением потребностей, используется в методе Kansei engineering [8,9]., который был разработан профессором Намагачи (Mitsuo Nagamachi) в компании Mazda Motor Co. Этот метод предусматривает «перевод» ощущений и впечатлений в параметры изделия. То есть для изделия формулируется его образ (например, агрессивность). Затем определяются конкретные параметры (аудио, тактильные, визуальные и пр.), которые должны создавать этот образ. Таким образом, в техническую систему вводятся новые функции, удовлетворяющие определенные потребности, связанные с первоначально заданным образом. Очевидно, что такой подход имеет право на существование, но его недостатком является некоторая односторонность: рассматривается введение только одного довольно узкого класса новых функций.

Проблема определения потребностей человека, которые должны быть удовлетворены, не такая простая, как кажется на первый взгляд. Понять, что же хочет потребитель, очень непросто. В методике Quality Function Deployment (QFD) этой проблеме уделяется самое серьезное внимание. Даже введен специальный термин - (voice of customer) [11] и существуют специальные процедуры вербализации потребностей конечных пользователей товаров.

Одним из подходов анализа потребностей является изучение мнения «фокус-групп». При этом подходе выделяется группы людей – типовых потенциальных потребителей изделия. С помощью опросов или анкетирования выявляется отношение членов «фокус-групп», к товару или к той или иной функциональности. Нужно отметить, что мнения исследователей относительно эффективности такого подхода значительно различаются. Часть исследователей считает добытую таким образом информацию достоверной, а часть считает, что такая информация может быть значительно искажена из-за того, что члены фокус-групп находятся под «давлением» интервьюеров.

Более точным методом считается использование gemba. Gemba, в переводе с японского, – место, где может быть найдена правда. А практически это означает, что исследование потребителей должно проводиться именно в тех условиях, в которых и используется изделие.

И даже при таком подходе проблема извлечения достоверной информации о реальных потребностях потребителей остается актуальной. Методом простого опроса трудно добыть полную информацию, так как потребитель зачастую не знает и не может знать все возможности изделия.

² В данной работе в столбце матрицы указана главная потребность, а в строке – вспомогательная. Продвижение по строкам таблицы предполагает удовлетворение дополнительных потребностей.

В работах профессора Кано (Noriaki Kano) [10] приводится классификация функций технических систем с точки зрения ожиданий потребителя. Он предложил особую методику опроса потребителей, при которой можно достаточно четко оценить их отношение к той или иной функциональности технической системы. В соответствии с его подходом функции технической системы можно разделить на 3 группы (Рис. 2):

Базовые функции - те, наличие которых потребитель считает обязательным, т.е. "само собой разумеющимся фактом". Как видно из графика для этих даже при их полной реализации нельзя добиться полного удовлетворения потребителя. Зато их отсутствие резко снижает степень удовлетворенности потребителя.

Требуемые функции - те, которые определяют основную функциональность продукта. Они показывают, насколько продукт соответствует тому, что было задумано. Количество и качество выполнения таких функций напрямую связано с уровнем удовлетворения потребителя.

Неожиданные функции - это неожиданные для потребителя функции предлагаемого ему продукта.

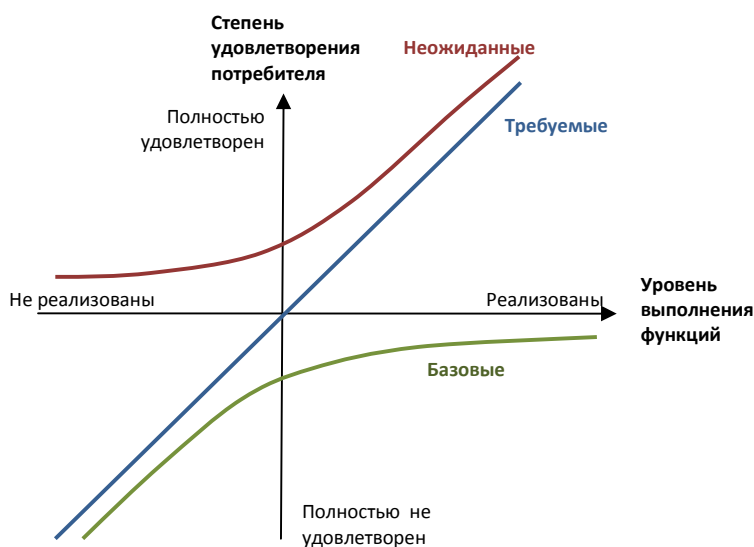


Рис. 2 Диаграмма Кано

На базе этого подхода разработаны специальные анкеты, с помощью которых можно определить принадлежность той или иной функции к определенной группе.

Существенным выводом, который следует из методики Кано, является то, что существуют большие классы функций, о которых пользователь чаще всего не будет говорить, если его попросят описать требуемую функциональность технических систем.

К примеру, пользователь может не упоминать «базовые» функции, так как он считает их наличие само собой разумеющимся. А главное, маловероятно, что пользователь может описать «неожиданные» функции, так как он зачастую даже и предположить не может возможность появления таких функций в изделии. Между тем, эти самые неожиданные функции и могут быть наиболее ценными с точки зрения привлекательности для потребителя.

Понятно, что существенной проблемой при использовании метода Кано является формирование списков функций, которые должны быть предложены потенциальным потребителям технической системы для оценки. Эта проблема в методе Кано не решена.

Этот же вывод о ненадежности оценок, основанных на «Voice of customer» - «голосе потребителя» подтверждают и работы [35, 36]: пользователь ничего не может сказать о той функциональности, которой он не владеет. И с этой точки зрения для новых товаров и функций речь может идти уже не о «голосе потребителя», а о «голосе продукта».

В работе [15] описаны виды многофункциональности технических систем в контексте времени выполнения функций и объектов функций. Также приведены способы трансформации технических систем, объединенные в группы («интеграция как «высший» вид объединения», «трансформация» и «от взаимосвязей, взаимодействий, условий, свойств и ресурсов - к функциям»). Описаны тенденции увеличения многофункциональности. Однако в данной работе использован описательный подход к проблеме многофункциональности, отвечающий в основном на вопрос, какими преобразованиями технических систем достигается многофункциональность. Между тем, ответ на главные вопросы - какая функциональность необходима в технических системах и зачем вводятся новые функции - остался не вполне раскрытым.

Еще один подход, относящийся к обеспечению функциональности технических систем, представляют дисциплины, изучающие взаимодействие человека и технической системы. К таким дисциплинам относятся человеко-машинный интерфейс, эргономика и удобство эксплуатации (usability) – [12, 13, 14].

В этих дисциплинах, во-первых, рассматривается комфортность и эффективность работы пользователя технических систем с точки зрения удобства пользования технической системой и легкости управления. Значительное внимание уделяется легкости понимания того, как управлять устройством, процессам восприятия информации. С этой точки зрения концепция вытеснения человека из технической системы находит свое подтверждение, и разрабатываются конкретные рекомендации по проектированию этой части функциональности технических систем.

Проведенный анализ работ показал, что развертыванию технических систем уделяется определенное внимание. Однако уровень исследований и их детализация недостаточны для разработки методик развертывания технических систем.

Вышесказанное дает основание считать, что проблема функционального наполнения технических систем нуждается в более детальном анализе.

6 Методы решения поставленной проблемы

При анализе развертывания технических систем применялись параллельно дедукционные и индукционные подходы.

Первоначально были выдвинуты предварительные гипотезы, касающиеся источников (причин) появления новых функций.

Для подтверждения или опровержения гипотез производился сбор картотеки. Собирались данные о функциях технических систем. Источниками данных были каталоги техники, обзоры новинок технических систем, подборки патентов.

Особенностью подбора записей в картотеку являлось то, что больший приоритет при анализе придавался функциям, реально внедренным в технические системы и присутствующим на рынке, а не существующим только в виде описаний в патентных документах. Предполагалось, что в патентных фондах содержится большое количество решений, которые никогда (по различным причинам) не будут внедрены. И их учет при исследовании мог породить системные ошибки в исследовании.

При анализе картотеки производилась классификация функций. Проверялись выдвинутые предварительные гипотезы. Выявлялись функции, которые не укладывались в эти гипотезы, и, соответственно, формулировались новые гипотезы, уточнялась классификация.

При анализе выполняемых функций технических систем, анализировались не только способы имплементации функций в технических системах, но и глубинные причины их появления. Понимание корневой причины появления того или иного типа функций в технических системах, позволило понять закономерности их появления и обеспечило возможность разработки достаточно адекватной и надежной методики их прогнозирования.

7 Результаты проведенного исследования

7.1 Типы функций при развертывании технических систем

Анализ многообразия функций, выполняемых техническими системами, показал, что классификация верхнего уровня, наиболее адекватно описывающая их предназначение, может быть осуществлена по признаку того, какие внешние взаимодействия технической системы рассматриваются.

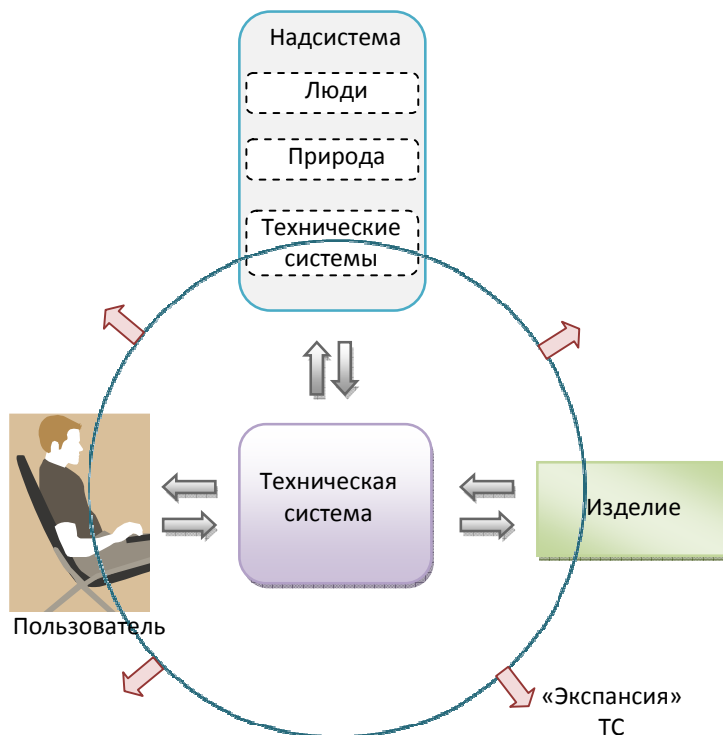


Рис. 3 Экспансия технической системы

Техническая система взаимодействует с изделием, пользователем и надсистемой (частями которой являются природные элементы, люди (не пользователь) и технические системы) - Рис. 3.

Соответственно, развертывание технических систем – это «экспансия» их в области взаимодействия с изделиями, надсистемой и пользователем.

В результате проведенного анализа сформулированы следующие типы функций, появляющиеся при развертывании технических систем.

1. Функции, направленные на изделие:
 - a. увеличение количества действий над изделием
 - b. увеличение количества обрабатываемых изделий.
2. Функции вытеснения человека из технической системы.
3. Функции взаимодействия с надсистемой
4. Функции борьбы с вредными функциями.

Каждый рассматриваемый тип функций, по сути, определяет закономерность развертывания технических систем. Ниже данные типы функции рассмотрены более детально.

7.2 Функции технической системы, направленные на изделие

Закономерность состоит в увеличении количества действий, выполняемых технической системой над изделием и увеличении количества обрабатываемых изделий (Рис. 4).

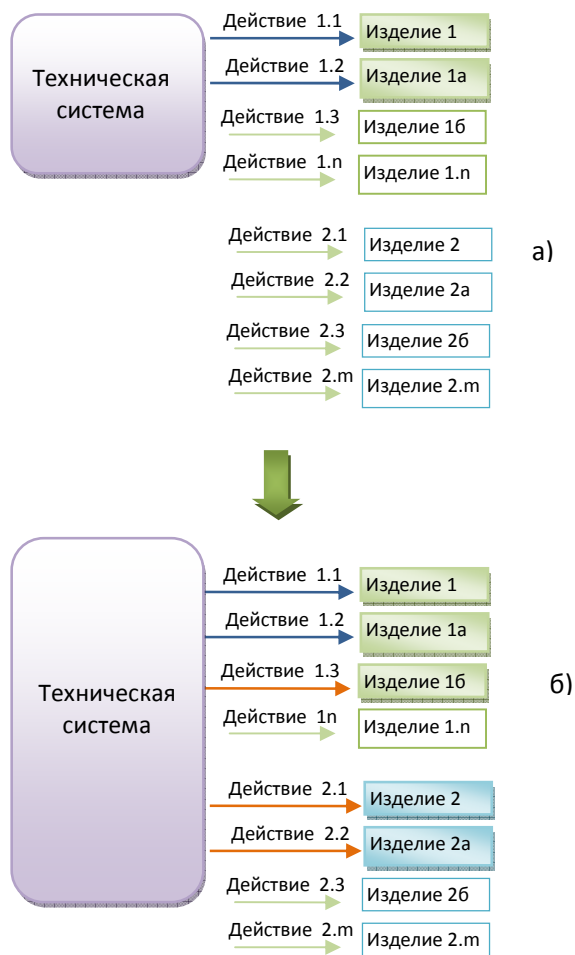


Рис. 4 обработка большого количества изделий.

На Рис. 4, а) техническая система выполняла над изделием 1 действия 1.1 и 1.2, в результате выполнения которых изделие переходило из состояния 1 в состояние 1а. Далее изделие 1 подвергается дальнейшей обработке (функции 1.3...1.n). Кроме того, есть изделие 2, которое подвергается обработке, но техническая система 1 никаких действий над ним не выполняет.

В соответствии с описываемой закономерностью техническая система начинает выполнять больше действий над изделием 1 (действие 1.3 (Рис. 4, б), переводящая изделие в состояние 1б), а также увеличивает количество обрабатываемых изделий (функции 2.1 и 2.2 направлены на обработку изделия 2).

Рассмотрим более подробно функции, которые выполняет техническая система над изделием или изделиями.

