

Владимир Петров
Израиль,
E-mail: AtrI@bigfoot.com

Закономерности развития функций

Статья представляет собой одну из серии статей, описывающей законы развития систем. Эта серия статей - краткий обзор книги, написанной автором совместно с Эстер Злотин, посвященной законам развития систем.

Работа описывает теоретические представления авторов о законах развития систем с позиций системных исследований. В данной статье описываются закономерности развития функций.

1. Общие соображения

Рассмотрим некоторые закономерности развития ФУНКЦИЙ, например, поли- и монофункциональность.



Рис. 1.

Как известно, развитие любой системы происходит по **S-образной** или **логистической кривой**, представленной на рис. 1.

На начальном этапе развития (участок 0-1) системы строятся **полифункциональными** - или **универсальными**. Они не приспособлены для выполнения какой-то одной специальной функции, а выполняют много функций. На завершающем этапе (участки 2-3 и 3-4) системы **специализируются** путем выделения

и развития отдельных функций, т.е. становятся **монофункциональными**. На определенном этапе развития монофункциональные (специализированные) системы намного проще и эффективнее полифункциональных, особенно в массовом производстве.

Пример 1. Первые суда были универсальными (полифункциональными). В последствии стали выделяться специальные суда, например, пассажирские, транспортные, ледоколы, спасательные и пожарные суда, паромы, военные корабли и т.д. Далее каждое из этих судов еще более специализируется. Например, появились специальные суда, подбирающие лед. Среди транспортных судов выделились сухогрузы и танкеры. Достаточна большая специализация в военных кораблях. Аналогично можно рассмотреть развитие станков и инструментов. Первые станки и инструменты появляются универсальными, например, токарный станок. В дальнейшем используются более специализированные - автоматы для нарезки винтов и т.д.

В то же время идет развитие и в другом направлении. Разработаны и широко применяются многофункциональные системы типа "обрабатывающий центр".

Закономерности **ПОЛИ-** и **МОНО**функциональности выполняются механизмами **развертывания** и **свертывания функций**.

Под **свертыванием** понимается переход от поли- к монофункциональности.

Развертывание - это расширение функциональных возможностей системы переходом от моно- к полифункциональности.

Поли- или монофункциональность в системе может быть и **динамичной** (см. закон динамизации функций).

При любых изменениях необходимо **согласование** функций, систем и параметров.

Схема законов изменения функций показана на рис. 2.

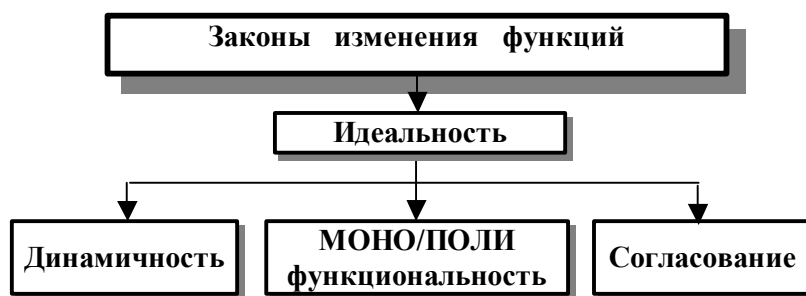


Рис. 2

Законы развития функций аналогичны законам развития потребностей, но рассматриваются на функциональном уровне:

- идеализация функций,
- динамизация функций,
- согласование функций,
- перехода к МОНО- или ПОЛИфункциональности.

Идеализация функций осуществляется их динамизацией и переходу к МОНО- или ПОЛИфункциональности и последующем согласовании.

2. Закон идеализации функций

Закон идеализации функций предусматривает увеличение количества функций и уменьшения затрат времени и средств на их удовлетворение.

Пример 2. Количество функций, выполняемое компьютером, постоянно увеличивается, а стоимость компьютера уменьшается. В связи с этим стоимость выполнения одной функции уменьшается.

3. Закон динамизации функций

Закон динамизации функций предусматривает изменение функций во времени и пространстве в зависимости от определенных условий. Функции приспособляются под определенные потребности, конкретные условия, группу людей, конкретного человека, направления деятельности и т.п. Функции изменяются в то время, в том месте и в том виде, котором это необходимо в конкретном случае.

