Владимир Петров

ЗАКОНЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ

ТРИЗ. Изд. 2-е, испр. и дополненное

Владимир Петров

Законы развития систем. ТРИЗ. Изд. 2-е, испр. и дополненное

«Издательские решения»

Петров В.

Законы развития систем. ТРИЗ. Изд. 2-е, испр. и дополненное / В. Петров — «Издательские решения»,

ISBN 978-5-44-909985-3

Это самое полное изложение законов развития систем. Книга содержит методику получения перспективных идей, прогноза развития систем и обхода конкурирующих патентов.Материал иллюстрируется около 700 примерами и 700 рисунками.Книга предназначена для всех, кто занимается инновациями, преподавателей университетов, студентов, изучающих теорию решения изобретательских задач (ТРИЗ), инженерное творчество, системный подход и инновационный процесс, а также руководителей предприятий и бизнесменов.

ISBN 978-5-44-909985-3

© Петров В.
© Издательские решения

Содержание

Посвящение 6
Предисловие 7
Благодарности 8
Введение 9
1. История законов развития технических систем 10
1.1. Введение 11
1.2. Исследования по развитию техники 12
1.3. Понятия и определения 14
1.4. Работы по законам развития техники 28
1.5. Работы по законам развития техники в ТРИЗ 35
1.6. Выводы 54
2. Структура законов развития систем 55
2.1. Введение 56
2.2. Системность 59
2.3. Структура законов развития технических систем 62
3. Всеобщие законы развития 65
3.1. Закон S – образного развития систем 66
3.2. Законы диалектики в развитии технических систем258 72
3.3. Заключение 85
4. Законы развития потребностей 86
4.1. Введение 87
4.2. Структура законов развития потребностей 90
4.3. Закон идеализации потребностей 91
4.4. Закон динамизации потребностей 97
4.5. Закон согласования потребностей 98
4.6. Закон объединения потребностей 100
4.7. Закон специализации потребностей 102
4.8. Разработка новых потребностей 103
4.9. Выводы 109
5. Закономерности изменения функций 110
5.1. Введение 111
5.2. Закон идеализации функций 113
5.3. Закон динамизации функций 116
5.4. Закон согласования функций 118
5.5. Закон перехода к моно- или полифункциональности 119
5.6. Выводы 128
6. Законы организации систем 129
6.1. Введение 130
6.2. Закон полноты и избыточности системы 131
Конец ознакомительного фрагмента. 136

Законы развития систем ТРИЗ. Изд. 2-е, испр. и дополненное

Владимир Петров

© Владимир Петров, 2019

ISBN 978-5-4490-9985-3
Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

Монография переиздается по вышедшей в 2013 году книге[1].

Это второе издане, иправленне и дополненное. Первое издание вышло в 2018 г.[2]

Книга уникальна. Это единственное самое полное изложение законов развития систем. С такой подробностью законы развития систем еще не были изложены ни в одной книге. Книга содержит методику прогнозирования – это основа эффективной методики получения перспективных идей, прогноза развития систем и обхода конкурирующих патентов, которая имеет ощутимые преимущества перед существующими подходами.

Материал иллюстрируется около 700 примерами, 700 схемами и рисунками. Описано 468 различных понятий.

Книга предназначена для широкого круга читателей, интересующихся или занимающихся инновациями. В первую очередь она предназначена научным работникам, инженерам и изобретателям, решающим творческие задачи. Она может быть полезна преподавателям университетов, аспирантам и студентам, изучающим теорию решения изобретательских задач (ТРИЗ), инженерное творчество, системный подход и инновационный процесс, а также руководителям предприятий и бизнесменам.

Особый интерес книга может представлять для патентных поверенных.

[1] **Vladimir Petrov. The Laws of System Evolution**. Berlin: TriS Europe GmbH, 646 pages, published in Russian. INNOVATOR (06) 01/2013, ISSN 1866—4180. **Петров В. Законы развития систем.** Монография. Тель-Авив, 2013 **–** 646 с.

[2] Петров Владимир. Законы развития систем: ТРИЗ / Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 894 с. – ISBN 978-5-4490-9985-3

Посвящение

Книга посвящается светлой памяти самых близких мне людей:
Учителю, коллеге и другу ***Генриху Альтшуллеру***
и жене и соратнику ***Эсфирь Злотиной.***
Владимир Петров

Предисловие

…Всякий закон природы есть ограничение разнообразия.
Росс У. Эшби

Закон есть отражение существенного в движении универсума.
В. И. Ленин[3]

Г. С. Альтшуллер писал: ***«Технические системы развиваются закономерно. Закономерности эти познаваемы, их можно использовать для сознательного совершенствования старых и создания новых технических систем, превратив процесс решения изобретательских задач в точную науку развития технических систем. Здесь и проходит граница между методами активизации перебора вариантов и*** **современной** ***теорией решения изобретательских задач (ТРИЗ)»***[4]. ***«Надо знать и использовать законы развития технических систем»***[5].

Законы развития технических систем представляют собой фундамент, на котором строится теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) и который обеспечивает эффективный поиск инновационных решений.

Законы используются также для *развития сильного (изобретательского) мышления* и *прогнозирования развития технических систем*.

Монография уникальна. Это единственное самое полное изложение законов развития технических систем. С такой подробностью законы еще не были изложены ни в одной книге. Материал иллюстрируется около 700 примерами, около 700 схемами и рисунками. Описано около 400 различных понятий.

Основу этой монографии положила серия статей «Законы развития систем» опубликованной в 2002 г.[6]

Монография впервые была опубликована в 2013 г.[7] Данная книга 2-е издание, исправленное и дополненное. Первое издание вышло в 2018 г.[8]

Книга предназначена научным работникам, инженерам и изобретателям, решающим творческие задачи. Она может быть полезна преподавателям университетов, аспирантам и студентам, изучающим теорию решения изобретательских задач (ТРИЗ), инженерное творчество, системный подход и инновационный процесс.

---

[3] **Ленин В. И Философские тетради**. – Полн. собр. соч. 5-е изд., М.: Политиздат, 1979. Т. 29. С. 137

[4] **Альтшуллер Г. С. Найти идею**. Введение в теорию решения изобретательских задач. – Новосибирск: Наука, 1986, С. 34

[5] **Альтшуллер Г. С. Найти идею**. Введение в теорию решения изобретательских задач. – Новосибирск: Наука, 1986, С. 86

[6] **Петров В. Серия статей «Законы развития систем».** Тель-Авив, 2002. http://www.trizland.ru/trizba/books/1759/

[7] **Vladimir Petrov. The Laws of System Evolution**. Berlin: TriS Europe GmbH, 646 pages, published in Russian. INNOVATOR (06) 01/2013, ISSN 1866—4180. **Петров В. Законы развития систем.** Монография. Тель-Авив, 2013 **–** 646 с.

[8] Петров Владимир. Законы развития систем: ТРИЗ / Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 894 с. – ISBN 978-5-4490-9985-3 https://ridero.ru/books/zakony_razvitiya_sistem/

Благодарности

Я премного благодарен моему учителю, коллеге и другу Генриху Альтшуллеру, прежде всего, за то, что он создал основу теории развития технических систем – законы их развития, за то, что имел счастье общаться и обсуждать с ним некоторые материалы данной книги.

Очень многим я обязан Эсфирь Злотиной – моей жене и соратнику по ТРИЗ. Долгие годы мы с ней совместно разрабатывали различные материалы по ТРИЗ, в том числе обсуждали первоначальные материалы этой работы.

Хотелось бы выразить искреннюю благодарность своим друзьям и коллегам Волюславу Митрофанову, Борису Голдовскому, Геннадию Иванову, Марату Гафитулину, Михаилу Рубину, Юрию Горину, Андрею Ефимову, Александру Кынину, Юрию Федосову, Науму Фейгенсону, Олегу Фейгенсону, Александру Кашкарову, Леониду Чечурину, Эдуарду Курги, Михаилу Шустерману, Милославе Зиновкиной, Виктору Тимохову, Сергею Фаеру, Людмиле Семеновой, Елене Гусевой, Галине Тереховой, Елене Редколис (Россия); Анатолию Гину, Игорю Девойно, Георгию Северинецу (Беларусь); Борису Злотину, Алле Зусман, Семену Литвину, Александру Любомирскому, Сергею Яковенко, Валерию Цурикову, Леониду Каплану, Валерию Прушинскому, Светлане Вишнепольской, Владимиру Просянику (США); Юрию Бельскому (Австралия); Павлу Ливотову (Германия); Валерию Сушкову (Нидерланды); Пейсаху Амнуэлю, Якову Скиру (Израиль) за ценные советы и замечания, высказанные при составлении книги, и особенно Борису Голдовскому, Милославе Зиновкиной, Виктору Тимохову, Галине Тереховой, Елене Редколис (Россия) и Рае Кузьменко (Израиль), за редакторскую работу, а также многим другим, кто оказал поддержку и помощь при работе над этой книгой.

Введение

Основа ТРИЗ – законы развития технических систем. Они представляют взаимосвязанную структуру законов, закономерностей и тенденций развития техники.

Прежде чем рассматривать законы развития технических систем, ответим на часто встречающиеся возражения: Законов развития техники не может быть. Технику развивают люди по своему желанию, это случайный процесс.

Безусловно, технику развивает человек.

Первые «изобретения» делал древний человек, используя природу. Для охоты ему не хватало сил, и он прибегнул к помощи дубины, для обработки шкур он начал применять острый камень и т. п. Так он начал удовлетворять свои первые потребности. Эти «инструменты» ломались или не совсем удовлетворяли его, и он совершенствовал их, а старые больше не использовались… Таким образом, даже в те далекие времена действительность диктовала, какую технику следовало оставить, а какой умереть. В дальнейшем эти условия становились все более жесткими.

Жизнь технической системы зависит от очень многих факторов: среды, в которой она работает, ее эргономических, экологических, экономических и прочих характеристик.