7.2.1 Функции расширения технологического процесса обработки изделия

Техническая система выполняет над изделием одно или несколько действий. Но чаще всего эти действия являются лишь частью тех действий или «операций» которые необходимо выполнить над изделием, чтобы привести его в желаемое конечное состояние.

Техническая система часто «принимает на себя» выполнение функций тех операций технологического процесса обработки изделия, которые она ранее не выполняла.

Востребованность таких функций обусловлена тем, что все эти функции в любом случае должны быть выполнены, чтобы получить окончательно обработанное изделие. Выполнение таких функций с помощью одной технической системы, снижает часть затрат пользователя.

Пример 7.2-1

Паяльник традиционно выполняет несколько функций над изделием: нагрев, удаление окисла, нанесение припоя. Между тем, над этим изделием (например, контактом) выполняется еще ряд технологических операций: очистка, изгиб, охлаждение после пайки, очистка, покрытие защитным лаком и т. д. Часть из этих операций может быть перенесена на паяльник.

Пример 7.2-2

Развитие множительной техники дает хороший пример увеличения количества выполняемых операций. В простейших копирах над изделием – бумагой - выполнялась одна функция: сделать копию одной страницы.

При развитии этой технической системы появились устройства, которые обеспечивали автоматическую изготовление копий многостраничных документов, раскладывание скопированных страниц на экземпляры, брошюровку и т. д.

Следующим шагом стало появление цифровых типографий (Рис. 5), которые могут выполнять еще больше функций: печатание динамических данных, обрезка листов, переплет и пр.

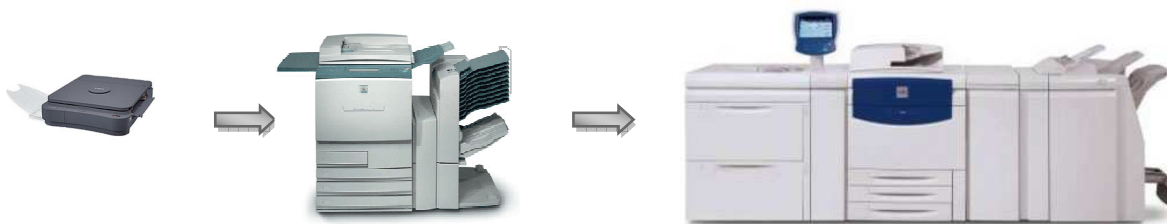


Рис. 5 Копировальная техника: настольный копир, офисный ксерокс, цифровая типография

Следует отметить, что введение функций расширения технологического процесса часто приводит к повышению специализации технической системы, что может сужать область применения технической системы. Поэтому при введении таких функций нужно находить компромисс между универсализацией и специализацией.

Пример 7.2-3

При помощи мясорубки можно измельчать практически любые продукты: мясо, фрукты, овощи и т. д. Если рассматривать функцию измельчения мяса (для превращения его в фарш), как часть технологического процесса изготовления пельменей, то в техническую систему можно ввести функции дозирования фарша, дозирования теста, раскатывания теста, формирования пельменя. В результате получается автомат для изготовления пельменей (Рис. 6). Понятно, что универсальность такого устройства значительно ниже, чем исходной технической системы.



Рис. 6 Введение функций технологического процесса в мясорубку

Зачастую данный тип функций предполагает увеличение количества обрабатываемых изделий. Это происходит в тех случаях, когда в технологический процесс вовлечено несколько изделий.

Пример 7.2-4

Так в описанном выше примере мясорубка (если она используется для приготовления фарша для пельменей) обрабатывает одно изделие - мясо. А автомат для изготовления пельменей (Рис. 6) – как минимум два изделия: мясо и тесто.

7.2.2 Сочетаемые функции

Техническая система предполагает выполнение своих действий над изделием в рамках определенной надсистемы. Достаточно часто в этой же надсистеме пользователь выполняет и другие действия (вручную или с помощью других технических систем). Объектом этих функций может быть как изделие, обрабатываемое технической системой, так и другие изделия.

Такие функции называются сочетаемыми, и их выполнение также может на себя принимать техническая система.

Как и в предыдущем случае востребованность таких функций обусловлена тем, что их приходится все равно приходится выполнять потребителю. Выполнение их технической системой снижает часть его затрат и повышает удобство пользования .

Пример 7.2-5

Диктофон предназначен для записывания звуков. Между тем, иногда возникает необходимость делать и «рукописные» пометки. Поэтому диктофоны часто сочетают с бумажными органайзерами.

Пример 7.2-6

Барометр информирует потребителя о величине атмосферного давления. При этом потребитель часто хочет знать величину не только этого параметра, но еще и температуру, и влажность воздуха, а иногда тренд их изменения. Поэтому есть тенденция превращения «барометров» в домашние метеостанции, которые информируют пользователя о наборе параметров, связанных с погодой. Примером может быть бытовая цифровая метеостанция фирмы Termometerfabriken Viking A (Рис. 7).

Среди функций метеостанции:

- анимированный символьный прогноз погоды на 12-24 часа (солнечно, переменно, облачно, дождь, ливень);
- измерение влажности;
- указатель тенденции изменения атмосферного давления (растет, не меняется, падает);
- график изменения атмосферного давления;
- индикатор точной температуры и влажности в помещении;
- индикатор уровня комфортности (комфортно, влажно, сухо) и еще десятки функций...



Рис. 7 Цифровая метеостанция фирмы Termometerfabriken Viking A

К сочетаемым функциям можно отнести и те, которые определяются в классификации би-систем как «инверсные». В нашем случае в качестве инверсной системы (по отношению к исходной) можно определить такую систему, функция которой меняет параметры изделия в направлении, обратном относительно из изменения посредством основной функции.

Пример 7.2-7

Если функцией компрессора является функция «сжимать воздух», то это значит - увеличивать параметр «давление». Соответственно, инверсная функция должна уменьшать параметр «давление», то есть создавать разрежение.

Аналогично, если функция паяльника наносить припой, то инверсная функция будет связана с удалением припоя.

При этом инверсная функция может выполняться с самыми различными принципами действия.

Пример 7.2-8

К примеру, если шариковая ручка выполняет функцию «оставлять след», то инверсная функция – «удалять след» - может выполняться либо обесцвечиванием нанесенной пасты, либо удалением слоя бумаги, либо еще каким-то способом.

Хочется подчеркнуть, что наборы сочетаемых функций существенно зависят от той надсистемы, в рамках которой эксплуатируется техническая система. То есть в рамках разных надсистемных ситуаций наборы сочетаемых функций отличаются.

Пример 7.2-9

Нож для туристов. При путешествиях турист выполняет много «туристических» функций, определение сторон света, ловля рыбы, разведение костра и пр. Поэтому нож для туриста может иметь компас, быть приспособлен для хранения рыболовных крючков или спичек, выполнять функцию зажигалки и пр.

Нож-штык для автомата имеет пилку для дерева, вместе с ножнами может быть использован для перекусывания проволоки.

7.2.3 Ресурсные функции

Техническая система обладает набором вещественных и энергетических ресурсов. А раз эти ресурсы существуют, то они часто задействуются для выполнения новых функций технической системы на тех этапах жизненного цикла, на которых ранее не предусматривалось выполнение главной функции технической системы (см. раздел 7.6).

В этом случае эти вновь выполняемые функции могут оказаться достаточно далекими от исходной, а иногда и использоваться в отличных от исходной надсистемах.

Востребованность таких функций обусловлена тем, что потребитель с помощью технической системы снижает часть своих затрат и расширяет долю этапа эксплуатации технической системы в рамках всего жизненного цикла ТС.

Пример 7.2-10

Пылесос для выполнения основной функции - удаления пыли - использует всасывание потока воздуха. На выходе у него – очищенный поток воздуха. Эти ресурсы могут быть использованы для выполнения и новых функций над другими изделиями. К таким функциям относятся: создание разрежения в бытовых мешках для вакуумной упаковки, распыление жидкостей (красок) и пр.

Пример 7.2-11

Цифровые фоторамки - воспроизводят информацию - показывают фотографии и обычно расположены в месте, удобном для рассматривания фотографий. А какая еще информация часто нужна потребителю? Дата, время. Именно поэтому функции показа даты и времени стали встраиваться в фоторамки практически всеми их производителями. Как отмечалось выше функция показа времени и даты используется на этапе хранения фоторамки, который первоначально не был задействован для выполнения полезных функций.

Преимущественно в «ресурсных» функциях используются ресурсы, связанные с энергетическими и вещественными ресурсами, обеспечивающими выполнение главной функции ТС.

Обычно к ресурсным функциям относятся те, которые определяются в классификации би-поли-систем как «системы со сдвинутыми характеристиками». В таких системах предполагается использование одних и тех же ресурсов.

При введении ресурсных функций, которые используются в новых надсистемах, существуют ограничения исходной технической системы на применение ее в новой надсистеме. Возможные по наличию ресурсов функции могут наталкиваться на ограничения, например, по безопасности, комфорту и т. д. Если проблемы, связанные с ограничениями, не решены, то и вопрос о внедрении таких функций в техническую систему может быть закрыт.

Пример 7.2-12

Гипотетически попытаемся ввести функцию опрыскивания растений в садах с помощью бытового пылесоса. Бытовой пылесос проектируется для работы в помещениях. Если же «переносить» его в «сады», то придется преодолевать ограничения, связанные с электробезопасностью, удобством перемещения пылесоса и сосуда с распыляемым раствором, подводом электроэнергии к пылесосу вдали от источников энергии и пр.

7.2.4 «Иерархические» функции и потребности человека

При выполнении технической системой функций (действий над изделием) достигается определенный набор результатов³ (результаты 1, 2...n на Рис. 8) – желаемых изменений параметров изделия.

Эти результаты нужны для достижения результатов следующего иерархического уровня результатов. Таких уровней в общем случае может быть несколько.

На самом высоком уровне иерархии расположен уровень потребностей человека, которые удовлетворяются (или могут быть удовлетворены) при помощи технической системы.

В данных рассуждениях предполагается, что результат выполнения функции не обязательно напрямую удовлетворяет определенную потребность человека. Результат функции «кроить ткань» сам по себе не приводит к удовлетворению какой-либо потребности человека - у человека обычно нет потребности в раскройке ткани.

Но этот достигаемый результат через цепочку результатов из нескольких уровней иерархии связан с удовлетворением определенных потребностей человека: из раскроенной ткани изготавливается одежда, которая удовлетворяет как эстетическую потребность, так и потребности в безопасности и комфорте.

³ Любая функция (как считается в ФСА) – это расплата за неумение достигать результата без выполнения функции. Пользователю нужен не процесс выполнения функции, а ее результат – желаемое изменение параметров изделия.

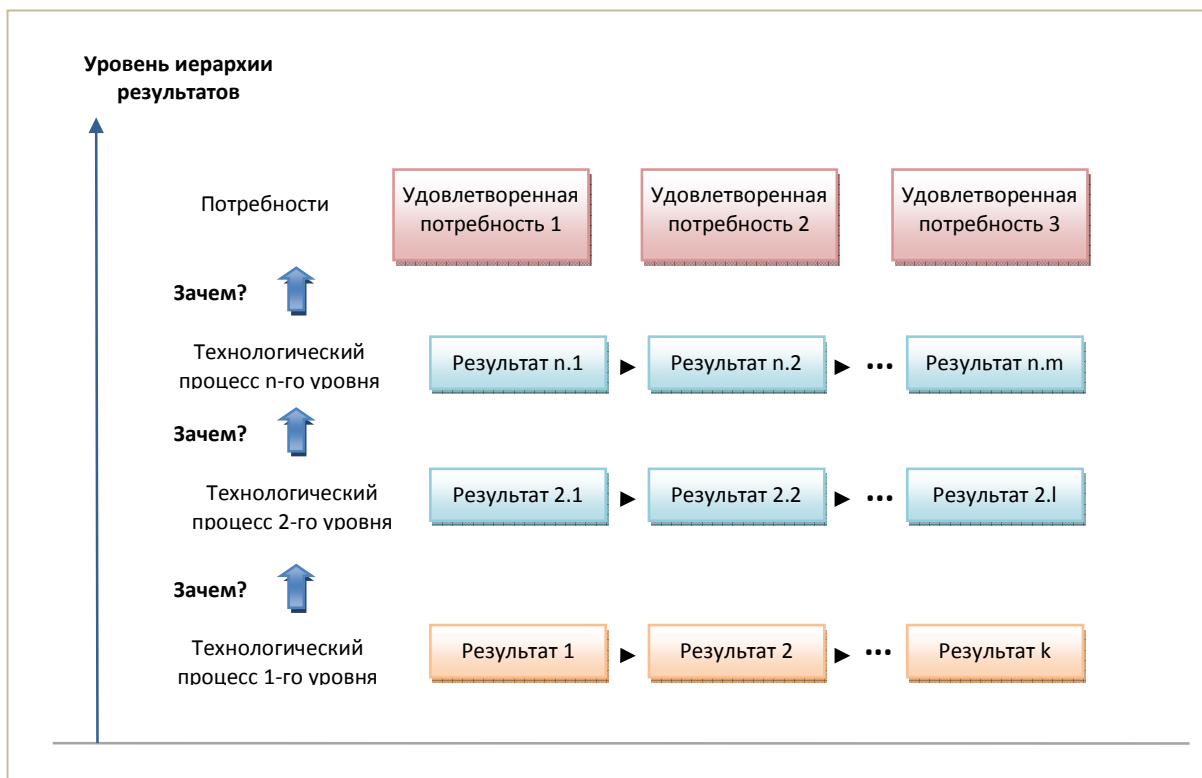


Рис. 8 Соотношение результатов выполнения функций и потребностей.

В технические системы часто включаются такие функции, которые предназначены для достижения результатов из нескольких иерархических уровней.

Пример 7.2-13

Электродрель предназначена для изготовления отверстий (предположим, в стене). Изготовление отверстия – часть технологического процесса обработки стены (разметка, сверление...). Эти результаты достигаются для того, чтобы закрепить шуруп в стене.