Пример 3. В торговом центре Лас-Вегаса создано искусственное небо. Оно постоянно меняет свое состояние. Появляются и уходят облака, небо темнеет и светлеет, имеется рассвет и закат.

Кроме того, под **динамизацией функций** понимается и переход от поли- к монофункциональности и обратный, которые могут осуществляться следующим образом:

В целом система может быть монофункциональной, но в определенный момент времени, в определенном месте или при определенных условиях она может превращаться в полифункциональную.

Или, наоборот, полифункциональная система может превращаться в монофункциональную.

Пример 4. Разработали и выпускают отдельные машины для мойки улиц. В зимнее время они простаивают. В дальнейшем к машине зимой стали прицеплять скребок и щетку и использовать для очистки от снега. Снег перемещался с проезжей части. Другая специальная машина соскребала этот снег и направляла его в кузов третьей машины, которая отвозила его в другое место. Следующим этапом машина должна быть полностью универсальной. Существует только основная часть автомобиля к которой присоединяются необходимые в данный момент дополнительные части. Этих частей может быть несколько. Машина сможет одновременно выполнять сразу несколько функций.

Современные средства управления обладают динамизацией функций. Приведем примеры на динамизацию функций и динамическое согласование.

Пример 5. Компьютер много функциональное устройство. Сегодня трудно описать все функции, которые он может выполнять. Но при конкретной работе он часто выполняет только одну функцию. Все остальные функции в это время не используются. При выполнении нескольких функций, они обязательно согласуются по времени и структуре одна с другой (динамическое согласование).

Пример 6. При некоторых обстоятельствах водитель создает аварийные ситуации на дорогах.

Опишем две из них:

- Водитель одновременно говорит по телефону и ведет автомобиль
- Водитель засыпает за рулем

Мы не будем рассматривать случаи, Когда человек, сидящей в машине, пассажир, а не водитель и, когда в машине установлен автопилот (описанный выше).

Первая проблема уже частично решена – используется аппарат для громкой связи (спикер). Обе руки водителя свободны и он может точно также вести автомобиль. Можно управлять автомобилем и свободно говорить. Это не более опасно, чем разговор с попутчиком. Даже с попутчиком еще более опасно, так как водитель может повернуть голову к нему, положить не него свободную руку и т.д. Все зависит от мастерства водителя. Но, тем не менее, проблема все равно остается.

Посмотрим на эту проблему, как на появление новой потребности. Опишем один из возможных способов ее удовлетворения.

Автомобиль оборудован приборами, определяющими состояние водителя. У водителя постоянно снимают сигналы работы мозга, следят за положением его зрачков и снимают другие показатели. Когда интегральная картина, показывают, что человек отвлекается от вождения автомобиля, телефон отключается. И подается сигнал, заставляющий водителя усилить внимание. Такие датчики можно будет поместить, например, в специальных очках, ремне безопасности, сидении и т.д. Подбор, подаваемых водителю сигналов, будет строго индивидуален. Для каждого человека это будут подбираться свои, наиболее эффективно на него воздействующие сигналы.

Перейдем к проблеме засыпания за рулем. Мы уже описывали, что на автострадах существуют специальные съезды с дороги. Дорога построена таким образом, что машину сносит на обочину. Поэтому когда водитель не спит, то он управляет автомобилем и остается в том ряду, котором он ехал. Если водитель

заснул, то его сносит на обочину. На обочине покрытие сделано такое, что создается повышенное трение (ребристая дорога). Это трение приводит к «визгу» шин. Звук тем сильнее и тем противнее, чем больше скорость движения автомобиля. Чаще всего этого звука достаточно, чтобы водитель проснулся. Предусмотрена и следующая полоса ближе к обочине. Она сделана волнистой. Машина подскакивает на возвышенностях и появляется вибрация у водителя ослабляется давление на педаль газа и, кроме того, от вибрации водитель просыпается. Эта система хороша, когда на полосе, ближней к обочине нет машин. Кроме того, это реакция на уже заснувшего водителя, а желательно поймать момент, когда он начинает терять внимание. Для этого нужно следить за состоянием водителя. В этом случае можно использовать систему, описанную выше.

4. Закон согласования функций

Согласование функций может осуществляться:

- **во времени,**
- **в пространстве,**
- **по условиям.**

В частности может быть **динамическое согласование**.