На следующем этапе исправляют недостатки неудачной системы. Кроме того, потребности человека постоянно растут. Для их удовлетворения разрабатываются новые технические системы, которые конкурируют друг с другом.

Выживают только системы с наилучшими характеристиками. Таким образом, осуществляется «*естественный отбор*» – процесс эволюции технических систем. Этот процесс подобен естественному отбору в природе. Если проанализировать историю развития конкретных систем, можно получить закономерности их развития, а, обобщив закономерности – получить законы. Именно такую работу проделал Генрих Альтшуллер, исследовав сотни тысяч патентов.

Подобный процесс свойственен и для другим искусственным системам.

Из трех миров человеческого творчества – **науки, техники, искусства** – наука первой лишилась ореола *личностной исключительности*. Она изучает **объективные закономерности**, и путь ее развития предопределен.

В отличие от исследователей (людей науки), многие люди, развивающие технику (изобретатели) даже не подозревают о существовании каких-либо закономерностей в ее развитии.

Между тем, смысл творчества в науке и технике очень близок: **цель науки** – добыча знаний о свойствах материи**, цель техники** – использование этих свойств для удовлетворения потребностей человека и общества.

1. История законов развития технических систем

Данный раздел написан по материалам исследований, которые автор собирал для разработки законов развития технических систем.

Впервые эта работа была сделана в 1973 году. В дальнейшем автор периодически пополнял эти материалы[9]. Они использовались автором для чтения лекций по законам развития технических систем.

Содержание

1.1. Введение
1.2. Исследования по развитию техники
1.5. Разработка законов развития техники в ТРИЗ
1.6. Выводы

[9] **Петров В. История разработки законов развития технических систем.** – Тель-Авив, 2002. http://www.trizminsk.org/e/23111.htm **Петров В. История законов развития систем.** – Тель-Авив, 2008. – 35 с. – Электронная библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ. Вып. 1. Июль 2008. http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=4733 **Петров В. М., Рубин М. С. Системы законов развития технических систем**. Аналитический обзор. – Развитие инструментов решения изобретательских задач: Сборник трудов конференции. Библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ. Вып.2. – СПб.:СПГПУ, 2008, С. 225—236.

1.1. Введение

Преимущественно материал излагается в хронологическом порядке. В некоторых местах этот порядок нарушен для лучшего понимания отдельных направлений и логики изложения.

Эти материалы могут использоваться в курсах история развития ТРИЗ и законов развития систем. Они могут быть полезны и будущим исследователям развития систем.

Автор умышленно не дает оценки работам, упомянутым в данной главе, чтобы каждый читатель мог сделать свои выводы.

1.2. Исследования по развитию техники

Разработка законов развития технических систем велась уже достаточно давно. Первую, известную автору, работу по законам развития техники написал Г. Гегель в параграфе «Средство» работы «Наука логики»[10]. «Техника механическая и химическая потому и служит целям человека, что ее характер (суть) состоит в определении ее внешними условиями (законами природы)»

В 1843 г. В. Шульц описал прототип ***закона полноты частей системы***. Он писал, что «*можно провести границу между орудием и машиной: заступ, молот, долото и т. д., системы рычагов и винтов, для которых, как бы искусно они ни были сделаны, движущей силой служит человек… все это подходит под понятие орудия; между тем плуг с движущей его силой животных, ветряные мельницы следует причислить к машинам*»[11].

Чуть позже некоторые законы развития техники были описаны

К. Марксом и Ф. Энгельсом.

К. Маркс описал эти законы в разделе «Развитие машин»[12]: «*… различие между орудием и машиной устанавливают в том, что при орудии движущей силой служит человек, а движущая сила машины – сила природы, отличная от человеческой силы, например, животное, вода, ветер и т. д.*»[13]. Далее К. Маркс пишет: «*Всякое развитое машинное устройство состоит из трех существенно различных частей: машины—двигателя, передаточного механизма, наконец, машины-орудия, или рабочей машины. Машина-двигатель действует как движущая сила всего механизма. Она или сама передает свою двигательную силу или как паровая машина, калорическая машина, электромагнитная машина и т. д., или же получает импульс извне, от какой-либо готовой силы природы, как водяное колесо от падающей воды, крыло ветряка от ветра и т. д. Передаточный механизм, состоящий их маховых колес, подвижных валов, шестерен, эксцентриков, стержней, передаточных лент, ремней, промежуточных приспособлений и принадлежностей самого разного рода, регулируют движения, изменяет, если это необходимо, его форму, например, превращает из перпендикулярного в круговое, распределяет его и переносит на рабочие машины. Обе эти части механизма существуют только затем, чтобы сообщить движение машине-орудию, благодаря чему она захватывает предмет труда и целесообразно изменяет его. … Первоначально „машина-орудие“ (рабочая машина) представляла в очень измененной форме, все те же аппараты и орудия, которыми работают ремесленник или мануфактурный рабочий, но это уже орудия не человека, а орудия механизма, или механические орудия*»[14].

Некоторые дополнительные материалы можно найти в работах

Ф. Энгельса по истории развития военной техники и ведения воин. Это работы 1860—1861 гг., в частности: «О нарезной пушке», «История винтовки», «Оборона Британии», «Французская легкая пехота» и др.[15]. Некоторые зачатки законов развития техники и ее взаимодействия с человеком и обществом изложены в работах К. Маркса[16].

---

[10] **Гегель Г. Ф. Наука логики**. Кн.3. Соч., т. 6. – М.: Соцэкгиз, 1939.

[11] **Wilhelm Schulz «Die Bewegung der Produktion»**. Eine geschichtlich-statistische Abhandlung zur Grundlegung einer neuen Wissenschaft des Staats und der Gesellschaft». Zürich und Winterthur, 1843, p. 38 (В. Шульц. «Движение производства. Историко-статистическое исследование для обоснования новой науки о государстве и обществе». Цюрих и Винтертур, 1843, С. 38).

[12] **Маркс К. Капитал**. – Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. Изд. 2-е. – М.: Политиздат, 1960, Т. 23. Глава XIII «Машины и крупная промышленность», С. 382—396.

[13] **Маркс К. Капитал**. – Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. Изд. 2-е. – М.: Политиздат, 1960, Т. 23. Глава XIII «Машины и крупная промышленность», С. 383.

[14] **Маркс К. Капитал**. – Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. Изд. 2-е. – М.: Политиздат, 1960, Т. 23. Глава XIII «Машины и крупная промышленность», С. 383—384.

[15] Указанные работы опубликованы в: **Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения**. Изд. 2-е. – М.: Политиздат, 1959, Т. 15.

Определенным вкладом в понимание техники и ее законов было создание «философии техники»[17]. Этот термин ввел немецкий ученый Эрнест Капп. В 1877 г. он выпустил книгу «Основные линии философии техники»[18]. Основное развитие этого течения проходило в начале XX в. Развитием «философии техники» занимались немецкие ученые Ф. Дессауер[19], М. Эйт[20], М. Шнейдер[21] и др. В России эту тематику разрабатывал П. К. Энгельмейер. В 1911 году он выпустил книгу «Философия техники»[22]. Все эти работы обсуждали теоретические и социальные проблемы техники и технического прогресса.

П. К. Энгельмейер в первом выпуске «Философия техники» дает обзор идей о технике, во втором показывает связь техницизма с философией, а последние два выпуска посвящены человеческой деятельности и техническому творчеству.

Вопросами истории техники, классификации и определения понятий техники занимались многие ученые в различных странах К. Туссман[23] и И. Мюллер[24] (в Германии), В. И. Свидерский[25], А. А. Зворыкин[26], И. Я. Конфедератов[27], С. В. Шухардин[28] (в России) и др. В 1962 г. был выпущен фундаментальный труд по истории техники[29]. Вопросы философии науки и техники изложены в книге с аналогичным названием[30].

---

[16] **Маркс К., Энгельс Ф. Из ранних произведений**. – М.: Госполитиздат, 1956, С. 566, 595. **Маркс К. Капитал**. – Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. Изд. 2-е. – М.: Политиздат, 1960, Т. 23. С. 188—190.

[17] Философия техники: история и современность http://www.philosophy.ru/iphras/library/filtech.html#a2

[18] **Kapp E. Grundlinitn einer Philosophie der Technic**. Braunschweig, 1877.

[19] **Dessauer F. Technische Kultur.** Munchen, 1908. **Dessauer F. Philosophie der Technik.** Bonn, 1927. **Dessauer F. Mensch und Technik.** Darmstadt, 1952. **Dessauer F. Streit um die Technic.** Frankfurt/M., 1956.

[20] **Eyth M. Poesie und Technic.** Berlin, 1908.

[21] **Schneider M. Uber Technic, technische Denken und technische Wirkungen.** Nurnberg, 1912.

[22] **Энгельмейер П. К. Философия техники.** Вып. 1—4. СПб., 1912.

[23] **Tessman K. Zur Bestimmung der Technik ais gesellschaftliche Erscheinung.** «Deutsche Zeitschrift fur Philosophie», 1967, Nr.5.

[24] **Muller J. Zur Bestimmung der Begriffe «Technik» und «technische Gesetz».** «Deutsche Zeitschrift fur Philosophie», 1967, Nr.12.

[25] **Свидерский В. И. Некоторые особенности развития в объективном мире.** – Л.: Изд-во ЛГУ, 1965.

[26] **Зворыкин А. А. О некоторых вопросах истории техники.** – Вопросы философии, 1953, №6.

[27] **Конфедератов И. Я. Предмет и метод истории техники.** – Материалы к семинарским занятиям по истории техники. Вып. 1. М., 1956.

[28] **Шухардин С. В. Основы истории техники.** – М.: Изд-во АН СССР, 1961.

[29] **Зворыкин А. А., Осьмова Н. И., Чернышев В. И., Шухардин С. В. История техники.** – М.: Соцэкгиз, 1962. – 772 с.

[30] **Степин В. С., Горохов В. Г., Розов М. А. Философия науки и техники.** М.: Контакт-альфа, 1995. и **Степин В. С., Горохов В. Г., Розов М. А. Философия науки и техники.** М.: Гардарика; 1999. – 400 с. ISBN 5-7762-0013-X http://www.philosophy.ru/library/fnt/00.html, http://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Science/Step/index.php.