Закрепление шурупа в стене, это процесс следующего иерархического уровня достигаемых результатов. Поэтому некоторые конструкции дрелей предусматривают возможность не только изготовления отверстий, но и завинчивания шурупов, нарезания резьбы и т. д. (Рис. 9).



Рис. 9 Дрель-шуруповерт

А если в иерархии результатов выполнения функции верхним уровнем является потребность, то логично, что технические системы включают и функции прямого удовлетворения различных потребностей человека. В список таких потребностей включаются не только потребности, связанные с главной функцией ТС, но и другие.

Пример 7.2-14

Кондиционеры LG ArtCool Panel фирмы LG помимо выполнения основной функции – охлаждения или нагрева воздуха - выполняют и функцию удовлетворения эстетической потребности человека: их лицевая панель приспособлена для размещения изображений (Рис. 10). Такой кондиционер служит хорошим элементом интерьера.



Рис. 10 Кондиционер LG ArtCool Panel

Пример 7.2-15

В дисциплине, которая называется «Промышленный дизайн» [32, 33] всегда особое внимание уделяется эстетической стороне изделия. То есть прямому удовлетворению эстетической потребности человека.

Пример 7.2-16

Если же продолжить тему кондиционеров, то во многих современных моделях кондиционеров предусмотрена функция ионизации воздуха. Эта функция направлена на удовлетворение потребности человека быть здоровым.

Из сказанного можно сделать очень важный вывод: если человек и не является объектом главной полезной функции технической системы, то при развертывании функциональности технической системы сам человек может стать одним из обрабатываемых «изделий» (Рис. 11) , что увеличивает количество изделий, обрабатываемых технической системой.

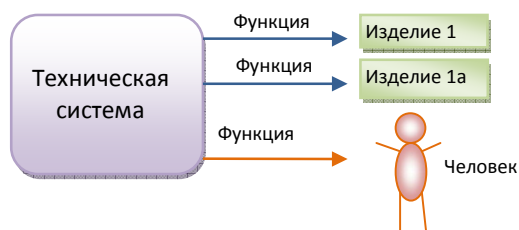


Рис. 11 Воздействие технической системы на человека

А какие конкретно «люди», являются объектом таких функций? Прежде всего, это тот человек, который всегда рядом с технической системой – пользователь. От того насколько комфортно он чувствует себя во многом зависит и эффективность управления технической системой, а значит и эффективность его работы.

Также в качестве обрабатываемых объектов могут быть и любые люди, оказывающиеся «в зоне досягаемости» технической системы. То есть те, на кого техническая система может оказать какое-либо воздействие.

Пример 7.2-17

В примере о кондиционере LG ArtCool Panel (Рис. 10) красивая картинка направлена на удовлетворение эстетической потребности всех людей, которые могут видеть эту картинку.

«Иерархические» функции должны отвечать условию сочетаемости: в рамках различных надсистем иерархии результатов и, соответственно, удовлетворяемые потребности могут сильно различаться.

Пример 7.2-18

В рассматриваемом выше примере предполагается, что кондиционер и используется в надсистеме «офис» или «квартира». Поэтому удовлетворение эстетической потребности в таких условиях важно. Если предполагается использовать кондиционер в темных складских помещениях, в которых нечасто бывают люди, то эстетическая функция и функция ионизации воздуха будут неактуальными.

Востребованность «иерархических» функций обусловлена тем, что их приходится выполнять пользователю. Выполнение их технической системой снижает часть его затрат и повышает удобство.

А востребованность функций, направленных на прямое удовлетворение потребностей человека, связана с самой их сущностью – они приносят именно тот результат, который актуален для потребителя. И в этом их ценность. И поэтому при проектировании технических систем такие функции очень выгодны.

Их введение значительно повышают конкурентоспособность: при прочих равных характеристиках, техническая система, в которой предусмотрены такого рода функции, получает преимущества на рынке за счет увеличения интереса к ней потребителей.

7.2.5 Маркетинговые функции

Если объектом воздействия технической системы становятся, как уже сказано, люди, на которых техническая система может оказать определенное влияние, то эта особенность достаточно часто используется, чтобы привлечь внимание людей к этой технической системе как к товару. Такого рода функции можно назвать маркетинговыми.

Функции данного вида в какой-то мере близки к предыдущей группе, так как имеют отношение к потребностям человека. Особенность этих функций заключается в таком специальном воздействии на потребителя (чаще всего эти функции - информационные), чтобы возбудить у него интерес к технической системе.

Их основная цель - информировать человека. Достаточно стандартный способ довести такую информацию до человека, это просто поместить ее в виде надписи или пиктограммы на упаковку или само изделие, что и делается очень часто для изделий бытового назначения.

К маркетинговым функциям относится и помещение логотипа или названия фирмы на изделие. Если у пользователя уже сформирован какое-то мнение о товарах определенной фирмы (а производители изделий стараются сделать так, чтобы это мнение было позитивным и для этого выполняют определенные маркетинговые действия), то вид узнаваемого логотипа также стимулирует интерес потребителя к изделию.

Конечно, хорошо, когда пользователь узнает о новой функции из значка или надписи. Но наиболее эффективный способ привлечения внимания – продемонстрировать наличие или проявление новой функции (или ее эффективность и привлекательность) таким образом, чтобы потенциальный покупатель наглядно увидел и оценил преимущества новой функциональности технической системы.

Пример 7.2-19

В свое время появилась идея использовать в подошвах кроссовок полости, заполненные воздухом под давлением. Такие подошвы обеспечивают хороший уровень комфорта: при ходьбе подошвы приятно пружинят, равномерно распределяют давление при попадании под подошву неровностей и т. д. Многие фирмы-производители применили это новшество в своей продукции. Однако фирма «Nike» первая предложила ввести в боковину подошвы прозрачные вставки (Рис. 12), чтобы потребители могли видеть эти пресловутые воздушные полости. То есть в кроссовках появилась функция информирования потребителя. Объем продаж вырос более чем на 40%.



Рис. 12 Кроссовки с прозрачными вставками на подошве

Следует отметить, что приведенное выше разделение функций на группы не является взаимоисключающим. Добавляемые в техническую систему функции могут одновременно принадлежать к нескольким группам.

7.2.6 Введение новых функций – методические аспекты

В данном разделе описываются общие подходы к введению новых потенциально востребованных функций, которые используются во всех разделах с названием «Методика»: 7.2.7, 7.3.3, 7.4.1 и 7.5.1.

Каждый тип вводимой функции определяет, ЧТО еще должна (или может) делать техническая система (а точнее - существующий или специально вводимый компонент технической системы).

Соответственно частью методики являются и шаги по определению этого «ЧТО».

Но, как уже говорилось (например, в [6]), при развитии технических систем действуют одновременно две тенденции – развертывания и свертывания. Соответственно «свертывание» распространяется и на вновь вводимые функции – сворачиваются компоненты, которые должны

выполнять эти функции. Свертывание определяет, КАКИМ ОБРАЗОМ должны выполняться введенные функции.

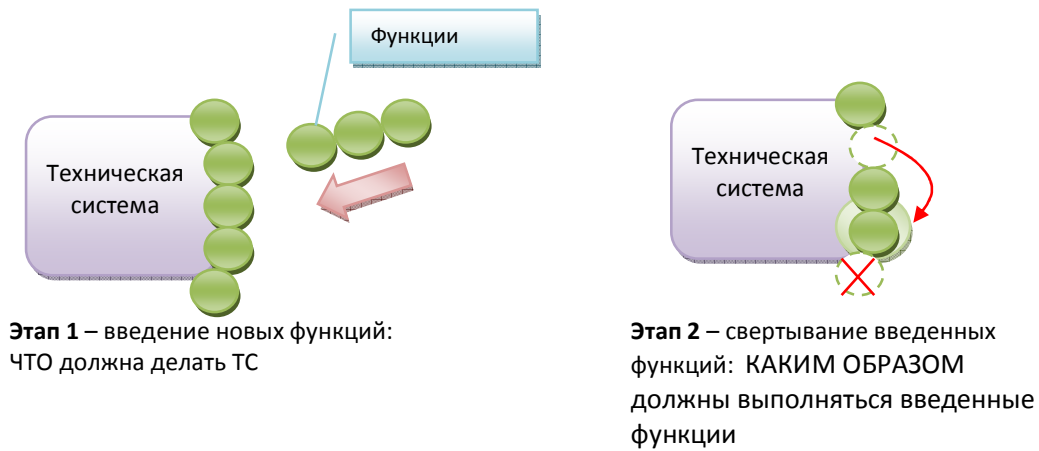


Рис. 13 Введение новых функций

В соответствии с методиками свертывания, может быть несколько вариантов введения новых функций.

Наименее эффективным является вариант, при котором новая функция выполняется за счет введения новых узлов и деталей (отсутствие свертывания). Этот вариант и не очень эффективен, так как введение новых деталей и узлов означает увеличение стоимости изделия. Но он достаточно часто применяется из-за недостаточности ресурсов, нежелания или невозможности (например, из экономических соображений) менять другие узлы и пр.

Более экономичными вариантами введения новых функций являются такие, при которых для выполнения нововведенных функций используются материальные и энергетические ресурсы изделия. Это достигается, если новую функцию выполняет существующая часть технической системы, обладающая ресурсами для этого. Выгодность таких вариантов – в дешевизне новых функций, что позитивно сказывается на конкурентоспособности изделия.

И, наконец, наиболее радикальным способом свертывания является такое преобразование технической системы, при котором исчезает необходимость выполнения данной функции. Выгода от такого «введения» новой функции является в том, что при этом исчезают затраты потребителя на выполнение этой функции: ведь ранее он должен был ее выполнять. Этот способ основан на использовании условия свертывания – исчезновении необходимости выполнения данной функции.

Так как процедуры свертывания достаточно подробно описаны в работах С.С. Литвина и В. М. Герасимова, то в настоящей работе в разделах «Методика» обозначены только пункты – «использовать свертывание функций». Подробно же правила свертывания не описываются, чтобы необоснованно не увеличивать объем данной работы.

7.2.7 Методика

Для формулирования функций расширения количества действий над изделиями необходимо выполнить следующие шаги.

1. Определить, в рамках каких надсистем предполагается использовать техническую систему.

2. Описать технологический процесс обработки того изделия, для обработки которого предназначена техническая система. Рассмотреть возможность перенесения действий, которые выполняются человеком или другими техническими системами над изделием, на исходную техническую систему
3. Определить, какие функции часто приходится выполнять потребителю в тех же надсистемных условиях, при которых выполняется основная функция технической системы. Рассмотреть возможность перенесения этих функций на исходную техническую систему
4. Определить иерархию результатов, которые обычно достигаются при выполнении главной функции технической системы. Рассмотреть возможность перенесения функций из других уровней иерархии результатов на исходную техническую систему.
5. Определить, какие функции и в каких надсистемных условиях часто приходится выполнять потребителю, в то время, когда основная функция технической системы не выполняется (к примеру техническая система находится на этапе хранения)
6. Сформулировать вещественные и энергетические ресурсы технической системы. Какие ресурсы могут быть использованы для выполнения функций из раздела 5?
7. Какие ресурсы могут быть использованы для функций прямого удовлетворения потребностей человека?
8. Определить наиболее выгодные с маркетинговой точки зрения характеристики продукта. Рассмотреть возможность введения функций, позволяющих потребителю получить информацию о наиболее выигрышных характеристиках продукта.
9. Применить процедуру свертывания [16] для перенесенных функций.

Пример 7.2-20⁴

Телевизоры с электронно-лучевой трубкой имеют мощный энергетический ресурс – высокое напряжение, которое необходимо для получения потока электронов. У человека есть потребность в здоровье. Одна из возможных функций телевизора - ионизация воздуха за счет этого высокого напряжения.

Пример 7.2-21

Главная функция телевизора – информировать человека. Информация в нашем случае это та, которая приходит от внешнего сигнала (антенна, видео, спутник). Расширение функций информирования может быть достигнуто как за счет расширения источников информации (к примеру, точное время за счет получения радиосигнала или реальная картинка метео-радар), так и за счет появления специализированных подсистем, например, совмещения телевизора с метеостанцией.

Пример 7.2-22

Маркетинговая функция телевизора: если телевизор имеет функции борьбы с шумом, то специально генерируется картинка, у которой часть изображения показана с неработающим фильтром, а часть – с работающим.

7.3 Функции вытеснения пользователя из технической системы

⁴ Приводимые здесь и ниже «телевизионные» примеры – фрагменты анализа возможной функциональности телевизоров. Анализ выполнялся в 1991 году для Института цифрового телевидения при Минском заводе «Горизонт». В данной работе приводятся отдельные фрагменты анализа.

Закономерность состоит в том, что техническая система, выполняет все большее количество действий ранее выполняемых пользователем.

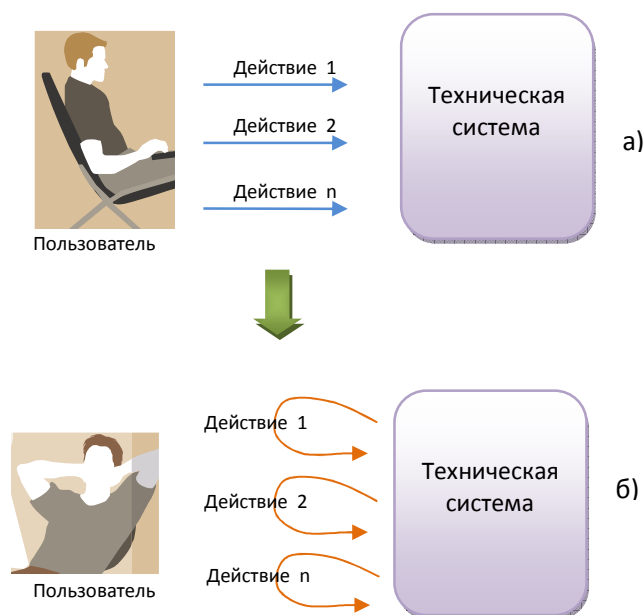


Рис. 14 «Вытеснение» человека из технической системы

На Рис. 14 а) пользователь выполнял действия 1...n по управлению (обслуживанию, ремонту, транспортировке и т.д.) технической системой. Рис. 14 б) показывает, что техническая система берет на себя выполнение части этих действий. То есть если в исходной технической системе для таких функций техническая система являлась объектом функции, то в результате она становится и субъектом функции, то есть она сама себя обрабатывает.