Пример 7. В современных посудомоечных машинах необходимо согласовывать во времени операции замачивания, мойки и сушки. Аналогично и в стиральных машинах операции замачивания, стирки, отжима и сушки (согласование во **времени**)

Пример 8. Как правило, функция потребления пищи осуществляется в столовой комнате, сна – в спальне, а работы – в кабинете (согласование в **пространстве**).

Пример 9. Любые операции, проводящиеся только в случае, если выполнена предыдущая операция должны согласовываться по **условию**. Например, аппарат по заполнению какой-то тары содержимым. Должен до момента заполнения проверить имеется ли на этом месте эта тара, и только при ее наличии заполнять ее содержимым.

Согласование функций путем их объединения будет рассмотрено ниже.

5. Закон перехода к МОНО- или ПОЛИфункциональности

Закон перехода к МОНО- или ПОЛИфункциональности осуществляется механизмами **свертывания** или **развертывания функций**. Схематически это изображено на рис. 3

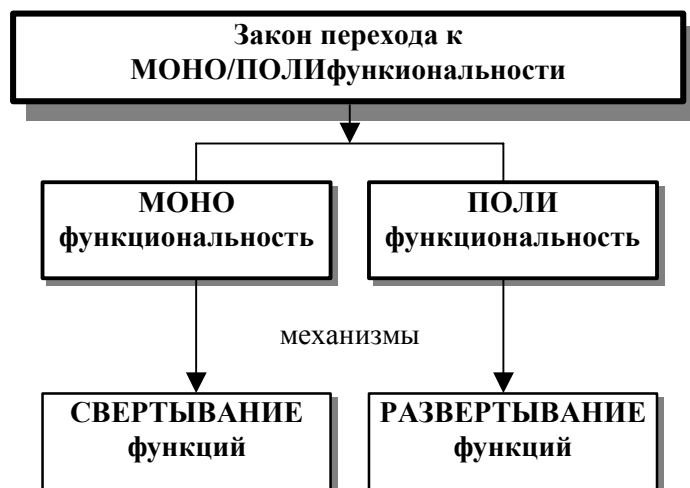


Рис. 3

Ниже опишем закономерности свертывания и развертывания функций.

5.1. Закономерности свертывания функций

Развитие систем идет путем **объединения (свертывания)** функций.

Свертывание функций осуществляется устранением лишних и вредных функций. Такие операции могут проводиться определением нужной функции и путей ее осуществления, например, передачей этой функции другому элементу системы или надсистеме.

Приведем примеры на свертывание функций.

Пример 10. Расплавленный шлак (температура около 1000°C), образуемый при выплавке чугуна, переливают в ковши на железнодорожной платформе и увозят на переработку. Следует иметь в виду, что переработка жидкого шлака экономически выгодна, переработка твердого шлака нерентабельна. Во время перевозки шлак охлаждается, и на поверхности расплава образуется твердая корка. Чтобы вылить шлак из ковша, в корке специальным копровым устройством пробивают два отверстия. При таком способе вылива 1/3 кокса остается в ковше. Затвердевший шлак выбивают из ковша с помощью отбойных молотков и отправляют в отвалы [3].

Вредная функция в данной задаче - застывание шлака. Ликвидировать эту вредную функцию было предложено двумя способами: или с помощью обогрева шлака, для чего предлагалась специальная система, или с помощью теплоизолятора в виде крышки.

Система обогрева оказалась очень энергоемкой, крышка предохраняла шлак от застывания, но она оказалась очень тяжелой. Для открытия и закрытия крышки необходимо было использовать подъемный кран или специальный домкрат. Кран должен ездить постоянно с ковшом, что неудобно и дорого. Разработка специализированного домкрата оказалась также сложной задачей.

Домкрат должен работать при очень большой температуре и в агрессивной среде.