1.3. Понятия и определения

Приведем некоторые определения.

ЗАКОН – ***внутренняя существенная и устойчивая связь явлений, обусловливающая их упорядоченное изменение***.[31]

Закон, ***необходимое, существенное, устойчивое, повторяющееся отношение между явлениями***. *Закон выражает связь между предметами, составными элементами данного предмета, между свойствами вещей, а также между свойствами внутри вещи.* Но не всякая связь есть закон. Связь может быть необходимой и случайной. **Закон – это необходимая связь**. Он выражает существенную связь между сосуществующими в пространстве вещами. Это закон функционирования[32].

ЗАКОН, необходимое, существенное, устойчивое, повторяющееся отношение между явлениями в природе и обществе. Понятие закон родственно понятию сущности. Существуют три основные группы законов: специфические, или частные (напр., закон сложения скоростей в механике); общие для больших групп явлений (напр., закон сохранения и превращения энергии, закон естественного отбора); всеобщие, или универсальные, законы. Познание закона составляет задачу науки[33].

ЗАКОН, объективно существующая необходимая связь между явлениями, внутренняя существенная связь между причиной и следствием[34].

ЗАКОН, не зависящая ни от чьей воли, объективно наличествующая непреложность, заданность, сложившаяся в процессе существования данного явления, его связей и отношений с окружающим миром[35].

Закон это *переход от эмпирических фактов* к *формулировке сущности* изучаемых процессов.

Законы существуют ***объективно***, независимо от сознания людей.

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ОБЩЕСТВЕННАЯ, объективно существующая, повторяющаяся, существенная связь явлений общества, жизни или этапов исторического процесса, характеризующая поступательное развитие истории[36].

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ОБЩЕСТВЕННАЯ, повторяющаяся, существенная связь явлений общественной жизни или этапов исторического процесса. Закономерность общественная присуща деятельности людей, а не есть нечто внешнее по отношению к ней. Дей-

---

[31] **Закон** – Философский словарь -http://ksana-k.narod.ru/Book/Filosof/main.html

[32] **Закон —** Большая Советская Энциклопедия. Т. 9. – М.: Советская энциклопедия, 1972, С. 305. – http://www.cultinfo.ru/fulltext/1/001/008/042/547.htm

[33] **Закон —** Универсальная энциклопедия. http://mega.km.ru/bes_98/encyclop.asp?TopicNumber=22239.

[34] **Закон –** Словарь русского языка: в 4-х т./АН СССР, Ин-т рус. яз.; По ред. А. П. Евгеньевой, – 3-е изд. стереотип. – М.: Русский язык, 1985 – 1988. Т. I. А – Й. 1985. 696 с. – С. 530.

[35] **Закон –** Толковый словарь русского языка. http://mega.km.ru/ojigov/encyclop.asp?TopicNumber=9101.

[36] **Андреева Г. А. Закономерность общественная**. – Большая Советская Энциклопедия (далее БСЭ) (В 30 томах). Изд. 3-е. Т. 9. – М.: Советская Энциклопедия, 1972, С. 307.

ствие закономерности общественной проявляется в виде тенденций, определяющих основную линию развития общества[37].

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ, обусловленность объективными законами; существование и развитие соответственно законам[38].

В. П. Тугаринов дает следующее определение закона: *«Закон есть такая взаимосвязь между существенными свойствами или ступенями развития явлений объективного мира, которая имеет всеобщий и необходимый характер и проявляется в относительной устойчивости и повторяемости этой связи»*[39].

«*Понятие «закон» служит для обозначения существенной и необходимой, общей или всеобщей связи между предметами, явлениями, системами их сторонами или другими составляющими в процессе существования и развития. Эти связи и отношения объективны. Законы науки являются их отражением в человеческом сознании.*

Понятие «закономерность» отличается от закона по своему содержанию и принятому употреблению. Довольно часто, говоря о закономерности того или иного явления, подчеркивают тем самым только то обстоятельство, что данный процесс или данное явление не случайно, а подчинено действию определенного закона или совокупности законов. Последнее особенно характерно для закономерности, которая по своему содержанию шире закона и обозначает также совокупное действие ряда законов и его итоговый результат.

Различие между законами и закономерностями, не исключающие, а подразумевающие частичное совпадение содержания этих понятий»[40].

История возникновения и формирования понятия закона подробно описана Л. А. Друяновым[41]. Кроме того, он выделяет две черты, присущие закону, а описывает четыре (иерархия этих черт и выделение текста выполнены автором статьи):

– Существенная связь. «*Объективный закон… – это существенная связь явлений (или же сторон одного и того же явления). Объективный закон относится не к отдельному объекту, а к совокупности объектов, составляющих определенный класс, вид, множество, определяя характер их „поведения" (функционирования и развития) … Поскольку… в природе действуют существенные связи (объективные законы), ее поведение не является случайным, хаотичным; она функционирует и развивается закономерным образом и наряду с изменчивостью, ей присущи относительная устойчивость и гармоничность*»[42].

– Необходимость. «*…всякий объективный закон (закон природы) носит необходимый характер; закон, закономерная связь всегда является в тоже время необходимой связью, которая, в отличие от случайной связи, при наличии определенных условий неизбежно должна иметь место (произойти, наступить) … Следовательно, существенная закономерная связь (закон) является в то же время и необходимой связью. Другими словами, необходимость – это важнейшая черта закона, закономерности. Всякий закон природы представляет собой,*

---

[37] **Закономерность общественная –** Универсальная энциклопедия. http://mega.km.ru/bes_98/encyclop.asp?TopicNumber=22251.

[38] **Закономерность –** Словарь русского языка**:** в 4-х т./АН СССР, Ин-т рус. яз.; По ред. А. П. Евгеньевой, – 3-е изд. стереотип. – М.: Русский язык, Т. I. А – Й. 1985. С. 530.

[39] **Тугаринов В. П. Законы объективного мира, их познание и использование** . – Л.: Изд-во Ленигр. ун-та, 1954. – 196 с.

[40] **Мелещенко Ю. С. Техника и закономерности ее развития**. – Л.: Лениздат, 1970, 248 с. – С. 163.

[41] **Друянов Л. А. Законы природы и их познание**: Кн. Для внеклас. Чтения. 8—10 кл. – М.: Просвещение, 1982. – 112 с. – С. 13—17.

[42] **Друянов Л. А. Законы природы и их познание**, С. 19.

таким образом, выражение необходимого характера существенных связей в объективном мире»[43].

– Всеобщность. «*Другая важнейшая черта всякого объективного закона – его всеобщность. Любой закон природы присущ всем без исключения явлениям или объектам определенного типа или рода… Всеобщность – это, следовательно, вторая важнейшая черта объективных законов, законов природы. Поскольку всякий закон носит необходимый и всеобщий характер, поскольку он осуществляется всегда и везде, когда и где для этого имеются схожие объекты и соответствующие условия, постольку, следовательно, закономерные связи будут устойчивыми, стабильными, повторяющимися… Закон инвариантен относительно явлений*»[44].

– Повторяющийся характер. «*Легко видеть, какое значение имеет существование стабильности, повторяемости, порядка в природе для человека, для науки и практической деятельности людей. Если бы в природе ничего не повторялось и происходило всякий раз по-новому, ни человек, ни животные не могли бы приспособиться к окружающим условиям, стала бы невозможна целесообразная деятельность, научное познание, да и сама жизнь… Поскольку повторяемость, упорядоченность… составляют важную характеристику объективных законов, научные поиски закономерных связей в природе начинаются обычно с констатации повторяемости определенной стороны или свойства изучаемых объектов… Следовательно, науку интересуют не любые повторяющиеся связи объектов, а лишь такие, которые носят в то же время существенный характер, т. е. ее интересуют существенные повторяющиеся связи*»[45].

«*…можем определить объективный закон (закон природы) как существенную связь, которая носит необходимый, всеобщий, повторяющийся (регулярный) характер*»[46].

Б. С. Украинцев сформулировал общие особенности объективных законов техники[47]:

– Целеосуществление – реализация потребностей. «*Все технические сооружения или устройства, а также их части, создаются целесообразно цели, то есть таким образом, чтобы, функционируя, они выполняли роль средства достижения цели человека. Поэтому все технические законы по своей сущности являются законы целеосуществления*».

– Управляемость техники человеком. «Законы (техники) объединяются принципом сопряжения возможностей техники с возможностями человека или иначе говоря, принципом управляемости техники человеком».

– Принцип технологичности. «*…новая конструкция должна быть такой, чтобы ее можно было изготовить при помощи существующих средств производства и на основе имеющихся навыков производства, как исходных моментов дальнейшего технического прогресса*».

– Эффективное функционирование техники. «*Законы техники являются также законами эффективного функционирования технических средств достижения общественных и личных целей… Если общественная ценность трудовых, материальных и энергетических затрат на создание и функционирование техники превосходит общественную ценность результатов ее применения в качестве искусственного материального средства целеосуществления, то данная техники малоэффективна и общество нуждается в другой технике, удовлетворяющей требованиям и принципам эффективности техники*».

---

[43] **Друянов Л. А. Законы природы и их познание**, С. 20.

[44] **Друянов Л. А. Законы природы и их познание**, С. 20—22.

[45] **Друянов Л. А. Законы природы и их познание**, С. 22—24.

[46] **Друянов Л. А. Законы природы и их познание**, С. 24.

[47] **Украинцев Б. С. Связь естественных и общественных наук в техническом знании**. – Синтез современного научного знания. – М.: Наука, 1973. С. 77—90 (С. 84—86).

– Соответствие экономическим возможностям общества. «*Законы техники имеют еще один общий момент, выражаемый принципом соответствия техники экономическим возможностям общества на данной ступени его развития*».

А. И. Половинкин сформулировал требования, которым должны удовлетворять законы техники[48]:

– Формулировка закона техники должна быть по форме лаконичной, простой, изящной, а по содержанию отвечать данным выше определениям закона.