Востребованность этого класса функций определяется тем, что снижаются затраты пользователя на их выполнение.

Если говорить языком закономерностей развития технических систем, то увеличение количества функции данного класса в технической системе приводит к увеличению вытеснения человека из технической системы.

7.3.1 Уровни выполнения функции

Не всегда техническая система может полностью выполнять функцию, которую ранее выполнял человек.

Причины этого могут быть различными: технические ограничения, физические ограничения пользователя, экономическая нецелесообразность и. т. д.

Поэтому можно рассматривать следующие уровни выполнения функций технической системой:

- А. Полное выполнение функции ранее выполняемой пользователем
- В. Частичное выполнение функции ранее выполняемой пользователем.

7.3.1.1 Полное выполнение действия пользователя

В этом случае техническая система полностью выполняет функцию, ранее выполняемую пользователем.

Пример 7.3-1

Изготовление портретов с помощью цифровых фотокамер требует от пользователя установки фокуса на фотографируемый объект. Типовой технологией сейчас стало автоматическое распознавание лица в кадре, наводка на резкость на это лицо и подстройка экспозиции, то есть техническая система – камера выполняет полностью функцию поиска нужного объекта (человека) в кадре и установления фокуса.

Далее появились функции распознавания и удерживания в фокусе нескольких лиц (Рис. 15). А потом и некоторые модели фотокамер стали предоставлять и возможность указания, какие именно лица (например, в толпе) нужно удерживать в фокусе.

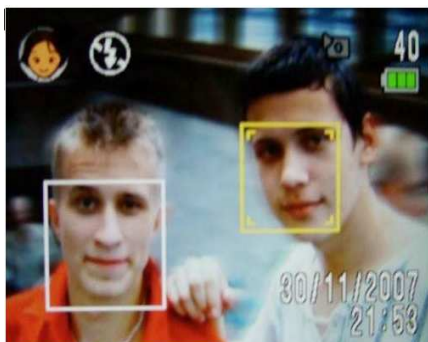


Рис. 15 Распознавание лиц в кадре

Пример 7.3-2

В первых моделях сушилок для рук пользователь, чтобы включить ее и затем выключить, должен был нажать кнопку включения/выключения. По мере развития этой технической системы появились сушилки, которые сами включаются, если поместить руки в рабочую зону сушилки (Рис. 16).



Рис. 16 Сушилка для рук

Вопрос, должна ли техническая система принимать на себя полное выполнение функции, в каждом конкретном случае должен решаться индивидуально для каждой функции. Помимо экономического аспекта (стоимость) нужно учитывать, и то, что в этом случае техническая система зачастую сужает уровень контроля пользователем по выполнению этой функции. И поэтому при

проектировании такой функциональности требуется очень тщательное отслеживание аспектов, связанные с безопасностью и комфортом пользователя.

Пример 7.3-3

Существуют автоматические выключатели света, которые включают свет в помещении при появлении в ней человека. Некоторые из моделей таких выключателей имеют датчик движения и микрофон. Выключатель срабатывает при наличии движения в зоне датчика или от громкого звука (хлопок, звонок дверного звонка).

В рассматриваемом примере функцию включения света такой выключатель берет на себя. Однако понятно, что реализованная таким способом функция может быть востребована только в ограниченном количестве случаев из-за возможных ложных срабатываний в ситуациях, нежелательных для потребителя: спящий в помещении человек чихнул, кошка пробежала около выключателя и так далее.

7.3.1.2 Частичное выполнение функции пользователя

При частичном выполнении функции только часть ее выполняется технической системой: функция 1, которую выполняет пользователь, должна быть разложена на некий набор подфункций:

Функция 1 = Функция 1.1 + Функция 1.2 + функция 1.n

Часть из этих функций по-прежнему выполняется пользователем, а часть технической системой.

Пример 7.3-4

Настройка высококачественных домашних кинотеатров требует проведения трудоемкой процедуры выставления уровня звука в акустических системах. В наиболее продвинутых моделях ресиверов, например в модели AVR-235 (Рис. 17) американской компании Harman/Kardon, применена система автокалибровки EzSet. При нажатии определенных клавиш AVR-235 переходит в режим автоматической настройки. Система генерирует "розовый" шум, пульт его улавливает и посредством инфракрасных лучей передает данные на процессор ресивера. Тот в свою очередь определяет необходимый уровень громкости для каждого из каналов и настраивает их. Пользователю остается лишь выбрать количество акустических систем (пять или семь) – это его часть работы в настройке, а все остальное сделает аудио-процессор ресивера.



Рис. 17 Ресивер AVR-235

7.3.2 Операции с информацией

Рассматривая вытеснение пользователя из технической системы, нужно учитывать, что перед тем, как пользователь начинает начать выполнять какую-нибудь функцию над технической системой (показанную на Рис. 14) он и техническая система выполняют целый технологический процесс над другим объектом функции – информацией.

В рамках этого технологического процесс техническая система доставляет, а пользователь получает и анализирует информацию, а затем вырабатывает решение, реализацией которого и является выполняемая им функция.

На Рис. 18 показана схема взаимодействия пользователя и технической системы с учетом информационных потоков.

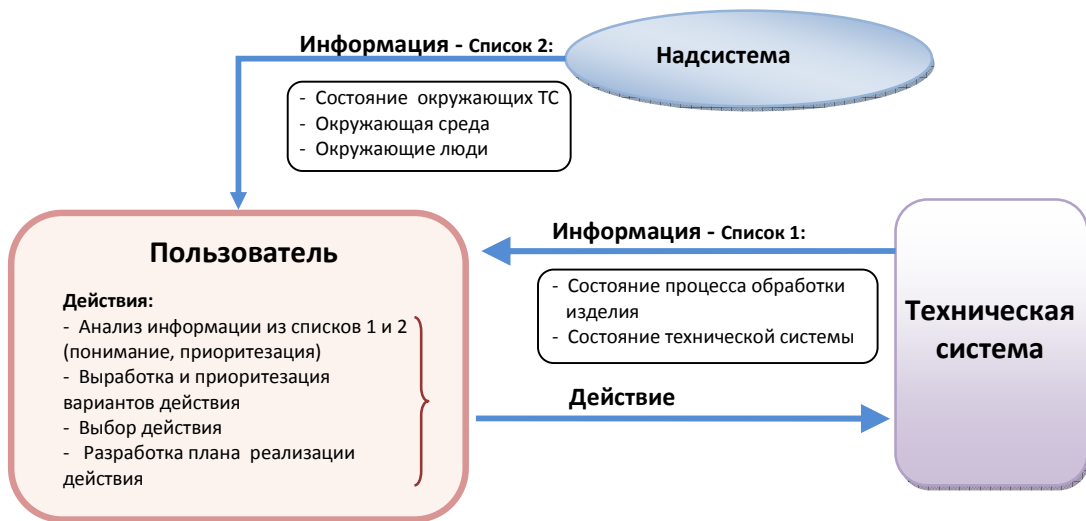


Рис. 18 Структура взаимодействия пользователя и технической системы

Во-первых, пользователь получает информацию от технической системы (список 1 на Рис. 18). Эта информация описывает:

- состояние технической системы на том этапе жизненного цикла, при котором происходит выполнение функции;
- состояние изделия и процесса обработки изделия.

Во-вторых, пользователь получает информацию из надсистемы (список 2 на Рис. 18):

- о состоянии окружающих технических систем;
- об окружающей среде;
- об окружающих людях.

После этого пользователь должен «обработать» эту информацию, а именно

- понять ее;
- приоритизировать – выделить из всей поступающей информации ту, которая влияет на его действие и в ней выделить более значимую информацию;
- придумать возможные варианты действий (а таких вариантов может быть несколько);
- приоритизировать их;
- выбрать наилучший вариант;
- разработать план действий.

И лишь только после этого всего пользователь выполняет функцию над изделием или корректирует выполнение этой функции.

Если отобразить взаимодействие пользователя и технической системы с помощью функциональной схемы, то она может быть представлена следующим образом (Рис. 19).

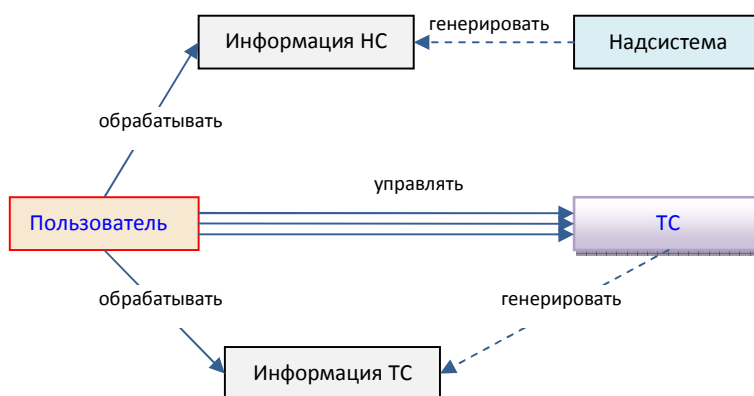


Рис. 19 Функциональная модель взаимодействия пользователя и технической системы – начальный этап

Пользователь обрабатывает информацию, поступающую от надсистемы и технической системы, и на ее основе управляет технической системой.

В наиболее простых технических системах нет специальной инфраструктуры, которая позволяет доставлять информацию пользователю. В этих случаях в качестве носителя информации выступают не специально созданные, а уже существующие энергетические потоки. Такие потоки не обязательно эффективно передают информацию, так как они не специализированы для этого. Чаще всего это те потоки, которые воспринимаются органами чувств пользователю: визуальные, акустические и пр.

Именно поэтому на Рис. 19 функции «генерировать информацию» изображены штриховой линией, которая демонстрирует недостаточный уровень выполнения этих функций.

Пример 7.3-5

Если пользователь сверлит отверстие электродрелью, то он получает визуальную (о том насколько глубоко вошло сверло, угловое положение сверла), «мышечную» (усилие сверления) и звуковую (звук двигателя и сверла) информацию. На основании этой информации пользователь определяет состояние процесса сверления и технической системы «дрель». На основании полученной информации и принимается решение о том, что делать дальше: продолжать сверление или остановить его, изменить нажим на сверло и т. д.

В рассмотренном примере в технической системе «дрель» нет специальной инфраструктуры для предоставления информации пользователю. Поэтому для получения информации пользователь использует существующие потоки, воспринимаемые органами чувств.

В процессе развертывания технических систем в них появляется инфраструктура, обеспечивающая генерацию нужной информации и эффективный проход ее потоков к оператору (1 – на Рис. 20).

На Рис. 20 для таких систем функции «генерировать информацию» были показаны сплошной линией, что говорит о нормальном уровне выполнения функции технической системой.

В качестве следующего шага вытеснения человека (2 – на Рис. 20) техническая система полностью или частично обрабатывает информацию, что сопровождается введением в систему соответствующих устройств.

Соответственно следующим шагом является то, что техническая система сама управляет собой (3 – на Рис. 20). И это также требует введения специальных исполнительных механизмов.

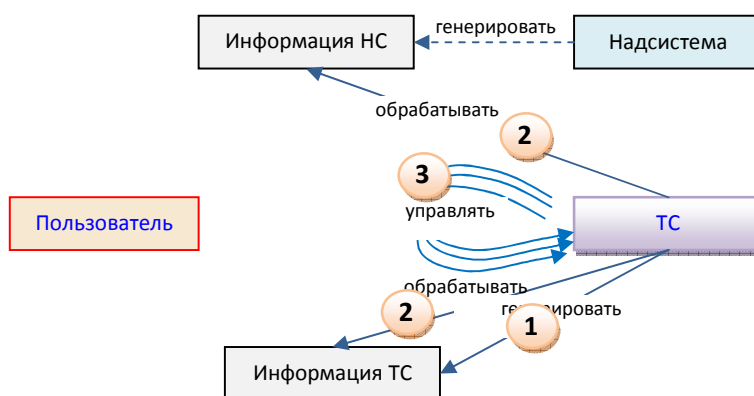


Рис. 20 Перенос информационных функций на техническую систему

Таким образом, в качестве инфраструктуры по обработке информации в технической системе последовательно появляются:

- датчики, которые «считывают» информацию в технической системе;
- преобразователи, которые преобразуют информацию в удобный для передачи и анализа вид;
- процессоры, которые занимаются анализом информации и вырабатывают решение;
- преобразователи, которые это решение преобразуют в сигнал;
- передатчики, приемные устройства, проводящие устройства, которые обеспечивают обмен информацией между устройствами, перечисленными выше;
- исполнительные механизмы, которые под действием управляющего сигнала выполняют найденное решение.

Конкретный состав инфраструктуры и ее сложность зависят от специфики конкретной технической системы.

Одними из первых подсистем этой инфраструктуры появляются подсистемы актуализации⁵ информации, которые дают возможность принять правильное и своевременное решение.

Пример 7.3-6

В процессе развития пылесосов в них появился индикатор наполнения пылесборника. На основании этой информации потребитель может выработать решение, в какой момент необходимо опорожнить от пыли этот пылесборник. То есть техническая система «пылесос» предоставляет пользователю информацию, которая нужна для выработки решения – нужно ли очищать пылесборник или нет.

Если же такой информации нет, то пользователю трудно принять обоснованное решение, и возможны ситуации, при которых пылесборник переполняется или, наоборот, пользователь необоснованно преждевременно начинает очищать пылесборник.

Пример 7.3-7

⁵ Под актуализацией понимается процедура преобразования информации в вид, доступный и удобный для восприятия оператором: визуальный, акустический, тактильный, «обонятельный» и пр.

Достаточно часто любой человек, выходя из дома, пытается решить для себя вопрос: брать ли с собой зонт. Для решения этого вопроса он ему необходимо знать, будет дождь или нет.

Зонты «Ambient Umbrella» компании «Ambient Devices» сами получают данные с погодного сайта (AccuWeather.com). Если предсказан дождь или снег, то на зонте горит синий индикатор. На основе этой информации человеку легче принять решение, нужен ли зонт.