Таким образом, необходимо свернуть и функцию теплоизоляции - функцию крышки. Эту функцию нужно передать имеющимся элементам системы, т.е. ковшу и шлаку. Застывшая корка шлака частично обеспечивает функцию теплоизоляции. При наличии корки шлак остывает значительно меньше, но появляется новая вредная функция - корка не пропускает шлак (не позволяет шлаку выливаться). Необходимо свернуть и эту вредную функцию, передав ее также имеющимся в системе элементам. Мы уже использовали корку, которая теперь выполняет полезную функцию теплозащиты. Но корка создает и вредную функцию - не пропускает шлак. Видимо, устранение этой вредной функции должна осуществлять корка. Это можно осуществить, если корку делать в виде пены. Пена хороший теплоизолятор, разрушается потоком шлака. Такую шлаковую пену делают, подавая в струю шлака при заливке в ковш струю воды¹.

Пример 11. При дуговой сварке электрод необходимо передвигать. Эта процедура проводится или вручную, или с помощью специального механизма. Свернем

¹ А.с. № 400 621

функцию передвижения. Предложено в разделку шва укладывать зигзагообразный электрод. По мере плавления электрода дуга перемещается сама².

Пример 12. Еще один пример на свертывание функции передвижения можно описать, вспомнив изобретение электрической свечи в 1876 г. П.Н.Яблочковым. Все изобретатели, пытавшиеся применить принцип электрической дуги, открытый в 1802 г. В.В.Петровым, располагали электроды так, что по мере их сгорания электроды необходимо было придвигать друг к другу. Это требовало сложных устройств (регуляторов), которые делали электрическое освещение с помощью дуговых фонарей неудобным и дорогим.

П.Н.Яблочков решил свернуть функцию передвижения электродов.

Он расположил электроды параллельно и поместил между ними электроизоляционную прокладку.

Функция перемещения электрода при дуговой сварке решена другим образом³. Вдоль шва ставят электроды на расстоянии не более пятна действия дуги. Ток к электродам подключают постепенно. Дуга перемещается от электрода к электроду. Свернуть функцию перемещения сварочного электрода можно еще одним способом - перемещать только дугу. Решение, осуществляющее перемещение дуги магнитным полем⁴.

Таким образом, **СВЕРТЫВАНИЕ ФУНКЦИЙ** может проводиться следующими путями:

ликвидацией ненужных или вредных функций (задача о шлаке);

- **передача функции** другой части системы или надсистеме (задача о шлаке);
- выполнением необходимого действия **заранее**, или заменой процесса на более **прогрессивный**, (а.с. 66582, 285740 и свеча Яблочкова);
- выявление более **общей** функции и определение других путей ее осуществления, не требующих выполнения первоначальной функции (перемещение дуги вместо электрода - а.с. 172932, 221867);
- выделение необходимой (**специальной**) функции из системы или подсистемы и формирование на ее основе специализированные системы (специальные суда, станки).

Для функции **измерения** или **обнаружения** более общая функция - **изменение**, т.е. свертывание функций измерения или обнаружения - это производство необходимого изменения. В соответствии со стандартом на решение изобретательских задач 4.1.1 из системы 76 стандартов функция измерения или обнаружения заменяется функцией изменения.

Пример 13. При появлении трещины в трубе, необходимо определить, где эта трещина находится. Свертываем «функцию обнаружение» - не определяем, где находится трещина, а сразу решаем задачу об ее заделке. Заделать трещину, не зная ее местоположения, можно с помощью химического эффекта. На внешний слой трубы наносится раствор соли металла, а по трубе пускается газ аммиак. При их соединении происходит реакция, выделяющая вещество заделывает трещину⁵.

Возможно и некоторое отступление - частичное свертывание функции обнаружения: одновременное обнаружение и изменение.

² А.с. № 66 582

³ А.с. № 285 740

⁴ А.с. №№ 172 932, 221867

⁵ Пат. США № 3 709 712.

Пример 14. Необходимо обнаружить и заделать течь в холодильнике, использующим в качестве хладагента фреон. По трубе проводят горелкой и в месте течи пламя изменяет цвет. Запаявают до тех пор, пока не восстановится цвет пламени.

В наиболее свернутом (общем) виде функции можно выделить следующие функции как различные виды **преобразований**, например: **преобразование (переработку), передачу (обмен), хранение (задержку) и управление этими функциями.**

Определение более общей (**главной функции**) можно проводить в следующей последовательности⁶:

1. **Определение основной функции в решаемой задаче.**
2. **Определение недостатков, связанных с выполнением основной функции в решаемой задаче.**
3. **Определение системы, в которую входит рассматриваемая задача.**
4. **Определение основной функции системы.**
5. **Определение недостатков, связанных с выполнением основной функции системы известным способом.**
6. **Определение надсистемы, в которую входит рассматриваемая система.**
7. **Определение основной функции надсистемы.**
8. **Определение недостатков, связанных с выполнением основной функции надсистемы известным способом.**

В случае необходимости определяют наднадсистемы и далее аналогично пунктам 6-8 и т.д. Наиболее общую функцию называют **главной функцией**.