– Формулировка закона техники должна быть обобщенной и отражать очень большое число известных и возможных факторов. Иначе говоря, закон должен допускать эмпирическую проверку на существующих или специально полученных факторах, имеющих количественную или качественную форму. При этом формулировка закона должна быть настолько четкой, что два человека, независимо подбирающие и обрабатывающие фактический материал, должны получить одинаковые результаты проверки.

– Формулировка закона техники должна не только констатировать: «что?, где?, когда?» происходит (то есть упорядочить и сжато описать факты), но еще, по возможности, дать ответ на вопрос «почему?» так происходит. В связи с этим заметим, что в науке немало существовало и существует эмпирических законов, которые не отвечают на вопрос «почему?» или отвечают на него частично. И, по-видимому, почти нет научных законов (в виду локального характера их действия), которые отвечают на вопрос «почему?». На все вопросы обычно отвечает теория, опирающаяся на несколько законов.

– Формулировка закона техники должна быть автономно независимой, то есть к законам будем относить такие обобщенные высказывания, которые не могут быть логически выведены из других законов техники. Выводимые обобщения будем относить к закономерностям техники.

– Формулировка закона техники должна учитывать взаимосвязи: «техника – предмет труда», «человек – техника», «техника – природа», «техника – общество».

– Формулировка закона техники должна иметь предсказательную функцию, то есть предсказывать новые неизвестные факты, которые могут быть более или менее очевидными, а иногда необычными, парадоксальными.

– Формулировка всех законов техники должна иметь четко определенную единую понятийную основу.

В данной книге будем рассматривать законы развития систем. В связи с этим дадим определение системы и некоторых понятий связанных с ней.

Система[49] (от лат. *systēma*, от греч. σύστημα, «составленный», целое, составленное из частей; соединение) – множество ***элементов***, взаимосвязанных и взаимодействующих между собой, которые образуют единое *целое*, обладающее ***свойствами***, не присущими составляющим его элементам, взятым в отдельности.

Такое свойство называют **системным эффектом** или **эмерджентностью**.

Эмерджентность (от англ. *Emergent* — возникающий, неожиданно появляющийся) в теории систем — наличие у какой-либо системы особых свойств, не присущих ее подсистемам и блокам, а также сумме элементов, не связанных особыми системообразующими связями; несводимость свойств системы к сумме свойств ее компонентов; синоним — «системный эффект».[50]

---

[48] **Половинкин А. И. Законы строения и развития техники** (Постановка проблемы и гипотезы). Учебное пособие. – Волгоград: Волгоградский политехнический институт, 1985, 208 с. – С. 12—13.

[49] Подробнее см. **Система –** БСЭ и **Система —** материал из Википедии.

[50] **Эмерджентность —** материал из Википедии.

Часто такое свойство так же называют **синергетическим эффектом** (от греч. συνεργός – вместе действующий) — возрастание эффективности деятельности в результате интеграции, слияния отдельных частей в единую систему за счет так называемого системного эффекта[51].

Например, обмен вещами не приводит к синергетическому эффекту, так как их остается тоже количество. Обмен идеями приводит к синергетическому эффекту, так как в результате у одного человека идей становится больше.

Синерги́я (греч. Συνεργία — сотрудничество, содействие, помощь, соучастие, сообщничество; от греч. Σύν — вместе, греч. ἔργον — дело, труд, работа, действие) — суммирующий эффект взаимодействия двух или более факторов, характеризующийся тем, что их действие существенно превосходит эффект каждого отдельного компонента в виде их простой суммы[52]

Целостность[53] **–** характеристика системы, выражающая автономность и единство системы, противостоящей окружению. Она связана с функционированием системы и присущими ей закономерностями развития.

Целостность не абсолютное, а относительное понятие, поскольку система имеет множество связей с окружающими объектами и внешней средой и существует лишь в единстве с ними.

Свойство[54] **–** сторона (атрибут) системы. Оно определяет различие или общность предмета с другими предметами.

Свойство обнаруживается в ***отношении*** подсистем в системе, поэтому всякое свойство относительно. Свойства существуют объективно, независимо от человеческого сознания.

Отношение[55] **–** взаимосвязь, взаимозависимость и соотношение элементов системы. Это мысленное сопоставление различных объектов и их сторон.

Пример 1.1. Предложение (в языке)

Предложение состоит из *слов и способа построения предложения – грамматики.*

Ни один из этих элементов не обладает свойством выразить *мысль*. Соединенные в единую *систему* – предложение, приобрел новое свойство – *мысль* – ***системный эффект***.

Предложение – ***целостно***. Оно автономно и имеет свои закономерности развития – развитие грамматики.

В предложении показана взаимосвязь отдельных слов, их ***свойства***, обнаруживаемые в их ***отношении*** друг к другу.

Системам свойственно понятие **иерархии.**

Иерархия систем:

– собственно ***система***;

– ее ***подсистемы***;

– надсистема;

– внешняя среда.

Иерархия систем

---

[51] **Синергетический эффект —** материал из Cybernetics Wiki.

[52] **Синергия —** материал из Википедии.

[53] Подробнее см. **Целостность –** БСЭ.

[54] **Свойство –** БСЭ.

[55] Подробнее см. **Отношение —** БСЭ.

Пример 1.2. Телефон
Система – *телефон.*
Подсистемы: *микрофон* и *наушник*, *клавиатура*, *дисплей, память* и т. п.
Надсистема – *АТС, телефонные сети* и т. д.
Внешняя среда – чаще всего *помещение, воздух*.

Пример 1.3. Автомобиль
Система – *автомобиль.*
Подсистемы: *колеса*, *двигатель, бензобак, система управления* и т. п.
Надсистема – *дороги, автозаправочные станции, автостоянки, система управления движением* и т. д.
Внешняя среда – открытое пространство и атмосферные явления.
Законы мы будем рассматривать:
– для ***анализа*** **существующих искусственных** (*антропогенных*) **систем**;
– создания (*синтеза*) искусственных систем.

Антропогенная система[56] (от греч. anthropos – человек, genesis – происхождение, становление развивающегося явления) – система, созданная в результате сознательно направленной человеческой деятельности.

Пример 1.4. Антропогенные системы
Это широкий класс систем, созданных человеком: язык, понятия, мысли, знания, наука, литература и искусство, социальные группы (племена, сообщества, государства и т. д.), сельскохозяйственные системы, искусственно созданные объекты фауны и флоры (генная инженерия, биотехнологии и т. п.), технические системы и т. д.

Основное внимание будет уделено рассмотрению одного класса антропогенных систем **– технических систем**.
Техническая система (ТС) – это *система*, создающаяся с конкретной ***целью*** для удовлетворения определенной ***потребности***. Она выполняет ***функцию***, осуществляя *процесс,* основанный на определенном ***принципе действия***.
ТС имеет определенную *структуру* и *потоки*.

Примечание. Техническая система может включать, как *искусственные*, так и *природные элементы*.
В качестве примеров технических систем можно назвать: *самолет, автомобиль, кондиционер, телефон, телевизор, компьютер, Интернет* и т. д.

Пример 1.5. Самолет
Самолет состоит из *крыльев, фюзеляжа, двигателя, шасси* и т. д.
Ни один из этих элементов не обладает свойством летать. Соединенные в единую *систему* – самолет приобрел новое свойство – *летать – системный эффект*.

Пример 1.6. Телефон
Телефон состоит из *микрофона, наушника*, *клавиатуры*, *дисплея, памяти* и т. п.

[56] **Балашов Е. П. Эволюционный синтез систем**. – М.: Радио и связь, 1985, С. 7.

Ни один из этих элементов не обладает свойством передавать звук на расстояние. Соединенные в единую *систему* – телефон приобрел новое свойство – *передавать звук на расстояние – системный эффект*.

Пример 1.7. Алгоритм

Алгоритм – это определенный порядок выполнения различных операций, приводящий к конкретному результату.

Алгоритм состоит из отдельных *операций,* выполняемых в определенном *порядке.*

Каждая из операций и порядок их выполнения в отдельности не приведут к необходимому результату. Соединенные в единую *систему* – алгоритм приобрел новое свойство – *конкретный результат – системный эффект*.

Анализ и синтез технических систем должны использовать системный подход.

Синтез ТС должен осуществляться в следующей последовательности: выявление ***потребностей, функций, принципа действия*** и ***систем*** (рис. 1.1)**.**

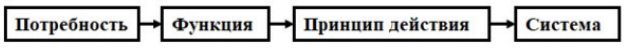

Рис. 1.1. Последовательность синтеза технической системы

Анализ ТС осуществляется в обратной последовательности: анализ существующей ***системы***, ее составных частей и процессов, анализ ***принципа действия*** системы, выявление ***функций*** системы и ***потребности***, которую удовлетворяет данная система (рис. 1.2).

Рис. 1.2. Последовательность системного анализа

В дальнейшем могут быть выбраны или разработаны альтернативные системы, использующие тот же принцип действия, или альтернативные системы, выполняющие ту же функцию или альтернативные системы, удовлетворяющие данную потребность.

Потребность – нужда в чем-либо, необходимом для поддержания жизнедеятельности индивида, социальной группы, общества, внутренний побудитель активности[57].

Функция (от лат. functio – совершение, исполнение) – *процесс* воздействия субъекта на объект, имеющий определенный результат.

[57] **Экономический словарь** http://abc.informbureau.com/html/iiodaaiinou.html.

Кроме того, функцию определяют и как «*внешнее проявление свойств какого-либо объекта в данной системе отношений*»[58].

В дальнейшем будем использовать более краткую формулировку функции.

Функция – это действие ***субъекта*** на ***объект***, приводящее к определенному результату.

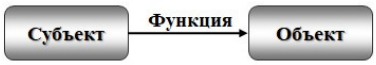

Рис. 1.3. Функция

Результатом действия может быть *изменение* параметра объекта или его *сохранение*.

Функция записывается в виде *глагола*.