Рис. 21 Зонты «Ambient Umbrella»

Несмотря на то, что системы актуализации информации для пользователя это только часть технологического процесса по обработке информации, выполняемого им, они являются чрезвычайно важными.

Это связано с тем, что для некоторых технических систем существует информация, незнание которой может привести к существенным нежелательным эффектам: неоптимальным результатам использования технической системы, приостановке функционирования технической системы или вообще нанесению вреда как технической системе, так и надсистеме (об этом см. подробнее в разделе 7.5).

Пример 7.3-8

Простейшим примером информации, которая критична для пользователя является информация о наличии бензина в бензобаке. Если такую информацию водитель не имеет, то он может оказаться в весьма неприятной ситуации.

Важной проблемой, которая решается при актуализации информации является проблема определения, какая именно информация и каким способом должна быть представлена пользователю. Особенно это важно, когда информация является критически важной для оптимального функционирования технической системы и/или объемы информации для анализа очень велики.

Общим ответом на эту проблему является следующий. Информации должно быть минимально возможное количество, но ее должно быть достаточно, чтобы пользователь принимал правильные решения. Забегая немного вперед в вопросы методики, можно отметить, что для минимизации информации могут быть применены соответствующие правила свертывания.

При дальнейшем развертывании систем они начинают выполнять и функции обработки информации. В инфраструктуре появляются функциональные элементы (процессоры), которые по определенным алгоритмам эту информацию обрабатывают и вырабатывают решение.

Пример 7.3-9

Первым серийно выпускаемым автоматическим уборщиком помещений стал робот пылесос Trilobite (Рис. 22) шведского концерна Electrolux. Данный робот-пылесос ориентируется в пространстве при помощи ультразвука: покрытый тонкой золотой пластиной акустический локатор с большим количеством микрофонов улавливает вибрации на частоте 60 тысяч Гц, а полукруглая форма даёт роботу угол обзора в 180 градусов. Таким образом, Trilobite быстро определяет стены, ножки стульев, дверные проемы и ступеньки. То есть такой пылесос выполняет часть функций ранее выполняемых пользователем. Он умеет собирать и анализировать информацию о геометрических параметрах помещений, вырабатывать план перемещений и реализовывать этот план.

Нужно отметить, что этот пылесос выполняет только часть функций пользователем. К примеру, он не умеет сам опорожнять пылесборник.



Рис. 22 Пылесос Trilobite фирмы Electrolux

Очевидно, что эффективность работы технических систем во многом зависит от качества и оперативности принимаемых решений. А это, в свою очередь, определяется как объемом информации, учитываемой при принятии решения, так и совершенством алгоритмов ее обработки. Именно поэтому интеллектуализация технических систем по мере их развития повышается.

Пример 7.3-10

Развитие систем парковки автомобиля происходило от простых систем, определяющих расстояние от бампера до препятствия, до полностью автоматической парковки.

Системы автоматической парковки определяют размер свободной зоны для парковки и текущее положение автомобиля. Если места для парковки хватает, то вычисляется траектория движения автомобиля. Далее автомобиль автоматически паркуется, следуя вычисленной траектории.

7.3.2.1 Информационные функции 2-го уровня

Даже если техническая система полностью выполняет вновь вводимые информационные функции, которые ранее выполнял пользователь (первый уровень информационных функций), на пользователя все равно может возлагаться работа «менеджера».

Он должен быть информирован о том, как техническая система «справляется» с выполнением этих функций, то есть иметь возможность оценить состояние технической системы и процесса

обработки изделия чтобы, если это необходимо, иметь возможность вмешаться и откорректировать процесс.

Появляется 2-й уровень управления, по структуре аналогичный первому: появляется система актуализации информации о том, как техническая система работает, и, соответственно, системы, которые анализируют и приоритезируют эту информацию, вырабатывают решение и управляют технической системой. Уровень развертывания информационных функций второго уровня зависит от сложности технических систем и степеней рисков, которые должны быть нейтрализованы.

Пример 7.3-11

Пульты управления электрическими станциями имеют развернутую информационную инфраструктуру (Рис. 23), позволяющую оценивать работу станций и оперативно управлять ими.



Рис. 23 Пульт управления электростанцией

Еще один вид функций 2-го уровня обычно проявляется в функционально-насыщенных технических системах.

Если техническая система может выполнять много функций, или для управления технической системой, нужно совершать некие последовательности действий, то возрастают интеллектуальные затраты пользователя.

Ему нужно:

- запомнить функции технической системы,
- запомнить способы и алгоритмы управления ими,
- научиться выполнять эти функции,
- запомнить последовательности действий для достижения различных результатов.

Поэтому техническая система начинает принимать на себя выполнение и таких функций.

В технических системах появляются обучающие системы, системы подсказок пользователю, что и в какой последовательности нужно выполнять, предупреждения, если пользователь что-то делает неверно и т. д.

Пример 7.3-12

Пульты дистанционного управления домашней техникой (телевизорами, музыкальными центрами и пр.) содержат много различных кнопок, ориентироваться в которых неуклющему потребителю затруднительно. Поэтому в пультах дистанционного управления иногда применяют дисплеи (Рис. 24), на которых выводят подсказки, облегчающие использование устройства.



Рис. 24 Пульт дистанционного управления с дисплеем

7.3.3 Методика

Для формулирования функций «вытеснения человека из ТС» необходимо выполнить следующие шаги.

1. Описать функции, которые выполняет пользователь при работе с технической системой. Должны быть описаны операции, выполняемые пользователем на всех этапах жизненного цикла.
2. Для каждой сформулированной функции определить
 - a. Какая информация необходима пользователю для принятия решения
 - b. Каковы алгоритмы обработки информации
 - c. Какие решения должен принять пользователь
 - d. Каковы алгоритмы принятия решений
3. Для каждой функции из секций (1 и 2) определить варианты переноса функции на техническую систему:
 - a. Полного выполнения технической системой (условие свертывания – техническая система полностью выполняет функцию)
 - b. Частичного выполнения технической системой (условие свертывания – техническая система частично выполняет функцию)
 - c. Облегчения выполнения данной функции
4. Произвести свертывание этих функций технической системы.

После формирования пакета функций для конкретной технической системы:

5. Определить, какая информация нужна пользователю для управления технической системой с новыми функциями.
 - a. Рассмотреть возможность предоставления такой информации технической системой пользователю
 - b. Произвести свертывание информационных функций

Если принято решение, что какая-то функция (набор функций) полностью выполняется технической системой:

6. Определить, какая информация нужна пользователю для контроля над выполнением этих функций.
 - a. Рассмотреть возможность предоставления такой информации технической системой для пользователя

б. Произвести свертывание информационных функций

Пример 7.3-13

После включения телевизора пользователь обычно выбирает нужный канал, нажимая определенные кнопки на пульте управления телевизором. То есть пользователь должен получить информацию и принять решение, какой канал ему необходимо включить. Эту функцию может частично выполнять и сам телевизор. Для этого нужно, чтобы в нем собиралась статистика: какие каналы в какое время просматриваются. Тогда при включении телевизора можно сразу выбирать наиболее вероятный канал, и пользователь сразу сможет попасть на тот канал, где демонстрируется его любимый сериал.

7.4 Функции взаимодействия с надсистемой

Закономерность состоит в том, что техническая система выполняет функции по улучшению взаимодействия ее с надсистемой: оптимизируются существующие и устанавливаются новые взаимодействия.

Техническая система находится в окружении надсистемных элементов:

- других технических систем,
- людей,
- природы.

Так как техническая система взаимодействует с перечисленными элементами надсистемы, то у нее появляются специальные функции, направленные на поддержание и улучшение этого взаимодействия. Другими словами есть тенденция перехода от недостаточно эффективного взаимодействия с надсистемой (Рис. 25, а) к эффективному взаимодействию (Рис. 25, б).

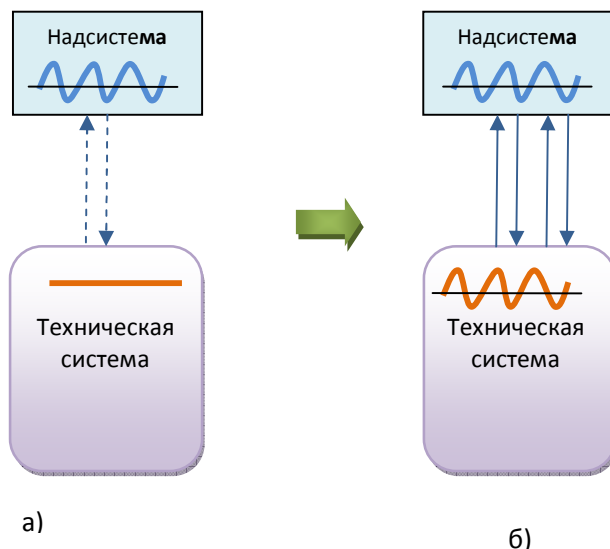


Рис. 25 Согласование технической системы с надсистемой

Необходимость улучшения взаимодействия ТС с надсистемой проявляется в случаях:

- когда предполагается, что техническая система должна использоваться в рамках разных надсистем;
- когда надсистема в рамках, которой находится техническая система, сама является динамичной, то есть меняет свой состав и/или характеристики во времени.
- Когда техническая система опережает развитие надсистемы

В общем случае оптимизация такого взаимодействия называется в ТРИЗ согласованием. При этом согласование не обязательно сопровождается появлением новых функций. Так согласование формы и материалов и ритмики может повысить эффективность взаимодействия, но не требовать (и это хорошо!) введения новых специальных функций. Но зачастую без введения новых функций обойтись не удается.

Востребованность этого вида функций вызвана тем, что благодаря «врастанию» технической системы в надсистему эффективность технической системы возрастают и снижаются затраты на согласование системы с надсистемой «вручную» или с помощью отдельных специальных устройств.

Если предполагается использование технической системы в рамках разных надсистем, то она должна «реагировать» на особенности каждой из этих надсистем.

Пример 7.4-1

Телевизор может быть помещен и в различные надсистемы, например, в автомобиль.

Одной из особенностей автомобиля является отсутствие «привычного» для обычных телевизоров напряжения и наличие повышенного уровня вибраций. Поэтому в конструкциях «автомобильных» телевизоров (Рис. 26) появляются системы защиты от вибраций и блоки питания, рассчитанные на параметры напряжения и тока, которые обеспечивает автомобильная электрическая сеть.



Рис. 26 «Автомобильный» телевизор

Если происходит динамическое изменение надсистемы, в рамках которой уже функционирует техническая система, то она может «реагировать» на эти изменения введением новых функций.

Типичным примером являются функции, связанные с согласованием различных стандартов и протоколов обмена данными. Так как появляются все новые информационные коммуникации и расширяются возможности уже существующих, то технические системы должны на это соответствующим образом «реагировать».

Пример 7.4-2

При появлении беспроводного доступа к интернету технические системы начинают «реагировать» на новый вид появлением подсистем, поддерживающих его.

К примеру, компания Nikon выпустила в 2008 году модель компактной фотокамеры Coolpix S52 (Рис. 27), имеющую возможность WiFi соединения. Технология беспроводного подключения (Wi-Fi) позволяет быстро и удобно выполнять подключения к веб-службе Nikon my Picturetown, предназначенной для безопасного интерактивного хранения снимков и обмена ими. Можно ожидать, что при широком распространении еще каких-то видов коммуникации, (например, WiMax), появятся камеры, поддерживающие их.



Рис. 27 Фотокамера Nikon Coolpix S52

Особым специальным случаем, требующим введения новых функций, является опережение развития системы по отношению к надсистеме. Обычно вокруг определенного класса технических систем формируется внешняя окружающая инфраструктура, которая согласована с такими техническими системами. Если же появляется система нового класса, то возникают типовые проблемы, связанные с рассогласованием такой системы со старой инфраструктурой: взаимодействие становится неэффективным или вообще невозможным.

В этом случае новым техническим системам приходится выполнять функции, обеспечивающие взаимодействие со старой инфраструктурой. В рамках развития класса технических систем такие функции зачастую являются временными и исчезают, либо когда существующая инфраструктура согласуется с новой системой, либо когда появится новая инфраструктура.

Пример 7.4-3

В ситуацию рассогласования с окружающей инфраструктурой попал победитель войны форматов Blu-ray привод. Такой привод хорошо проигрывает DVD диски нового поколения. Однако у пользователей хранятся еще много DVD дисков в старом формате. В продаже таких дисков тоже много. Поэтому производители, рассчитывающие на серьезные продажи разработанных Blu-ray приводов, вынуждены делать их универсальными, способными воспроизводить как новые, так и старые форматы. На Рис. 28 показан универсальный привод компании AOpen, который как раз и может читать диски разных форматов.



Рис. 28 Универсальный привод

Пример 7.4-4

При выпуске Windows 7 фирма Microsoft вынуждена вводить в свою операционную систему специальный режим «Windows XP mode»: режим, позволяющий новой программе работать в режиме более старой версии Windows X. В этом режиме могут работать программы, созданные для Windows XP и не совместимые с Windows 7. Если бы такой режим не был предусмотрен, то количество потенциальных пользователей Windows 7 уменьшилось за счет того, что многие из них не могут отказаться от использования программ работающих только с Windows XP.

Способы введения функций по улучшению взаимодействия с надсистемой могут быть достаточно разнообразными.

Если существует несколько надсистем, то часто проектируют специализированные варианты технической системы, каждый из которых согласован со «своей» надсистемой. В этом случае техническая система может наиболее эффективно работать только внутри той надсистемы, для которой она разработана.

Подобная специализация с одной стороны накладывает ограничения на техническую систему. Но с другой стороны дает и преимущества. Во-первых, специализированная техническая система может быть более дешевой, чем «всепогодная» универсальная. А, во-вторых, для специализированной технической системы есть возможность, во-первых, провести более глубокое (а, значит, и эффективное) согласование элементов изделия с надсистемой и ввести в изделие дополнительные функции, требуемые данной надсистемой.