Под недостатками понимается не только вредные, но и ненужные и лишние функции, воздействие или бездействие (холостой ход, простой и т.д.). Сюда же могут быть отнесены излишняя масса, габариты и энергопотребление.

Определение недостатков при формулировке главной функции проводится для того, чтобы устранить их, свертыванием этих вредных функций.

5.2. Закономерности развертывания функций

Развертывание функций, т.е. переход к полифункциональности, осуществляется приданием системе необходимых или желательных функций, а, кроме того, выявлением и использованием новых функций в имеющихся системах.

⁶ Эта последовательность была разработана В.Петровым в 1975 году и излагалась в курсе Системного анализа, который он читал в Институте повышения квалификации судостроительной промышленности и Народном университете научно технического творчества при Выборгском доме культуры в 1975-1985 годах. Опубликовано в работах:

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

Петров В.М. Методика выбора перспективного направления НИОКР. - Л.: ВНИИЭСО, 1985.-69 с.

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

Увеличение (расширение) функций может осуществляться на качественном и количественном уровнях. Под качественным уровнем понимается появление новых функций, а под количественным – дублирование имеющихся.

Расширение может проводиться **соединением-разъединением**, например, использованием следующих операторов:

- *динамизацией (деформацией)-стабилизацией,*
- *ускорением-замедлением,*
- *увеличением-уменьшением.*

Эти операции можно осуществлять для **вещества, энергии, информации**, которые могут рассматриваться в *пространстве, во времени*, по любым **параметрам системы, подсистемы, надсистемы, окружающей среды и связей между ними**.

Частично эта система представлена в таблице 1. Полная картина представляет собой морфологическую матрицу с двумя дополнительными осями: параметров (физических, экономических, эстетических и т.п.) и структуры (подсистемы, системы, надсистемы, окружающей среды).

Развертывание функций начинают с построения дерева функций.

Вершиной этого дерева служит **генеральная цель** или **главная функция** (функция нулевого ранга). Кроме главной функции система может иметь и **второстепенные**. Для обеспечения главной (или второстепенной) функции необходимы одна или несколько **основных функций** (функций 1-го ранга), а они осуществляются **вспомогательными функциями** (функциями 2-го ранга).

Таблица 1. Развертывание функций

Функции	Вещество		Энергия		Информация	
	Пространство	Время	Пространство	Время	Пространство	Время
1. Обнаружение-скрытие						
2. Изменение-сохранение						
2.1. Динамизация-стабилизация						
2.2. Соединение-разъединение						
2.3. Перемещение-фиксация						
3. Увеличение-уменьшение						
4. Преобразование - обратное преобразование						

Вид дерева функций показан на рис. 1.26. Аналогичное дерево может быть построено и для второстепенной функции, если ее принять за главную.

Развертывание функций осуществляется путем выявления и использования новых функций в имеющихся системах⁷.

⁷ Петров В.М. Функциональная структура информационного обеспечения прогнозирования научно-технического прогресса. - Прогнозирование прогресса и его влияние на сокращение цикла "исследование - производство". - Л.: ЛДНТП, 1987, с.35-38.