Пример 1.8. Самолет

Самолет *перевозит* (*перемещает*) пассажиров. Самолет – ***субъект***, перевозит – ***функция***, пассажиры – ***объект***. Перевозить – это значит *изменять* объект.

Пример 1.9. Кофе

Чашка *удерживает* кофе. Чашка – ***субъект***, удерживает – ***функция***, кофе – ***объект***. Удерживать – это значит *сохранять* объект.

Пример 1.10. Компьютер

Компьютер *обрабатывает* информацию. Компьютер – ***субъект***, обрабатывает – ***функция***, информация – ***объект***. Обрабатывать – это значит *изменять* объект (информацию).

Пример 1.11. Компьютерная память

Память *запоминает* информацию. Память – ***субъект***, запоминает – ***функция***, информация – ***объект***. Запоминать – это значит *сохранять* объект (информацию).

Процесс (от лат. processus – продвижение) – это состояние какого-либо явления во времени.

Процесс можно определить, как[59]:

– последовательную смену состояний стадий развития.

– совокупность последовательных действий для достижения какого-либо результата (например, производственный потребности – последовательная смена трудовых операций).

Для технических систем мы в основном будем рассматривать второе определение. Первое определение характерно для развития систем.

Пример 1.12. Приготовление кофе

---

[58] **Функция** – http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc1p/51082.

[59] **Процесс** – БСЭ. См. также материал из Википедии.

Операция 1 – измельчение зерен кофе. Операция 2 – молотый кофе засыпается в турку. Операция 3 – турка заливается водой. Операция 4 – турку ставят на огонь или помещают в разогретый песок. Операция 5 – ждут пока поднимется пенка. Операция 6 – турку снимают с огня. Операция 7 – ждут, пока пенка опустится. Операции 5—7 повторяются несколько раз.

Пример 1.13. Компьютерная программа

Любая компьютерная программа работает по определенному алгоритму – порядку действий. Таким образом, компьютерная программа осуществляет процесс.

Пример 1.14. Алгоритм Евклида

В качестве процесса представим алгоритм Евклида – метод вычисления наибольшего общего делителя (НОД). Это один из древнейших алгоритмов, который используется до сих пор.

Наибольший общий делитель (НОД) – это число, которое делит без остатка два числа и делится само без остатка на любой другой делитель данных двух чисел. Проще говоря, это самое большое число, на которое можно без остатка разделить два числа, для которых ищется НОД.

Описание алгоритма нахождения НОД делением.

– Большое число делим на меньшее.

– Если длится без остатка, то меньшее число и есть НОД (следует выйти из цикла).

– Если есть остаток, то большее число заменяем на остаток от деления.

– Переходим к пункту 1.

Например, необходимо найти НОД для 30 и 18.

30/18 = 1 (остаток 12)

18/12 = 1 (остаток 6)

12/6 = 2 (остаток 0). Конец: НОД – это делитель. НОД (30, 18) = 6

Пример 1.15. Компилятор

Большинство компиляторов переводит программу с некоторого высокоуровневого языка программирования в машинный код, который может быть непосредственно выполнен процессором.

Компилятор состоит из следующих этапов.

– Лексический анализ. На этом этапе последовательность символов исходного файла преобразуется в последовательность лексем. Цель лексического анализа – подготовить входную последовательность к грамматическому анализу.

– Синтаксический (грамматический) анализ. Последовательность лексем преобразуется в дерево разбора.

– Семантический анализ. Дерево разбора обрабатывается с целью установления его семантики (смысла) – например, привязка идентификаторов к их декларациям, типам, проверка совместимости, определение типов выражений и т. д. Результат обычно называется «промежуточным представлением/кодом», и может быть дополненным деревом разбора, новым деревом, абстрактным набором команд или чем-то еще, удобным для дальнейшей обработки.

– Оптимизация. Выполняется удаление излишних конструкций и упрощение кода с сохранением его смысла. Оптимизация может быть на разных уровнях и этапах – например, над промежуточным кодом или над конечным машинным кодом.

– Генерация кода. Из промежуточного представления порождается код на целевом языке. В конкретных реализациях компиляторов эти этапы могут быть разделены или, наоборот, совмещены в том или ином виде.

Каждый из этих этапов имеет свою программу, работающую по определенному алгоритму —процессу.

Продолжим рассматривать понятие *функции*.

Функции можно классифицировать:
– по полезности;
– степени их выполнения.

Опишем классификацию функций:
– по полезности:
– полезные;
– бесполезные;
– вредные.
– по степени выполнения полезных функций:
– достаточные;
– избыточные;
– недостаточные.

Полезная функция – функция, обеспечивающая *работоспособность системы*.

Бесполезная функция – функция, *не обеспечивающая работоспособность системы.* Иногда такие функции называют ***лишними***.

Вредная функция – функция, создающая *нежелательный эффект*.

Достаточная функция – функция, создающая *необходимое (достаточное) действие*.

Избыточная функция – функция, создающая *избыточное действие*.

Недостаточная функция – функция, создающая *недостаточное действие*.

Следует отметить, что *избыток* и *недостаток* полезной функции следует рассматривать как ***вредную функцию***.

Пример 1.16. Холодильник

Функция холодильника – это *охлаждать* продукт, например, мясо.

Бесполезная функция для потребителя – нагрев задней части холодильника, но она необходима для принципа действия холодильника. Потребителю этот нагрев не нужен.

Вредная функция холодильника – шум компрессора.

Достаточная функция холодильника – нормальное охлаждение до заданной температуры.

Избыточная функция холодильника – избыточное охлаждение (переохлаждение) – ниже требуемой температуры.

Недостаточная функция холодильника – недостаточное охлаждение – выше требуемой температуры.

Пример 1.17. Газовая плита

Функция газовой плиты – *греть* объект, например, воду или мясо.

Бесполезная функция газовой плиты – нагрев окружающей среды (лишний расход тепла).

Вредная функция газовой плиты – утечка газа.

Достаточная функция газовой плиты – нормальный нагрев объекта до заданной температуры.

Избыточная функция газовой плиты – избыточный нагрев объекта, например, вода выкипела, мясо сгорело.

Недостаточная функция газовой плиты – слабый огонь, например, недостаточный для закипания воды.

Пример 1.18. Компьютер.

Функция компьютера – это *обрабатывать* информацию.

Бесполезная функция – это затраты энергии, когда на компьютере на работают, а он включен. Компьютер должен работать только тогда, когда вводится, перерабатывается и выводится информация. Во все остальное время компьютер зря расходует энергию.

Вредные функции компьютера – это электромагнитное излучение от компьютера и Wi-Fi, шум от вентилятора.

Достаточная функция компьютера – это, его нормальная работа.

Недостаточная функция компьютера – это, когда происходит долгая обработка информации, например, при скачивании информации из Интернета.

Пример 1.19. Телефон

Функция телефона – *передавать* звуковой сигнал, например, речь.

Бесполезная функция – телефон включен, но по нему не говорят. Телефон должен работать только тогда, когда передается сигнал. Во все остальное время телефон зря расходует энергию. В любые перерывы сигнала телефон должен отключаться и включаться с появлением сигнала.

Вредная функция – электромагнитное излучение, возникающее при разговоре по мобильному телефону. Оно вредно воздействует на окружающую аппаратуру, поэтому в самолетах и в больницах не разрешается разговаривать по мобильному телефону. Антенны ретрансляторов мобильной связи вредно воздействуют на окружающих.

Достаточная функция телефона – телефон работает нормально.

Избыточная функция телефона – звук передается слишком сильно, он искажается.

Недостаточная функция телефона – звук плохо слышен.

Пример 1.20. Автомобиль

Функция автомобиля – *перевозить* людей.

Бесполезная функция автомобиля – затраты энергии, когда автомобиль стоит, а двигатель работает, например, на светофоре.

Вредные функции автомобиля – выбрасывание в атмосферу выхлопных газов, загрязняющих окружающую среду.

Достаточная функция – нормальная работа автомобиля.

Избыточная функция – автомобиль рассчитан на скорость движения значительно превышающую допустимую скорость.

Недостаточная функция – автомобиль не можем выбраться из заноса снега, грязи или преодолеть очень крутой подъем.

Иерархия функций:

– главная функция – функция высшего ранга (условно назовем этот ранг «0»);

– основная функция – функция следующего ранга (1-го ранга), обеспечивающая выполнение главной функции;

– вспомогательная функция – функция 2-го ранга, обеспечивающая выполнение основной функции.

Главная функция

Пример 1.21. Телефон

Главная функция телефона – ***передавать звук***, в частности голос. Это полезная функция.

Пример 1.22. Автомобиль

Главная функция транспортных систем – ***перемещать объект*** на определенное расстояние. Это полезная функция. В зависимости от среды перемещения меняется его структура. Автомобиль движется по дороге.

Основная функция

Пример 1.23. Телефон

Основная функция телефона – ***преобразовать звук в электрический сигнал***, и обратная функция – преобразовать электрический сигнал в звук. Это полезная функция.

Пример 1.24. Автомобиль

Основная функция автомобиля – ***вращение колес***. Это полезная функция.

Вспомогательная функция

Пример 1.25. Телефон

Вспомогательная функция телефона – ***обеспечить электроэнергией микрофон (наушник).*** Это полезная функция.

Пример 1.26. Автомобиль

Вспомогательная функция автомобиля – ***обеспечить двигатель энергией***. Это полезная функция.

Вредная, недостаточная, избыточная функции

Пример 1.27. Телефон

Генерирование шумов – вредная функция.

Плохая слышимость – недостаточная функция.

Слишком громкий звук – избыточная функция.

Пример 1.28. Автомобиль

Выделение углекислого газа – вредная функция.

Невозможность проехать по пересеченной местности – недостаточная функция.

Возможность ехать с очень большой скоростью – избыточная функция, часто превращающаяся во вредную функцию – столкновение (аварии на дорогах).

Принцип действия – это способ выполнения *главной функции системы*.

Структура (от лат. *Structūra* – «строение») – это *внутреннее устройство системы.* Она создается **элементами** и **связями** между ними.