Пример 7.4-5

Существуют модификации грузовых автомобилей для работы в тропиках, в Арктике и в условиях средней полосы. Они значительно отличаются по комплектации и по параметрам используемых материалов. Так для тропиков необходима повышенная коррозионная стойкость, эффективный климат контроль. Для арктических условий необходимо использование материалов, которые не становятся слишком хрупкими в условиях пониженных температур. Это – согласование. А из новых функций в арктических автомобилях необходимы устройства предварительного прогрева двигателя, обогрев сидений и пр.

Безусловно, существуют и ситуации, при которых проектируются универсальные технические системы, приспособленные для существования внутри нескольких надсистем. В этом случае набор функций позволяет эффективно «сотрудничать» со многими надсистемами.

Пример 7.4-6

Мобильные телефоны вследствие своей «мобильности» могут использоваться в различных странах, и поэтому актуальным для путешествующих потребителей является наличие телефона поддерживающего стандарты различных сетей, например, GSM 850, GSM 900, GSM 1800, GSM 1900, UMTS (WCDMA) (3G).

Особенности надсистем могут касаться не только дополнительных функций, но и главных, влияя на уровень выполнения главной функции. Поэтому при анализе особенностей надсистем следует

анализировать и уровень выполнения главной функции, а также отслеживать появляющиеся нежелательные эффекты.

Пример 7.4-7

Шариковые ручки, помещенные в невесомость (например, на борт космической станции), перестают писать, так как исчезает сила тяжести, необходимая для подачи красящей пасты к пишущему элементу.

Поэтому в специализированных шариковых ручках для невесомости (как, впрочем, и для писания на вертикальных поверхностях) необходимо ввести дополнительную функцию принудительной подачи красящей пасты к пишущему стержню.

Следует напомнить, что надсистема, в рамках которой работает техническая система, влияет и на наборы функций, выполняемых над изделием, которые описаны в разделах 7.2 и 7.3.

7.4.1 Методика

Для формулирования функций взаимодействия с НС необходимо выполнить следующие шаги.

1. Определить список надсистем, с которыми взаимодействует техническая система или должна взаимодействовать на всех этапах жизненного цикла.
2. Определить специфические требования, которые предъявляет каждая из сформулированных надсистем к анализируемой технической системе.
3. Определить функции, выполнение которых будет «ответом» на предъявляемые требования.
4. Определить, какие изменения в каждой надсистеме, происходящие с течением времени, предъявляют специфические требования к рассматриваемой технической системе.
5. Определить функции, выполнение которых будет «ответом» на предъявляемые требования.
6. Если речь идет о новой модификации технической системы, проверить, согласуется ли такая система со «старой» инфраструктурой.
7. Если выявлено рассогласование, то рассмотреть, какие функции должны обеспечить такое согласование.
8. Произвести процедуру свертывания сформулированных функций.

Пример 7.4-8

Телевизор размещен в помещении, которое является для него надсистемой. С течением времени в комнате меняется (или может меняться) освещение: например в вечернее время в комнате может быть выключен свет. Такое изменение в надсистеме вызывает затруднение управления телевизором: кнопки на пульте дистанционного управления не видны хорошо. В связи с этим появляется функциональность – подсветка кнопок. Как вариант свертывания этой функции (по условию исчезновения необходимости выполнения функции) может быть использованы кнопки разной формы: даже в темноте пользователь наощупь может определить нужную кнопку.

7.5 Функции борьбы с вредными функциями.

Закономерность состоит в том, что техническая система, выполняет все большее количество функций, обеспечивающих нейтрализацию вредных функций, направленных как на саму техническую систему, так и вовне – на элементы надсистемы, пользователя и изделие (Рис. 29, а)..

Под нейтрализацией вредных функций будем понимать предотвращение возможности причинения вреда технической системе от надсистемы, надсистеме от технической системы и самоповреждение технической системы (Рис. 29 ,б).

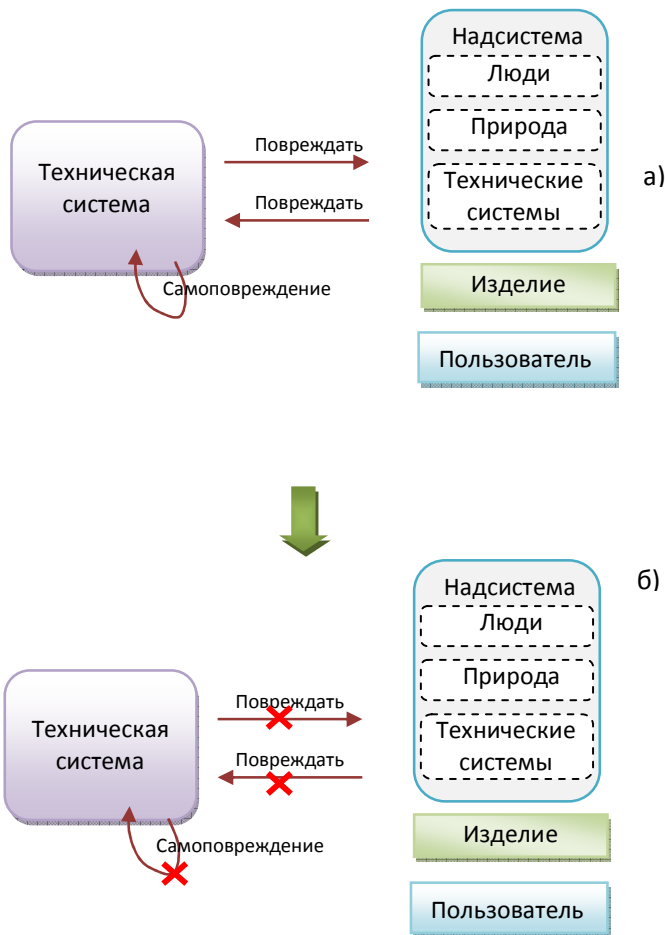


Рис. 29 Нейтрализация вредных функций

Возможны три варианта «борьбы» с вредными функциями:

- предотвращение вредного воздействия,
- противодействие вредному воздействию,
- ликвидация последствий такого воздействия.

При этом первый вариант рассматривается как более предпочтительный.

Востребованность в нейтрализации вредных функций обусловлена тем, что удовлетворяется потребность человека в безопасности и снижаются затраты на ликвидацию возможного материального урона, ремонта и пр.

Объектами функций, направленных на нейтрализацию «вреда», могут быть как объекты, наносящие вред (люди, внешние технические системы, среда), так и сама техническая система.

Функции, направленные на нейтрализацию вредных функций, формулируются для всех этапов жизненного цикла технической системы.

Вредное воздействие надсистемы, пользователя и изделия на техническую систему может осуществляться в виде:

- природных воздействий (в том числе и стихийных бедствий);
- воздействий технических систем, окружающих рассматриваемую техническую систему;
- ошибок и неосторожности человека;
- умышленного вреда (хулиганство, диверсии и пр.).

Пример 7.5-1

Электронные приборы чувствительны к броскам напряжения в сети, обусловленным включением или выключением из электрической сети мощных потребителей тока (вредное воздействие технических систем).

Поэтому во многие электронные приборы встраивают электрические схемы, стабилизирующие параметры тока, подаваемые к чувствительным узлам приборов.

Пример 7.5-2

При невнимательном использовании программного обеспечения (которое также можно рассматривать как техническую систему) пользователь может нанести определенный вред информации, используемой в компьютере - удалить нужные данные, необратимым образом изменить настройки и пр. (ошибки и неосторожность человека).

Поэтому в программах при выполнении таких потенциально опасных операций (команд) предусматривается подтверждение пользователем их выполнения. А в некоторых случаях особенно важная информация не удаляется, а просто «прячется». И в случае необходимости ее можно восстановить.

Вредное воздействие технической системы на надсистему, пользователя и изделие может осуществляться в виде:

- воздействий энергией и веществами на окружающую среду (природу);
- воздействий энергией и веществами на человека;
- воздействий энергией и веществами на технические системы, окружающие рассматриваемую ТС;
- умышленного вреда, производимого пользователем.

Пример 7.5-3

Сигарета - потенциальный источник пожара. Ежегодно только в штате Нью-Йорк возникают несколько сотен пожаров от брошенного окурка или от сигареты, выпавшей изо рта заснувшего курильщика. В этих пожарах за год гибнет около 50 человек. В сенат США поступил законопроект, обязывающий производителей сигарет сделать свою продукцию безопасной в пожарном отношении. Новый закон требует, чтобы сигарета гасла сама собой, если в течение двух-трех минут курильщик не затягивался.

Соответственно, необходима функция предотвращать горение сигареты. Предложена конструкция самозатухающей сигареты (Рис. 30). Вместо папиросной бумаги взята более толстая, и вдобавок на ней имеются кольца из бумаги, пропитанной огнегасящими солями. Кстати, такими солями (как правило, соединениями аммония) уже

около полутора веков пропитывают спички, чуть-чуть отступя от головки, чтобы брошенная спичка сама гасла .



Рис. 30 Сигарета с "огнетушителем"

Для каждого класса систем присущи свои наборы возможного «вреда». Для каких-то систем наиболее актуальны природные воздействия (коррозия, выцветание и пр.), для каких-то самоповреждение (износ деталей, старение материалов и пр.), а для каких-то умышленный вред (вандализм, хулиганство).

Пример 7.5-4

В конструкциях автомобильных коробок передач типичными «вредом» является износ деталей и усталость материалов (самоповреждение). В конструкциях же уличных телефонных автоматов всегда рассматривается проблема нанесения вреда вандалами и хулиганами (умышленный вред).

Интересным приемом предотвращения вреда, наносимого техническими системами надсистеме, является превращение "вреда", генерируемого технической системой в "пользу".

Пример 7.5-5

Кинескоп телевизора излучает электромагнитные волны, вредно влияющие на здоровье человека. Южнокорейская фирма Goldstar (ныне LG) выпускала телевизоры, в которых покрытие кинескопа трансформировало диапазон излучения кинескопа в инфракрасную часть спектра, полезную для человека и комнатных растений.

Самоповреждение технических систем происходит из-за:

- выработки ресурса элементов технических систем (один из элементов выходит из строя, и вся техническая система становится неработоспособной);
- вредных факторов, генерируемых самими элементами технической системы.

Пример 7.5-6

При использовании промышленных и бытовых электрокипяльников возможна ситуация, когда вода в сосуде выкипела. В такой ситуации нагревательный элемент перегревается и выходит из строя.

Дополнительная функция для предотвращения самоповреждения предусматривает отключение электроэнергии при низком уровне воды в сосуде.

Подобно тому, как это происходит при вытеснении человека из технической системы функции предотвращения вреда при обеспечении безопасности могут выполняться в различных вариантах (см. раздел 7.3)

- A. Полное выполнение функции по предотвращению вреда (максимально возможный вариант)
- B. Частичное выполнение функции по предотвращению вреда
- C. Техническая система не выполняет функцию по предотвращению вреда, но облегчает (снижает затраты пользователя на) выполнение этой функции .
- D. Техническая система преобразуется таким образом, что нет необходимости выполнять функцию по предотвращению вреда.

Действия, направленные на нейтрализацию всех видов «вреда», может выполнять пользователь, который ей управляет. А отсюда следует, что техническая система может «принимать на себя» выполнение этих действий. Как уже было описано в разделе 7.3 пользователь постепенно вытесняется из технической системы:

- появляется специализированная инфраструктура, поддерживающая операции с информацией о возможных вредных воздействиях.
- появляются системы актуализации информации, приоритезации, принятия решения
- и т.д.

Пример 7.5-7

Кружка, наполненная каким-то горячим напитком (кофе, чай) является потенциально опасной, так как потребитель может обжечься либо схватившись за кружку, либо выпив слишком горячий напиток. Визуально невозможно определить температуру чашки. Человек может обжечься. Кружки с термослоем, нанесенным на поверхность, меняющим цвет в зависимости от температуры (рождающие соответствующий информационный поток) дают информацию человеку о температуре чашки (Рис. 31, <http://www.novate.ru/blogs/010170/8109/>).



Рис. 31 Чашка с термослоем

Актуальность функций по нейтрализации вредных функций в техническую систему определяется уровнем их потенциальной опасности. Если некий возможный «вред» может привести к

катастрофическим последствиям (угроза здоровья или жизни человека, большой материальный ущерб и пр.), то для таких ситуаций, безусловно, вводятся функции безопасности. При этом доля затрат на обеспечение безопасности по сравнению с полной стоимостью технической системы может быть очень высокой.

Если же последствия «вреда» минимальны (например, небольшой дискомфорт потребителя), то введение функций безопасности является опциональным. В этом случае чаще всего в расчет принимаются экономические и маркетинговые соображения.

7.5.1 Методика

Таким образом, для формулирования дополнительных функций третьего типа, снижающих затраты за счет нейтрализации вредных функций, следует:

- составить списки:
 - возможных природных вредных функций, направленных на техническую систему;
 - возможных вредных функций окружающих технических систем на техническую систему;
 - возможных вредных функций, генерируемых людьми, на техническую систему (включая умышленный вред);
 - возможных вредных функций технической системы на природу;
 - возможных вредных функций технической системы на другие технические системы;
 - возможных вредных функций технической системы на людей (включая пользователя);
 - возможных вариантов самоповреждения технической системы из-за вредных функций внутри технической системы;
- приоритезировать риски,⁶ возникающие из-за наличия сформулированных вредных функций
- для наиболее критичных сформулированных функций определить технологию работы с информацией
 - Какая информация необходима пользователю для принятия решения
 - Каковы алгоритмы обработки информации
 - Какие решения должен принять пользователь
 - Каковы алгоритмы принятия решений
- для наиболее критичных вредных функций сформулировать дополнительные функции (с учетом технологии работы с информацией) по нейтрализации вредных функций
- Провести свертывание сформулированных функций

Пример 7.5-8

Какие вредные воздействия могут быть причинены телевизором?