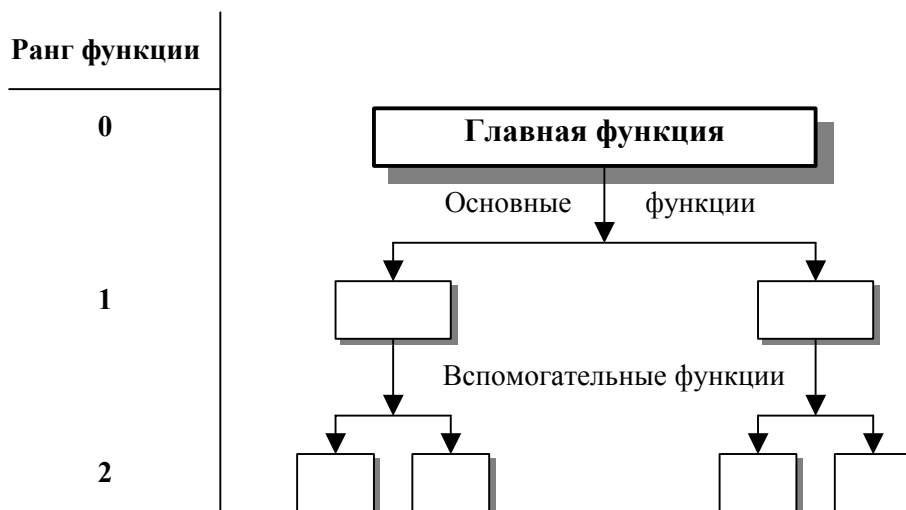


Рис. 4

Первоначально выявляются свойства этих систем. **Выявление свойств систем** может быть выполнено в следующей последовательности:

1. Определение свойств системы в целом

1.1. Описание известных свойств системы, взятых из справочников и документации, в том числе главной, основных и второстепенных функций.

1.2. Описание явных свойств системы, не описанных в справочной литературе, например, особенностей формы, чистоты поверхности, цвета, объема и т.п.

1.3. Описание нежелательных, вредных, бесполезных и вспомогательных свойств, выявленных, например, в процессе эксплуатации.

2. Расчленение системы на подсистемы и выявление их свойств аналогичным образом. Только на этом этапе дополнительно выявляются вспомогательные функции.

3. Выявление свойств веществ, из которых состоят подсистемы, аналогично п. 1. Выявление свойств полей, которыми обладает данная система и подсистема.

4. Выявление системных свойств, не описанных ранее, полученных в результате соединения подсистем известными и новыми способами.

Кроме того, свойства системы меняются в зависимости от надсистемы, в которую ее поместили, и от среды, в которой находятся (работают, функционируют) система и надсистема. На этом этапе первоначально составляются морфологические матрицы взаимодействия подсистем в системе, системы с различными надсистемами, системы с различными средами и надсистемы с различными средами. По этим матрицам получают новые системные свойства (см. Табл. 2).

Таблица 2.

	Функции	Свойства
--	---------	----------

Петров В.М. Технология использования ресурсов. - Теория и практика обучения техническому творчеству. - Челябинск, 1988, с.29.

Впервые доклад на эту тему был доложен на Петрозаводском семинаре преподавателей и исследователей ТРИЗ в 1985 г.

Система	Функции		Свойства	
	Основные	Вспомогательные	Основные	Вспомогательные
Надсистема				
Система				
Подсистема				

Используя выявленные таким образом свойства, можно расширить функциональные возможности имеющихся систем, т.е. применять их по новому назначению.

Последовательность применения выявленных свойств по новому назначению системы может быть следующая:

1. Применение системы в целом.

1.1. Применение вспомогательных свойств, функций, действий в целом.

1.2. Применение вспомогательных функций в качестве основных.

1.3. Применение ненужных или вредных функций в качестве полезных.

1.4. Применение свойств, функций и действий, обратных выявленным.

2. Применение подсистем аналогично п. 1.

3. Применение веществ и полей подсистем.

3.1. Применение основных для системы и подсистемы свойств веществ и полей.

3.2. Применение вспомогательных для данной системы свойств веществ и полей в качестве основных.

3.3. Применение ненужных для данной системы веществ и полей в качестве полезных.

3.4. Применение вредных для данной системы веществ и полей в качестве полезных.

4. Применение микроструктуры веществ подсистемы.

4.1. Применение основных свойств микроструктуры - молекул, атомов, элементарных частиц и т.п.

4.2. Применение вспомогательных для данной системы свойств микроструктуры.

4.3. Применение ненужных для данной системы свойств микроструктуры в качестве нужных.

4.4. Применение вредных для данной системы свойств микроструктуры в качестве полезных.

Развертывание функций может осуществляться и приданием системе более общей функции, включая, в частности, и первоначальную функцию.

Например, функция "сверление" может быть заменена более общей - "делание отверстий" или еще более общей - "обработка материала" или вообще - обработки, которая подразумевает обработку или преобразование не только вещества, но и энергии и информации.