Связи могут быть ***внутренние*** и ***внешние***.

Внутренние связи – связи между элементами системы (подсистемами).

Внешние связи – связи системы с надсистемой и окружающей средой и обратное воздействие окружающей среды и надсистемы на систему. Одна из надсистем – это объект, для которого предназначена система. Эта связь обеспечивает *главную функцию системы*.

Элементы и **связи** могут быть:

– *вещественные;*
– *энергетические;*
– *информационные*.

Внутренние связи

Пример 1.29. Телефон

Корпус телефона обеспечивает внутренние связи. Он обеспечивает вещественные (механические) связи отдельных элементов телефона. Проводами обеспечиваются энергетические и информационные связи.

Пример 1.30. Автомобиль

Корпус автомобиля обеспечивает внутренние вещественные связи. Трубопроводы и провода обеспечивают энергетические связи. Информационные связи обеспечиваются проводами от системы управления и к ней или бесконтактно, например, открывание дверей.

Внешние связи

Пример 1.31. Телефон

Внешние связи у телефона осуществляются по проводам или бесконтактно у радиотелефона и у мобильных телефонов.

Пример 1.32. Автомобиль

Внешняя связь у автомобиля – например, трение шин автопокрышек о дорогу.

Работа системы осуществляется вследствие прохождения **потоков:**

– вещества.
– энергии.
– информации.

Потоки **вещества** могут быть:

– ***твердые;***
– ***жидкие;***
– ***газообразные;***
– ***смешанные.***

В свою очередь *твердые потоки* могут быть:

– монолитными;
– в виде отдельных частиц (порошока).

Потоки вещества

Пример 1.33. Поток автомобилей

Поток твердого монолитного вещества.

Пример 1.34. Поток масла

Поток жидкого вещества.

Пример 1.35. Поток сжатого газа, например, для автоматической подкачки шин.

Поток газа.

Потоки энергии

Пример 1.36. Телефон

Поток электроэнергии по проводам.

Пример 1.37. Автомобиль

Поток жидкого топлива. Это же и поток вещества в жидком состоянии.
Поток электроэнергии по проводам.

Потоки информации

Пример 1.38. Телефон
Поток электрических и звуковых сигналов.

Пример 1.39. Автомобиль
Поток сигналов управления и сигналов от датчиков.

1.4. Работы по законам развития техники

На основе изучения истории техники К. Маркс сформулировал некоторые законы развития техники[60]:

– *Закон возникновения и возрастания потребностей.*

– *Закон ускоренного развития средств производства.*

– *Закон непрерывного развития новых видов промышленности.*

Различные ученые описывали требования к разработке техники и технических наук. Делались попытки классификации законов и закономерностей техники. К ним относятся работы Дж. Бернала[61], Д. Киллефера[62], Я. Клаучо и Е. Дуды, Л. Тондла[63], И. Мюллера, Д. Тейхмана[64], К. Тессмана[65], Л. Штирибинга[66], Б. М. Кедрова[67], О. Д. Симоненко[68], В. М. Розина[69].

Рассмотрим более детально некоторые из них.

Философ В. П. Рожин выделял два вида законов развития **любых систем**[70]:

– *Законы структуры и функционирования систем.*

– *Законы развития систем.*

А. С. Мамзин и В. П. Рожин отмечали: *«Различие законов функционирования и законов развития объектов материальной действительности связано с тем, что в первом случае мы имеем дело с такого рода законами, которые характеризуют внутреннюю связь элементов системы и выступают как важное условие сохранения целостности и ненарушимости материальной структуры объекта в процессе непрерывных изменений. Во втором случае мы имеем дело с законами, характеризующими определенную последовательность, ритм, темп и т. п. в переработке самих материальных структур, связь между различными состояниями системных объектов»*[71].

Таким образом, можно сказать, что первая группа законов нужна для построения системы и ее системного функционирования, а вторая – определяет, как будет развиваться система. На наш взгляд, это наиболее правильное представление.

Рассмотрим и другие классификации.

---

[60] **Маркс К. Капитал**. – Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. Изд. 2-е. – М.: Политиздат, 1960, Т. 23. С. 353—354, 384—385, 394—398.

[61] **Бернал Дж. Наука в истории общества**. – М.: ИЛ, 1957.

[62] **Killeffer D. H. The Genius of industrial Research**. N.Y., 1948.

[63] **Tondl L. Uber die Abgrenzung der Naturwissenschaften und der technischen Wissenschaften. Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universitat Dersden**. 15, 1966, Heft 4.

[64] **Teichmann D. Zur Integration von technischen Wissenschaften und Gesellschaftissenschaften**. Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universitat Dersden. 15, 1966, Heft 4.

[65] **Teichmann K. Die Anwendung der experimentellen Methode in den technischen Wissenschaften**. – Struktur und Funktion der experimentellen Methode. – Rostock, 1965

[66] **Striebing L. Theorie und Methodologie der technischen Wissenschaften**. – Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universitat Dersden. 15, 1966, Heft 4.

[67] **Кедров Б. М. Предмет и взаимосвязь естественных наук**. – М.: Наука, 1967. – 434 с.

[68] **Симоненко О. Д. Особенности строения технических наук**. – Проблемы исследования структуры науки. (Материалы к симпозиуму). – Новосибирск, 1967.

[69] **Розин В. М. Структура современной науки**. – Проблемы исследования структуры науки. (Материалы к симпозиуму). – Новосибирск, 1967.

[70] **Рожин В. П. О законах функционирования**. – Вестник Ленинградского университета, 1960, №23.

[71] **Мамзин А. С., Рожин В. П. О законах функционирования и законах развития**. – Философские науки, 1965, №4, С. 4.

В работе Я. Клаучо и Е. Дуды «Феномен техники» выделены четыре группы законов: *классификационные, отношения, причинные и диалектические*[72]. Они рассматривают технику как единую систему.

И. Мюллер выделяет три группы законов[73]:

– Структуры и развития техники, как определенного целого.

– Структуры развивающих процессов, составляющих основу инженерной деятельности (конструкторской, технологической и т. д.).

– Специфические законы (отличающиеся от группы 1), образующие основу технических систем.

М. Корах[74] сформулировал, по его мнению, четыре фундаментальных закона:

– Закон стоимостной переменной.

– Закон большого числа переменных.

– Закон шкального эффекта.

– Закон автоматизации.

Наиболее детально характеристику технического объекта дал В. В. Чешев[75]. Он пишет *«…технический объект представляют в виде определенной совокупности элементов, в виде определенной вещественной структуры. …он представляет собой особую „целесообразную форму“ проявления некоторого закона природы и должен описываться со стороны технических свойств, проявляемых им при практическом использовании в производственной (или какой-либо другой) сфере деятельности, а также должен быть описан со стороны своего внутреннего содержания как процесс, определяемый законом природы. Описывая техническое устройство совокупностью технических и естественных свойств, мы получаем обобщенное представление о техническом объекте».*

В. В. Чешев выделяет две основные группы понятий:

– отражающие структуру технического объекта;

– описывающие функционирование технического объекта в качестве средства целесообразной деятельности.

В первой группе выделены понятия. Наиболее общее среди них «*принцип действия*», к которому В. В. Чешев относит:

– «Обобщенная характеристика формы проявления закона природы, так как указываются основные факторы, обусловливающие протекание процесса.

– В «принципе действия» содержится указание на закон природы, определяющий ход процесса и его особенности…

– «Принцип действия» обобщенно характеризует структуру технического объекта, так как если указаны основные факторы процесса, их роль, то тем самым дается указание на основные структурные единицы объекта, к которым в дальнейшем можно поставить конкретные требования».

Имеются работы, описывающие отдельные принципы построения техники, например:

– **Системность**[76] частично описана В. И. Свидерским: «*Говоря об элементах, мы должны подразумевать под ними не просто дробные части данного целого, а лишь такие из них, которые, вступая в определенную систему отношений, непосредственно создают дан-*

---

[72] **Klauco I., Duda E. Fenomen techniky**. Bratislava, 1967, C 43.

[73] **Muller J. Zur Bestimmung der Begriffe «Technik» und «technische Gesetz».** «Deutsche Zeitschrift fur Philosophie», 1967, Nr.12. P. 1443.

[74] **Корах М. Наука индустрии**. – Наука о науке. – М.: Прогресс, 1966. С 227.

[75] **Чешев В. В. О предмете и основных понятиях технических наук (гносеологический анализ)**. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата философских наук. Томск, 1968. С. 8 и 12.

[76] В. И. Свидерский сформулировал некоторые системные признаки техники, но не назвал это принципом системности, как это написал автор.

ное целое». Под элементами он понимает: «в самом общем значении под элементами следует понимать любые явления, процессы, образующие в своей совокупности данное явление, данный процесс»[77].

– **Принцип агрегатирования и унификации** описали Х. Габель и С. А. Майоров. Х. Габель[78] описывает принцип агрегатирования и унификации применительно к станкам и автоматическим линиям. Станки собираются из унифицированных блоков, а линии из агрегатных станков. С. А. Майоров рассматривает этот принцип применительно к цифровым управляющим машинам (сегодня более привычен термин компьютер). Он пишет: «*В связи с непрерывно увеличивающейся потребностью в цифровых управляющих машинах назрела необходимость в более эффективной разработке прогрессивных принципов проектирования ЦУМ на основе простейших унифицированных функциональных узлов и блоков, позволяющих механизировать и автоматизировать основные производственные процессы производства этих узлов, повысить надежность и сократить сроки разработки и освоения новых, более совершенных управляющих машин»*[79].

– **Закон растущей дифференциации техники** предложен немецким ученым О. Киенцле[80].

Систематизацией техники достаточно много занимались немецкие ученые. В 30-х годах этим занимался В. Бишоф. Затем эти работы продолжил Ф. Ханзен. Он назвал их «*систематика конструирования*». Он выявил закономерности, связанные со структурно-функциональным представлением техники[81].