Одно из них - вредное воздействие на глаза из-за высокой контрастности между изображением и окружающим фоном при просмотре телевизора в темном помещении. При анализе этой проблемы было предложено усовершенствовать датчик настроек яркости изображения. Обычно такой датчик оценивает освещенность в помещении. По

⁶ Для приоритезации рисков можно воспользоваться методиками, используемыми в риск анализе: (например, в FMEA). В соответствии с этими методиками (см., например, [34]) для каждого риска оценивается критичность (severity), вероятность (occurrence) и существующий способ предотвращения риска (prevention). Каждый из этих показателей оценивается по определенной шкале. Произведение величин показателей определяет величину уровня риска (RPN – risk priority number).

результатам измерения устанавливается соответствующий уровень яркости изображения: в светлом помещении яркость выше, в темном – ниже.

Недостатком является то, что не учитывается, что расположено позади телевизора. К примеру, если телевизор расположен на фоне окна, а в самом помещении не очень светло, то изображение будет неярким и плохо видимым на фоне яркого окна. Для обслуживания подобных ситуаций предложено установить дополнительный датчик освещения на задней панели телевизора. Уровень яркости экрана зависит от сочетания измерения освещенности передним и задним датчиком.

Предложено также встроить систему подсветки задней стены.

Эту же идею позже получили и внедрили разработчики фирмы Philips в виде системы AmbiLight – подсветки вокруг плоского телевизора.

7.6 Особенности развертывания ТС на различных этапах жизненного цикла технических систем

Технические системы проходят несколько этапов жизненного цикла: производство, транспортировка, эксплуатация, обслуживание и ремонт, хранение, утилизация.

«Цель жизни» технических систем – функционирование на этапе эксплуатации. Этот этап жизненного цикла технической системы – главный. Остальные этапы являются вспомогательными.

Для разных типов технических систем удельный вклад вспомогательных этапов по длительности и по затратам потребителей может варьироваться очень значительно: для некоторых систем вспомогательные этапы минимальны, для других же они занимают существенную долю жизненного цикла технической системы.

Пример 7.6-1

Система вентиляции в помещениях почти всегда «обязана» работать круглосуточно: для такой технической системы вспомогательные этапы могут быть невелики.

А, к примеру, для удочки рыболова-любителя львиная доля времени приходится на этапы хранения и транспортировки.

Использование различных типов функций для разных этапов жизненного цикла технической системы на качественном уровне представлено в Табл. 1.

Табл. 1

Этап жизненного цикла ТС	Класс функций			
	Функции технической системы, направленные на изделие	Функции вытеснения пользователя	Функции взаимодействия с надсистемой	Функции борьбы с вредными функциями
Продажа	Используются, например, маркетинговые		Используются	Используются
Эксплуатация	Используются широко все виды	Используются широко	Используются широко	Используются широко
Ремонт и обслуживание	Используются редко	Используются	Используются	Используются широко
Транспортировка	Используются нечасто	Используются	Используются	Используются широко
Утилизация	Используются в случае применения	Используются редко	Используются	Используются

	изделия по неосновному назначению			
--	---	--	--	--

Функции расширения количества действий над изделием и увеличения количества обрабатываемых изделий (увеличение количества операций над изделием, ресурсные, маркетинговые, сочетаемые и иерархические функции) позволяют увеличить удельную долю этапа эксплуатации в общем цикле жизни технической системы.

Функции вытеснения пользователя из ТС используются на тех этапах жизненного цикла, где пользователь что-то делает с ТС:

- управляет технической системой на этапе эксплуатации;
- обслуживает и ремонтирует ТС на этапе обслуживания и ремонта;
- подготавливает к хранению и подготавливает к эксплуатации на этапе хранения;
- перемещает ТС на этапе транспортировки;
- утилизирует ТС на этапе утилизации.

Функции борьбы с вредными функциями используются на всех этапах жизненного цикла.

Функции взаимодействия с надсистемой также используются на всех этапах жизненного цикла

При развертывании технической системы на вспомогательных этапах жизненного цикла обычно преследуется цель минимизации затрат потребителей. Для этой цели на вспомогательных этапах в том или ином виде используются все рассмотренные классы функций.

Отметим некоторые особенности появления новых функций на вспомогательных этапах жизненного цикла ТС.

На этапе **обслуживания и ремонта** функции увеличения количества действий над изделием (раздел 7.2) присутствуют в минимальном количестве. Так, они могут быть представлены иерархическими функциями, направленными на удовлетворение прямых потребностей человека – например, эстетической (7.2.4).

На этапе **транспортировки** функции увеличения количества операций над изделием (раздел 7.3) присутствуют достаточно редко.

На этапе **хранения** стараются минимизировать затраты пользователя в том числе и на пространство для хранения. Достаточно часто на стадии хранения вводят увеличения количества операций (раздел 7.3), чтобы система делала что-то полезное в то время, когда не требуется выполнение ее основной функции.

Пример 7.6-2

Типовым решением минимизации пространства при хранении бытовой техники является использование внутренних объемов технических систем: все возможные насадки в кухонных комбайнах (или пылесосах) вкладывают внутрь корпуса ТС.

Пример 7.6-3

Складные конструкции тоже пример минимизации при хранении.

Пример 7.6-4

Пылесос на стадии хранения достаточно часто используют как пуфик.

Для этапа **утилизации** развертывание чаще всего проявляется в очень слабой степени. Это связано с тем, что обычно основные усилия разработчиков технических систем направлены на то,

чтобы обеспечить выполнение главных и дополнительных функций технической системы на этапе эксплуатации и гораздо меньшие усилия направляются на то, чтобы снизить затраты при утилизации. Более того, достаточно часто требования выполнения главных функций и требования к утилизации рождают противоречивые требования к параметрам технической системы.

Пример 7.6-5

Детали корпуса металлорежущего станка должны соединяться с натягом, чтобы увеличить жесткость, необходимую для обеспечения более точной обработки изделия. А с другой стороны детали должны соединяться с зазором, чтобы корпус можно было легко разобрать на этапе утилизации.

В связи с возрастающими требованиями экологичности изделий появляется все больше функций, направленных на снижение затрат при утилизации. Часто это – информационные функции (раздел 7.3.1): например, на детали изделий наносится маркировка, определяющая, какой тип технологического процесса утилизации может быть применен к данной детали.

Иногда функции утилизации удаются возложить (свернуть) на изделие полностью.

Пример 7.6-6

«Зеленые» виды упаковки предусматривают их саморазложение в течение какого-то периода времени.

Важным видом функций при утилизации является повторное использование технической системы или ее частей (это - функции из раздела 7.2). Тем самым жизнь технической системы продлевается.

Пример 7.6-7

Фирма Херох начала выпускать бумагу, отпечатанный текст на которой исчезает в течение 24 часов. Достаточно часто этого времени достаточно, чтобы распечатанный документ был использован по назначению (прочитан, изучен и пр.). Через 24 часа бумагу можно использовать снова.

Если не удастся обеспечить повторное использование ТС для тех же целей, для которых она была сконструирована, то возможно использование по другому назначению, за счет использования ресурсов (раздел 7.2.3). При этом возможно как использование «главных» энергетических ресурсов, так и использование «неосновных параметрических» ресурсов.

Пример 7.6-8

Отработавшие ресурс авиационные двигатели часто используют для очистки от снега взлетно-посадочных полос в аэропортах. Здесь - использование «главного» энергетического ресурса

Пример 7.6-9

Отработавшие ресурс корабли иногда затопливают, чтобы обеспечить спортсменам-дайверам удобное живописное место для погружений и тренировок. Здесь – использование вспомогательного ресурса объема корабля.

7.7 Определение наборов функциональности технических систем

Описанные выше закономерности развертывания технических систем позволяют определить поле потенциально востребованных потребителями функций для анализируемой технической системы. Таких функций может быть достаточно много (десятки и сотни). Практика вывода технических систем на рынок заключается в том, что в технические системы включают ограниченное число функций. Есть несколько причин этого.

Во-первых, большие наборы функций, каждая из которых в отдельности требует небольших затрат от потребителя, приводят к тому, что полный набор требует от потребителя очень значительных затрат. Пользователь должен изучить все возможности технической системы, научиться ими пользоваться, помнить их. Это – интеллектуальные затраты, которых следует избегать.

Во-вторых, чаще всего вводимые функции оказываются бесплатными. Увеличение количества функций приводит к увеличению стоимости изделия. Пользователь не всегда готов платить за новые функции.

Типовой практикой введения функций в технические системы является разработка нескольких моделей технических систем, обладающих различными наборами функций (Рис. 32)

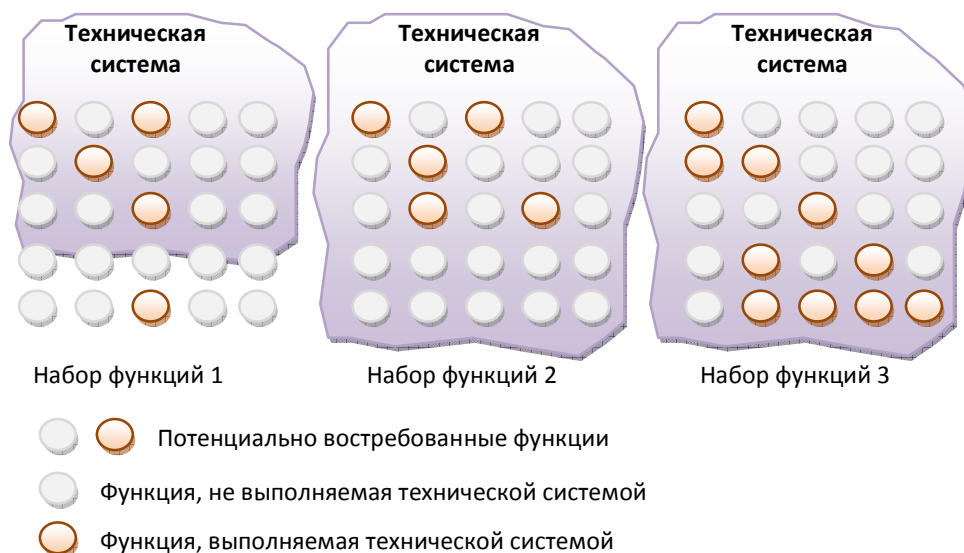


Рис. 32 Наборы функций

Сами потребительские сегменты, в которые должны попадать изделия, могут быть описаны несколькими осями.

Некоторые из этих осей являются универсальными:

- ось цен (цены «бюджетного» уровня, цены среднего уровня, высокие цены...)
- ось производительности технической системы

Часть осей является специфичными для каждого класса техники.

К примеру, для бытовой техники такими осями могут быть:

- ось надсистем (квартира, офис, открытые пространства...)
- ось приоритетов для различных групп потребителей (престиж, медиа контент, удобство, путешествия...)

Достаточно часто потребителю дают возможность самому отрегулировать функциональность получаемого им изделия. С этой целью иногда обеспечивается комплектация моделей по

спецификациям потребителя: он может опционально выбрать необходимый для себя набор функций.

Пример 7.7-1

Так делают, например, при производстве автобусов и автомобилей высокой грузоподъемности. Заказчики могут при размещении заказа определить нужную комплектацию изделий из набора возможных опций.

Для автобусов это может быть наличие или отсутствие площадок для въезда инвалидов, наличие кондиционеров, варианты планировки сидений, типы сидений и т.д.

Пример 7.7-2

Существуют многочисленные онлайн сервисы, которые позволяют при покупке компьютера вообще возможно «собрать» себе компьютер нужной конфигурации.

Ценовая ось является наиболее универсальной и поэтому наиболее часто используется.

Обычно выделяют несколько ценовых групп товаров. И далее в рамках каждой группы определяется набор функций. При этом по мере развития технологии, введенные функции становятся все дешевле и поэтому они перемещаются из моделей более дорогих групп в более дешевые.

Пример 7.7-3

В цифровых фотокамерах функция стабилизация изображения вначале была доступна только в дорогих камерах профессионального уровня. Через 4-5 лет эта функция становится практически стандартной для фотокамер бюджетного сегмента рынка.

Надсистемы, как уже говорилось, также определяют свои специфические функции для технической системы.

Неодинаковые приоритеты потребностей у различных потребителей приводят к необходимости подстраиваться под каждый тип потребителей.

Пример 7.7-4

Так, мобильные телефоны наиболее дорого класса обычно подразделяются на «имиджевые» телефоны для состоятельных людей, которые хотят «показать деньги», бизнес телефоны для деловых людей, медийные телефоны для любителей слушать музыку и скачивать различный медиаконтент и т. д.

Хотя такие телефоны по ценовому фактору вполне сопоставимы, но функциональное оснащение их может сильно отличаться. Так в «имиджевых» телефонах часто делается упор на эксклюзивность, которая выражается в дизайне (телефоны, инкрустированные драгоценными камнями; дизайн может быть сделан известным дизайнером и пр), в наборе сигналов (для телефонов такого класса мелодии сигналов иногда заказывают у известных композиторов) и т. д. Для бизнес телефонов характерен упор на бизнес-функции: доступ к средствам коммуникации (e-мейл, интернет) и пр. Для медийных телефонов характерным является поддержка качественного проигрывания музыки и видео,

Для прояснения вопроса необходимости включения тех или иных функций в техническую систему могут быть использованы некоторые из существующих методик.

К таким методикам можно отнести изучение «голоса потребителя (voice of customer)» по методикам Кано [10]. Если в «классическом» варианте методики Кано неясно, о какой

функциональности следует опрашивать потребителей, то в случае уже сформулированных потенциально востребованных функций результаты могут быть достаточно эффективными.

Следует отметить, что даже формулирование потенциально востребованных функций не является гарантией того, что пользователь готов за них платить.

В работе [35] приводятся слова одного из руководителей американской авиакомпании «Southwest Airlines» о том, что он получал очень много советов от пользователей о способах улучшения работы компании. Но как только их спрашивали о том, за какие услуги они готовы платить дополнительные деньги, они теряли интерес ко многим уже сделанным предложениям и в основном склонялись к снижению тарифов и более удобному расписанию.

В этой связи очень эффективным подходом представляется оценка функций по методу главных параметров потребительской ценности (main parameters of customer value) [21, 37, 38]. С помощью этого подхода можно оценить, насколько та или иная функция окажется полезной для потребителей, и выделить из потенциально-востребованных функций те, которые принесут максимальную прибыль производителю изделия.