Приведем примеры развертывания функций.

Пример 15. Рассмотрим систему "дуговая сварка".

Фрагментарно опишем процесс развертывания функций. Определим свойства системы.

Определим главную функцию дуговой сварки. Дуговая сварка необходима для неразъемного соединения преимущественно стальных металлов (сталей). Следовательно, более общий термин сварка. Функция - создание неразъемных соединений, более общее создание соединений.

Основной характеристикой дуговой сварки является ток. В различных аппаратах дуговой сварки величины тока могут достигать сотен и даже нескольких тысяч ампер.

Вредными свойствами дуговой сварки является образование брызг, сильный разогрев и, вследствие этого, деформация деталей, выделение вредных газов, озона и ультрафиолетового излучения.

Рассмотрим основные подсистемы аппаратуры для дуговой сварки.

В качестве таких подсистем можно назвать горелку с механизмом подачи электродной проволоки и системой подачи защитного газа, источник тока, систему перемещения электрода и систему управления.

Основными функциями горелки являются подвод тока к проволоке и подача проволоки и защитного газа. Ее недостатки - деформация или проскальзывание проволоки и излишний расход газа.

Источник тока вырабатывает ток. Нежелательный эффект большие габариты и масса.

Перемещение электрода (горелки) осуществляется с помощью специальной тележки - трактора или робота. Основная функция перемещение электрода по заданной траектории. Недостатки: малая точность и скорость перемещения.

Основная функция системы управления - управление током и перемещением электрода. Недостатки: низкие быстродействие, точность и динамизм (диапазон и скорость изменения параметров).

Опишем некоторые **применения выявленных свойств**.

Функция обратная сварке - резание. Эта функция выполняется с помощью электрической дуги. Можно использовать сварочный аппарат для выработки электрического тока различной величины. Такой ток имеет множество применений. Аппарат для дуговой сварки можно использовать как источник создания металлических капель, шариков, неровностей на поверхности металла и т.п. Можно разогревать металлические предметы для разнообразных назначений, расплавлять металл, наплавлять новый металл.

Использовать озон для окислительных процессов. Выделять полезные продукты из отработанных газов. Использовать ультрафиолетовые лучи, например, для загара, лечения, дезинфекции, освещения и т.п. Механизм подачи электродной проволоки можно использовать для перемещения любой проволоки, стержней, прутков, проделывания отверстий, создания напряжения и давления, перемещения любых предметов, расплющивания проволоки и придания ей определенной формы и т.п.

В качестве еще одного примера возьмем двигатель реактивного самолета.

Основная его функция - создание тяги. Она осуществляется с помощью струи газа. Нежелательный эффект - прогорание сопла из-за большой температуры струи газа. Покажем некоторые применения этих свойств: очистка взлетных полос от ледяной корки; транспортировка в мощной газовой струе полезных ископаемых в открытых карьерах; реактивный канавокопатель, удешевивший стоимость мелиорации в 15 раз по сравнению с использованием экскаватора; очистка бытовых стоков и воды в замкнутых технологических системах. Грязная вода с большой скоростью проходит под струей раскаленного двигателя. 900-градусный жар мгновенно убивает все микробы. Один реактивный двигатель способен обезвредить и переработать бытовые стоки города со стотысячным населением⁸.

Рассмотрим механизм развертывания функций на примере автопокрышек.

Пример 16. Основная функция автопокрышки - предохранять камеру от повреждений. Покрышка имеет форму тора, упруга в радиальном и поперечном направлениях, состоит из резины и металлического корда. Покрышки используются как кранцы (амортизаторы) на бортах судов, ограждения

⁸ Вот так санитар. - Ленинградская правда, № 30 [20672], 06.02.83, с.3.

автомобильных дорог⁹, берегозащитные сооружения¹⁰, покрытие откосов гидротехнических сооружений¹¹, в дренажных колодцах¹², как строительные блоки для гаражей, складов, мастерских¹³, для закрывания водоемов, в качестве добавки при изготовлении асфальта и т.д.

⁹ А.с. № 1 011 700.

¹⁰ А.с. № 1 222 745.

¹¹ А.с. № 1 312 130.

¹² А.с. № 1 137 150.

¹³ А.с. № 1 399 418.