Ю. С. Мелещенко глубоко и обстоятельно исследовал развитие техники, технических и естественных наук. В своей работе он дал глубокий анализ: концепций, понятий, определений и классификации техники; системы связи техники с другими общественными явлениями; развития техники, и научно-технических революций. Это наиболее фундаментальный труд того времени по закономерностям развития техники[82].

В результате этого анализа Ю. С. Мелещенко вывел некоторые закономерности развития техники. Так же, как и В. В. Чешев он выделил две основные и наиболее крупные группы законов и закономерностей:

– *Законы структуры и функционирования техники.*

– *Законы развития техники.*

Кроме того, Ю. С. Мелещенко выделяет две крупные групп закономерностей развития техники[83]:

– **Внутренние** закономерности развития техники (система самой техники).

– **Внешние** закономерности развития техники. Закономерности развития техники, складывающиеся в результате ее взаимодействия с другими общественными явлениями (система общества в целом).

Изложение закономерностей развития техники, разработанных Ю. С. Мелещенко дается в кратком, несколько упрощенном, но более структурированном, иерархическом и более

---

[77] **Свидерский В. И. Некоторые особенности развития в объективном мире.** – Л.: Изд-во ЛГУ, 1965, С. 133.

[78] **Габель Х. Компоновка агрегативных станков и автоматических линий.** – М.: Машгиз, 1959, С. 56.

[79] **Майоров С. А. О выборе оптимального варианта конструкции для цифровой управляющей машины.** – Вычислительная техника для автоматизации производства. – М.: Машиностроение, 1964, С. 237.

[80] **Kitnzle O. Die Grundpfeiler der Fertigungstechnik**. – VDI – Zeitschrift, 1956, Nr. 23, P.1386.

[81] **Feingeratetechnik**, 1961, Nr. 10; 1967, Nr. 9.

[82] **Мелещенко Ю. С. Техника и закономерности ее развития**. – Л.: Лениздат, 1970, 248 с. – С. 166 – 232.

[83] Там же, С. 169.

наглядном, по мнению автора, виде. Формулировки законов оставлены в оригинальном виде. Выделение текста сделано автором.

Внутренние закономерности имеют две подгруппы:

а) закономерности, характеризующие сдвиги в субстанциональной стороне техники;

б) закономерности, связанные с изменением ее элементов, структуры и функций.

Рассмотрим подробнее структуру закономерностей развития техники по Ю. С. Мелещенко.

– **Внутренние** закономерности развития техники (система самой техники).

– Закономерности, характеризующие ***сдвиги в субстанциональной стороне техники***[84]**;**

– Изменения в применении **материалов.**

– Расширение ассортимента природных материалов, применяемых в технике[85].

– Вовлечение материалов природы в сферу технического использования[86].

– «Поиск и создание новых материалов сочетается с постоянным совершенствованием имеющихся материалов, выявлением и использованием их новых свойств. Этот процесс, имеющий закономерный характер, пронизывает всю историю техники»[87].

– Растущая целенаправленность в применении материалов, из которых создана техника[88].

– Подбор материалов, которые по своим свойствам наиболее соответствуют структуре и функциям технических устройств.

– Рациональное использование материалов в количественном отношении. Изменение показателей (обычно в сторону уменьшения) по мере совершенствования техники. Например, уменьшение удельного веса, коэффициента компоновки, показателя относительного веса конструкции и др.

– Закономерности, связанные с изменениями в **использовании процессов природы**. Большую часть этой группы образуют закономерности, которые выражают сдвиги в энергетических и других *процессах*, используемых в технике[89].

– Последовательное овладение все **более сложными формами движения материи**, их техническое использование, расширение спектра процессов, применяемых в технике (использование физических, химических и биологических процессов)[90].

– Использование все более **глубоких и мощных источников энергии**. От использования мускульной энергии человека и животных, к использованию энергии движения воды и воздуха, тепловой энергии (паровой двигатель, двигатель внутреннего сгорания), электроэнергии, атомной энергии[91].

– Растущая **интенсивность применяемых процессов**. Например, давления, температуры, скорости, напряжения, скорости и интенсивности применяемых процессов, увеличение скорости и количества принимаемой и перерабатываемой информации и т. д.[92]

– Постоянное **возрастание степени целенаправленности** используемых энергетических и других **процессов**. «Смысл и назначение техники и состоит в том, чтобы не просто осуществить какой-то процесс, а *максимально направить его в нужную сторону, сделать его наиболее полезным и рациональным»*[93]. Это осуществляется двумя путями:

---

[84] Там же, С. 170.

[85] Там же, С. 171—172.

[86] Там же, С. 172—174.

[87] Там же, С. 175.

[88] Там же, С. 176.

[89] Там же, С. 170, 176

[90] Там же, С. 177—178.

[91] Там же, С. 178—179.

[92] Там же, С. 180.

[93] Там же, С. 181.

– Усовершенствование выбранного принципа действия

– Переход к принципиально новой технике.

– Закономерности, связанные ***с изменением ее элементов, структуры и функций.***

– Процесс **дифференциации и специализации** технических систем, их элементов. «Объективные предпосылки к этому коренятся в росте и развитии общественных потребностей, которые вызывают к жизни все новые и новые формы деятельности, а вместе с ними и соответствующие средства труда. Эти процессы обусловлены также внутренней логикой развития техники».[94]

– **Функциональная** специализация. Средства труда или сложные технические системы предназначены для обслуживания определенной функции или достаточно общей операции.

– **Предметная** специализация. Технические устройства или их элементы предназначаются для выполнения узкой операции, имеют ограниченную и жестко закрепленную программу действий.

Интересно отметить также, что понимает Ю. С. Мелещенко под дифференциацией и специализацией. Он пишет: «Характерно также усиление дифференциации и специализации элементов технических устройств и систем. Примером тому служит классическая система машин трехзвенного состава, включающая в себя **рабочую машину**, **передаточный механизм** и **двигатель**. На ступени автоматизации она дополняется таким специализированным элементом, как **управляющее устройство**»[95].

– Процесс **усложнения и интеграции** техники.

– Движение к **автоматизации.** «Можно выделить три основных этапа исторически развивающегося взаимодействия, людей и техники в процессе трудовой, целесообразной деятельности: 1) этап использования орудий техники; 2) этап машинной техники; 3) этап автоматизации»[96]. «Таким образом, закономерным для развития машинной техники является последовательное и все более полное **замещение человека** в выполнении материальных функций»[97]. «Автоматизация проходит рад ступеней в своем развитии. Различают частичную, комплексную и полную автоматизацию»[98].

«Мы рассмотрели некоторые внутренние закономерности развития техники. Исследование их существенно не только для изображения общей картины исторического прогресса движения техники, оно дает определенные ориентиры для будущего, для **прогнозирования** технического прогресса»[99]

– **Внешние** закономерности развития техники. Эти законы достаточно туманно изложены. Передаю своими словами.

Вначале излагается закон возрастания потребностей. Затем идет сравнение капиталистического и социалистического способа ведения хозяйства.

Следует обратить внимание на сформулированные Ю. С. Мелещенко группы критериев технического прогресса[100].

Группы критериев технического прогресса

«*Эти принципы вытекают из самой сущности техники, из единства ее природно-социальных моментов*»[101].

---

[94] Там же, С. 183.

[95] Там же, С. 185.

[96] Там же, С. 194.

[97] Там же, С. 197.

[98] Там же, С. 198.

[99] Там же, С. 204.

[100] Там же, С. 225—227.

[101] Там же, С. 225.

– Критерии **субстанционального** порядка. Любая техника создается из ***материалов*** и основывается на ***использовании необходимых процессов*** «…судить о прогрессивности техники можно, учитывая, какие материалы и процессы в ней применяются и на сколько эффективно это осуществляется».

– Критерии **структурного** порядка. «Технический прогресс – антиэнтропийный процесс, связанный с ***повышением организации*** и ***упорядоченности системы***, ***надежности ее функционирования***. Это реализуется за счет дифференциации и специализации, повышения интегративных свойств и рациональности конструкции».

– **Функциональные** критерии. Максимально возможное соответствие функциям, назначению техники, эффективности выполнения программы, заложенной в технической системе. Это реализуется через показатели, например, ***производительность, точность, скорость*** выполняемых операций. **Информационный критерий** характеризует степень саморегуляции, совершенство процессов управления.[102]

– **Технологические и эксплуатационные** критерии. Технологические критерии характеризуют процесс изготовления техники (***трудоемкость***, которая должна быть наименьшей; ***выход годной продукции***, которая должна быть наибольшей, ***сложность сборки***, которая должна быть наименьшими и т. д.). Эксплуатационные показатели связаны с **надежностью** и **долговечностью** работы техники, ее ***ремонтоспособностью***, ***дешевизной*** и ***простотой обслуживания*** и т. д.

– **Экономические** критерии. ***Стоимость техники***, ***стоимость единицы продукции***, ***окупаемость***, обеспечиваемый ***рост производительности труда*** и т. д.

– **Социальные** критерии. Эстетические, нравственные, влияние технической среды на человека и общество[103].

Ю. С. Мелещенко указал и «…**генеральную линию** поступательного, восходящего **развития** всей **техники**, линию, которая прослеживается на протяжении всей истории этого развития. Ею является последовательная **материализация трудовых функций человека** в технических устройствах, что связано с ***движением от орудий техники к машинам и затем к автоматической технике***, замещающей не только материальные, но также *интеллектуальные трудовые функции человека*. Знание этой генеральной линии технического прогресса дает общую перспективу, на основе которой, прежде всего, строится прогнозирование и планирование технического прогресса, научная техническая политика… курс на автоматизацию нельзя рассматривать в отрыве от принципиальных изменений всей системы техники, всех отраслей. Автоматизация является синтезирующим, обобщенным показателем технического развития в современных условиях, общим ориентиром технического прогресса»[104].

Опишем систему законов техники, разработанную А. И. Половинкиным[105]. Он их разделяет на две группы: *законы строения технических объектов* и *законы развития техники*.