Следует отметить, что вводимые функции могут выполняться разными способами и в широком диапазоне параметров. И поэтому чрезвычайно важно при работе с уже сформулированными функциями их «дожимать» до уровня, который вызовет такой интерес пользователя, что тот будет готов платить за эти функции.

Пример 7.7-5 (предоставлен С. С. Литвиным)

При анализе бритв фирмы «Gillette» проводился детальный анализ функции лезвия бритвы – «удалять волос». Помимо типично рассматриваемых при анализе такой функции параметров, как «чистота бритья», «деформация кожи» и пр., для пользователя может представлять интерес большой интерес параметр «интервал между циклами» бритья.

Обычно этот интервал составляет одни сутки - (после этого нужно бриться снова).

Если бы этот параметр удалось увеличить хотя бы в 2 раза (а лучше в большее число раз), то это могло бы вызвать очень высокую заинтересованность потребителей. Как показал блиц-опрос, за такую функциональность они готовы были бы платить.

Пример 7.7-6

Примером попытки «дожатия» функции может служить эволюция функции автоматического распознавания лица в кадре (Пример 7.3-1). Первые такие системы просто распознавали наличие лица в кадре, и фокус настраивался именно на это лицо. Затем научились распознавать несколько лиц. Но пользователя могут интересовать не все лица, которые попали в кадр, а только некоторые из них. Поэтому появилась возможность указывать, на какие конкретно лица в толпе должна фокусироваться камера.

Однако при частых съемках одних и тех же персон фотограф должен в каждом кадре указывать их отмечать для фокусировки. Поэтому появилась функции запоминания распознанных лиц: при следующей съемке камера распознает уже «знакомые» лица и устанавливает фокус именно на них.

8 Практика применения

Первая полномасштабная проверка методики была проведена автором в рамках работы, выполняемой в 1991 году для Института цифрового телевидения при Минском заводе «Горизонт», одной из целей которых было выявление новых возможных функций телевизоров.

Далее методика использовалась специалистами ИМКорп при выполнении консультационных проектов и при разработке функциональности программного обеспечения «TechOptimizer» и «Goldfire Innovator».

9 Новизна и личный вклад соискателя

1 . Разработана классификация функций, обеспечивающих развертывание технических систем (Рис. 33).

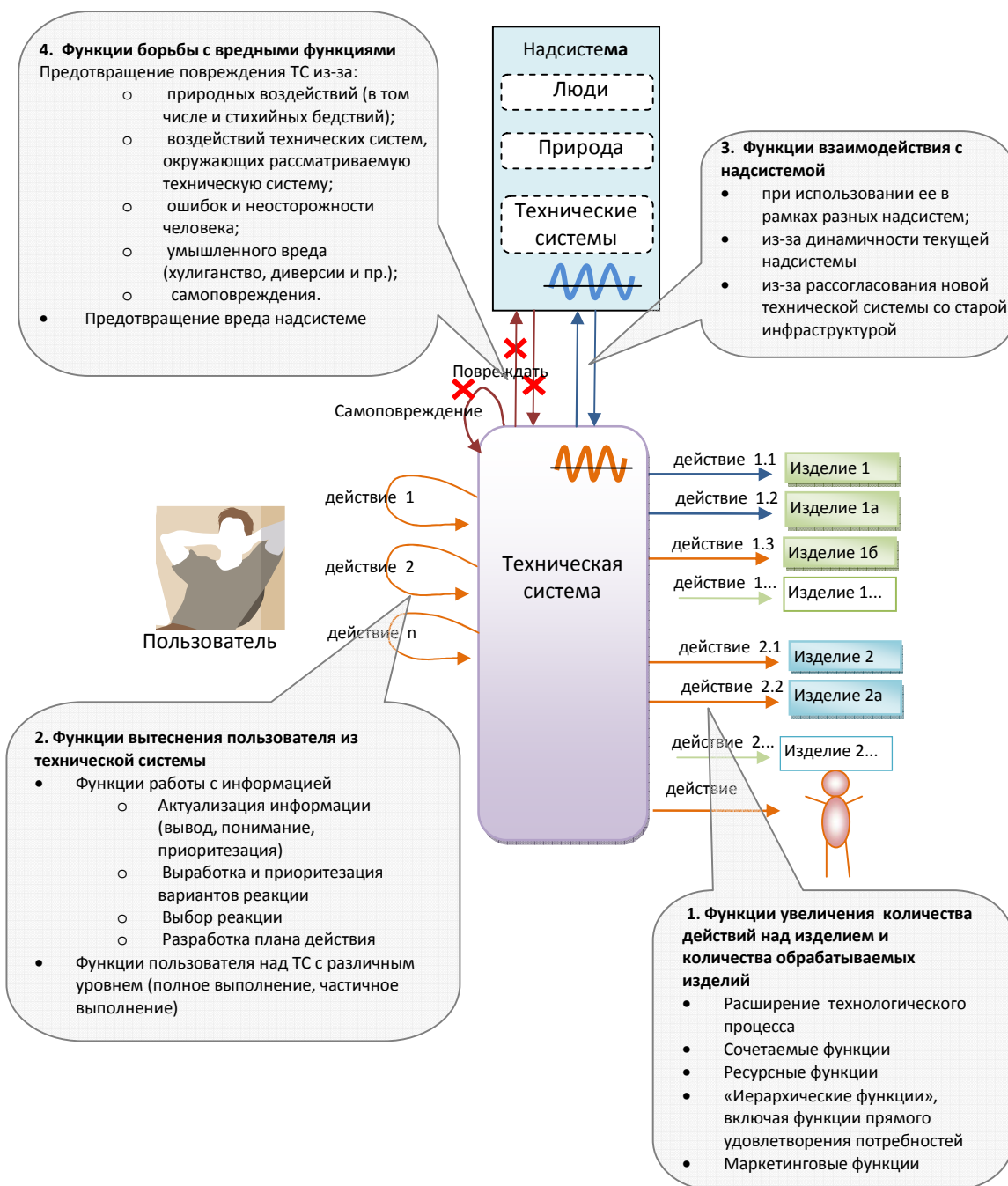


Рис. 33 Схема развертывания технической системы

2. Предложена классификация функций «увеличения количества действий над изделием»:

- расширение технологического процесса,
- сочетаемые функции,
- ресурсные функции,
- «иерархические функции», включая функции прямого удовлетворения потребностей,

- маркетинговые функции).

Использован иерархический подход к описанию результатов выполнения функции технической системы над изделием. Показано, что человек может быть объектом функций технической системы, даже если главные ее функции воздействуют не на человека.

3. Детализованы механизмы «вытеснения» человека из технической системы:
 - За счет различных уровней выполнения технической системой функций пользователя
 - За счет принятия технической системой функций пользователя по работе с информацией:
 - актуализация информации (вывод, понимание, приоритезация),
 - выработка и приоритезация вариантов реакции,
 - выбор реакции,
 - разработка плана действия.

Показана закономерность развертывания в ТС инфраструктуры, поддерживающей работу с информацией.

4. Детализован механизм появления функций по взаимодействию с надсистемой. Показано влияние различных надсистем на функциональное наполнение технических систем.
5. Детализован механизм появления функций по борьбе с вредными функциями направленными как на техническую систему, так и на надсистемы.
6. Для каждого из классов функций приведены причины, по которым данный класс функций является потенциально востребованным потребителями.
7. Для каждого класса функций разработана методика их формулирования, которые с достаточно высокой степенью вероятности обеспечивают повторяемость результатов применения методики.
8. Показаны особенности развертывания технических систем на разных этапах их жизненного цикла.
9. Основные положения работы разработаны соискателем и изложены в 5-ти публикациях (см. раздел 11).

10 Выводы и рекомендации по применению

Разработана классификация функций развертывания технических систем (функции увеличения количества действий над изделием и количества обрабатываемых изделий, функции вытеснения человека из технической системы, функции взаимодействия с надсистемой, функции борьбы с вредными функциями, которые являются потенциально востребованными для потребителей (Рис. 33).

Разработаны методики формулирования каждого класса функций.

Данные методики могут быть использованы в качестве составной части методики ближнего и среднесрочного прогноза развития технических систем.

Методики легко могут быть адаптированы для использования в различных специфических условиях: для разработки программного обеспечения, анализа интерфейсов взаимодействия человека и технической системы и т. д.

11 Список работ автора по теме диссертации

1. Девойно И.Г. Усложнение технических систем. - Журнал ТРИЗ т.2, № 1, 1991.
2. Devoino I. Forecasting additional functions in engineering systems. Proceeding of ICED-93. The Hague, 17-19 August Vol.1, 1993, pp 274-277.
3. I.Devoino. Zdokolonavani techickych systemu. Tvorby a reseni invachnich zadani (TRIZ) / BRNO.1997. Str. 208.
4. Девойно И.Г. Функциональное наполнение ТС. – Журнал ТРИЗ. - Обнинск: Протва-Прин, 1996, 1 (№11)
5. Девойно И.Г. Прогнозирование дополнительных функций в технических системах/ / Тезисы докладов 3-го научного семинара по проекту «Изобретающая машина» (Минск, 15-17 сентября 1992), с.10-13.

12 Литература

6. Саламатов Ю.П., Кондраков И.М. Идеализация технических систем. Исследование и разработка пространственно-временной модели эволюции технических систем (модель "бегущей волны идеализации") на примере развития ТС "Тепловая труба". Красноярск, 1984.
7. Maslow A.H. Motivation and personality. Brandeis University. New York. Harper and Brothers, 1954. 411 p.
8. <http://www.jske.org/>
9. <http://www.kansei.eu/>
10. Kano, N. (1984), Attractive quality and must-be quality, The Journal of the Japanese Society for Quality Control, April, pp. 39-48.
11. Glenn Mazur. Voice of customer analysis. A modern system of front-end QFD tools with case studies. http://www.mazur.net/works/voice_of_customer.pdf
12. Nielsen, J. (1993). Usability Engineering. Academic Press, Boston.
13. Advanced Man-Machine Interaction. Fundamentals and Implementation. Series: Signals and Communication Technology. Kraiss, Karl-Friedrich (Ed.). 2006, XX, 461 p.
14. Джулиус Панеро, Мартин Зелник. Основы эргономики. Человек, пространство, интерьер. Справочник по проектным нормам. Human Dimension & Interior Space: A Source Book of Design Reference Standards. АСТ, Астрель, 2006 г. 320 стр.
15. Перницкий С. И., Многофункциональность как средство решения изобретательских задач. <http://www.metodolog.ru/01400/01400.html>
16. Герасимов В. М., Литвин С. С. Основные положения методики проведения ФСА. Свиртывание и сверхэффект. Журнал ТРИЗ. 1992 №3.2, с. 7-46.
17. Герасимов В.М., Литвин С.С. Учет закономерностей развития техники при проведении ФСА технологических процессов. – В сб.: Практика проведения ФСА в электротехнической промышленности. – М.: Энергоатомиздат, 1987, с. 193-210
18. Герасимов В.М., Литвин С. С. Зачем технике плюрализм : (развитие альтернативных технических систем путем их объединения в надсистему). Журнал ТРИЗ. - 1990. - Т.1. - № 1. - С. 11-26.
19. Герасимов В.М., Литвин С. С. Технический отчет №1 по теме "Механизмы перехода в надсистему альтернативных систем" [Рукопись]. Теорет. отдел ТРИЗ и ФСА НИЛИМ. - Л., 1990. - 37 с. - Рукопись деп. В ЧОУНБ 20.03.1990 № 871.
20. Петров В. Закономерности развития потребностей. (<http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-04-potrebnosti.pdf>)

21. Verbitsky M., Casey P. Quantitative Diagnostics of a Product Portfolio and Creation of Innovation Agenda. GEN3 Partners, Boston, Massachusetts.
(http://www.gen3partners.com/documents/GEN3_DiagnosticsOfProductPortfolio.pdf).
22. Шпаковский Н. А. Деревья эволюции. Анализ технической информации и генерация новых идей. М. 2006.
23. Даниловский Ю. Альбом «Гипотеза аттракторов развития». <http://foto.mail.ru/mail/zrts7/633/>.
24. Lawrence D. Miles. Techniques of Value Analysis and Engineering. 2nd edition (June 1972).
25. Litvin S. S.Substantiation of Function-Oriented Search Derived Solutions, GEN3 Partners, USA TRIZFEST 2007. <http://www.metodolog.ru/01100/01100.html>
26. Шпаковский Н. А. Человек и Техническая Система. <http://www.gnrtr.com/tools/ru/a08.html>
27. Любомирский А, Литвин С. С. Законы развития технических систем.GEN3 Partners.Февраль 2003. <http://www.metodolog.ru/00826/00826.html>
28. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. — М.: «Советское радио», 1979. — С. 122 – 127.
<http://www.altshuller.ru/triz/zrts1.asp>
29. Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. Новосибирск: Наука, 1986, с. 90-96.
30. Петров В. Закон перехода системы в надсистему. <http://trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-17-nadsyst.pdf>
31. Саламатов Ю.П. Система законов развития техники (Основы теории развития технических систем). Издание 2-е исправленное и дополненное, 1991-1996г.
32. Эппингер Стивен. Промышленный дизайн. Создание и производство продукта. Вершина. 2006. 448 с.
33. Норман Д. Дизайн промышленных товаров. Вильямс. 2003. 384 с.
34. McDermott R. E., Mikulak R. J., Beaugregard M. R. The Basics of FMEA, 2nd Edition, 2008
35. J.Sims, S.Kogan. Bringing Innovation to the Innovation process: Industry Week, USA, September 7, 2005.
(http://www.industryweek.com/articles/bringing_innovation_to_the_innovation_process_10695.aspx)
36. M.Treacy. Does the Voice of the Customer Matter?: Advertizing Age, USA, 2005.
37. S.Litvin. Business to Technology – New Stage of TRIZ Development: TRIZ Future 2005 (ETRIA Conference), GRAZ, Austria, November 2005.
38. L.Malinin: The Method for Transforming a Business Goal into a Set of Engineering Problems: TRIZ Future 2006 ETRIA Conference), Kortrijk, Belgium, October 2006