– Законы строения технических объектов

– Законы симметрии технических объектов.

– Закон двухсторонней симметрии.

– Закон осевой симметрии.

– Закон центральной симметрии.

– Законы корреляции параметров технических объектов.

– Закон гармонического соотношения параметров технического объекта.

– Закон корреляции параметров одного ряда технических объектов.

---

[102] Там же, С. 226.

[103] Там же, С. 226—227.

[104] Там же, С. 229.

[105] **Половинкин А. И. Законы строения и развития техники**, С. 59—194.

– Закон гомологических рядов технических объектов.

– Законы соответствия между функцией и структурой технического объекта.

– Законы развития техники

– Законы расширения множества потребностей-функций.

– Закономерности возникновения и сохранения потребностей-функций.

– Систематика потребностей и их иерархия.

– Расширение множества потребностей-функций.

– Закон стадийного развития технических объектов.

– Закон прогрессивной конструктивной эволюции технических объектов. – Закон возрастания разнообразия технических объектов

– Закон возрастания сложности технических объектов.

Закономерности эволюции **антропогенных (искусственных)** систем описал в своей монографии Е. М. Балашов[106]. Главное внимание он уделил техническим системам. Приведем основные из рассмотренных закономерностей:

– Сохранение основных функций развивающихся систем.

– Относительное и временное разрешение противоречий в антропогенных системах.

– Повышение функциональной и структурной целостности систем.

– Преемственность функционально-структурной организации многоуровневых систем.

– Адекватность функционально-структурной организации назначению системы.

– Сжатие этапов развития систем. Постепенное сжатие по временной оси диалектической спирали развития является общей закономерностью эволюции систем[107].

Кроме того, Е. М. Балашов рассматривает:

– Принцип многофункциональности[108].

– Методологию эволюционного синтеза систем[109].

– Структурный синтез систем[110].

Эволюционный синтез систем базируется на закономерностях развития антропогенных систем, используя функционально-структурный подход и создает проблемно-ориентированные системы. При этом используются принцип многофункциональности и структурный синтез систем. «*Эволюционный синтез систем позволяет прогнозировать развитие проектируемых систем с позиций эволюции функций и эволюции технологий*»[111]. «*Процесс проектирования системы на основе концепции эволюционного синтеза является по существу процессом последовательного формирования и преобразования (трансформации) моделей функционально-структурной организации систем*»[112].

Принцип многофункциональности[113] устанавливающий взаимосвязь изменений функций и структуры многоуровневых систем в процессе развития и определяющий основные тенденции и этапы развития антропогенных систем.

---

[106] **Балашов Е. П. Эволюционный синтез систем.** – М: Радио и связь, 1985, 328 с.

[107] Там же, С. 108.

[108] Там же, С. 94—116.

[109] Там же, С. 117—131.

[110] Там же, С. 132—155.

[111] Там же, С. 121.

[112] Там же, С. 132.

[113] **Балашов Е. П. Принцип многофункциональности. Сб. трудов III Международной конференции «Вычислительная техника-73»**, НРБ, Варна, 1973.

1.5. Работы по законам развития техники в ТРИЗ

1.5.1. Законы развития технических систем, сформулированные Г. С. Альтшуллером

Первая система законов развития техники в ТРИЗ была разработана ее автором Г. С. Альтшуллером в 1956 году. Первоначально она выглядела так[114].

– Отдельные элементы машины, механизма, процесса всегда находятся в тесной взаимосвязи.

– Развитие происходит неравномерно: одни элементы обгоняют в своем развитии другие, отстающие.

– Планомерное развитие системы (машины, механизма, процесса) оказывается возможным до тех пор, пока не возникнут и не обострятся противоречия между более совершенными элементами системы и отстающими ее частями.

– Это противоречие является тормозом общего развития всей системы. Устранение возникшего противоречия и есть изобретение.

– Коренное изменение одной части системы вызывает необходимость для функционально обусловленных изменений в других ее частях.

Кроме того, в этой работе, практически был сформулирован **закон полноты частей системы**. «*Между главными составными частями машины – рабочим органом, передаточным механизмом (трансмиссией) и двигателем – имеется определенное соотношение, ибо все эти части находятся в тесной взаимосвязи и взаимообусловленности. Наличие взаимосвязи между главными составными частями машины приводит к тому, что развитие той или иной части оказывается возможным только до определенного предела – пока не возникнут противоречия между измененной частью машины и оставшимися без изменений другими ее частями*». И далее: «*Противоречия, возникающие между отдельными частями машины, являются тормозом общего развития, ибо дальнейшее усовершенствование машины невозможно без внесения изменений в соответствующие ее части, без коренного улучшения их свойств*».

В следующих работах Г. Альтшуллер описывает отдельные законы. Например, **закон увеличения степени идеальности** дан в виде понятия ***идеального конечного результата*** и следующей формулировки: «*Максимум нового эффекта при минимуме затрат на реализацию*»[115].

В 1963 г. Г. Альтшуллер сформулировал следующие тенденции развития техники[116]:

– Увеличение параметров каждого единичного агрегата. Например, увеличение скорости самолета или грузоподъемности автомобиля.

– Увеличение удельных характеристик машин и процессов.

– Интенсификация производственных процессов (например, совмещение во времени нескольких этапов)

– «Динамизация» машин: машины с фиксированными характеристиками (вес, объем, форма и т. д.) вытесняются меняющимися в процессе работы машинами; «жесткие» кон-

---

[114] **Альтшуллер Г. С., Шапиро Р. Б. Психология изобретательского творчества** . – Вопросы психологии, 1956, №6, С. 37—49.

[115] **Альтшуллер Г. С. Как научиться изобретать**. – Тамбов: Кн. изд., 1961, 128 с. – С.56.

[116] **Альтшуллер Г. Как работать над изобретением. О теории изобретательства.** – Азбука рационализатора. – Тамбов, Кн. Изд-во, 1963. 352 с. – С. 276.

струкции вытесняются «гибкими». Это заметная тенденция в развитии современной техники – разделение машины на несколько гибко сочлененных секций.

В этой же работе описывается понятие «идеальная машина»[117]:

«**Идеальная машина**» — абстрактный эталон, в реальных условиях недостигаемый и отличающийся следующими обстоятельствами:

– Все части идеальной машины все время несут полезную расчетную нагрузку.

– Материал «идеальной машины» работает так, что его свойства используются наилучшим образом, например, металлические части работают только на растяжение, деревянные части – только на сжатие и т. д.

– Для каждой части «идеальной машины» созданы наиболее благоприятные внешние условия (температура, давление, характер движения внешней среды и т. д.).

– Если «идеальная машина» передвигается, то вес, объем и площадь полезного груза совпадают или почти совпадают с весом, объемом и площадью самой машины.

– «Идеальная машина» способна менять назначение (в пределах своей основной функции).

– Межремонтный период частей равен сроку службы всей «идеальной машины».

Сравнивая «идеальную машину» с идеей изобретения, можно судить об уровне, вообще достигнутом в данной отрасли техники, и о качестве найденной идеи.

В середине 70-х годов Г. Альтшуллер разработал другую систему законов, которая была описана в двух работах «Линии жизни» технических систем и «О законах развития технических систем», которые были распространены в школах ТРИЗ[118]. В дальнейшем они были опубликована в книге «Творчество как точная наука»[119] и сборнике Дерзкие формулы творчества[120]. Законы были разбиты на три группы: **статика**, **кинематика** и **динамика**. Приведем эти законы.

Статика

1. Закон полноты частей системы

Необходимым условием принципиальной жизнеспособности технической системы являются наличие и минимальная работоспособность основных частей системы.

Каждая техническая система должна включать четыре основные части: двигатель, трансмиссию, рабочий орган и орган управления[121].

Следствие из закона 1:

Чтобы система была управляемой, необходимо, чтобы хотя бы одна ее часть была управляемой.

2. Закон «энергетической проводимости» системы

Необходимым условием принципиальной жизнеспособности технической системы является сквозной проход энергии по всем частям системы.

Следствие из закона 2:

---

[117] **Альтшуллер Г. Как работать над изобретением. О теории изобретательства** , С. 300—301.

[118] **Альтшуллер Г. С. О законах развития технических систем**. – Баку, 20.01.1977.

[119] **Альтшуллер Г. С. Творчество как точная наука.** Теория решения изобретательских задач. – М.: Сов. радио, 1979. – 184 с. – Кибернетика. – С. 113—127.

[120] **Альтшуллер Г. С. Законы развития технических систем**. – Альтшуллер Г. С. Дерзкие формулы творчества. – Дерзкие формулы творчества/ (Сост. А. Б. Селюцкий). – Петрозаводск: Карелия, 1987. – 269 с. – (Техника-молодежь-творчество), С. 61—65.

[121] Напомним, что К. Маркс ввел три обязательных элемента из которых состоит машина: *машина—двигатель* (у Альтшуллена – двигатель), *передаточного механизма* (у Альтшуллера – трансмиссия), *машины-орудия, или рабочей машины* (у Альтшуллера – рабочий орган) – *см п. 1.2.*

Чтобы часть технической системы была управляемой, необходимо обеспечить энергетическую проводимость между этой частью и органами управления.

3. Закон согласования ритмики частей системы

Необходимым условием принципиальной жизнеспособности технической системы является согласование ритмики (частоты колебаний, периодичности) всех частей системы.

Кинематика

4. Закон увеличения степени идеальности системы

Развитие всех систем идет в направлении увеличения степени идеальности.

5. Закон неравномерности развития частей системы

Развитие частей системы идет неравномерно; чем сложнее система, тем неравномернее развитие ее частей.

6. Закон перехода в надсистему

Исчерпав возможности развития, система включается в надсистему в качестве одной из частей; при этом дальнейшее развитие идет уже на уровне надсистемы.

Динамика

7. Закон перехода с макроуровня на микроуровень

Развитие рабочих органов системы идет сначала на макро-, а затем на микроуровне.

8. Закон увеличения степени вепольности

Развитие технических систем идет в направлении увеличения степени вепольности. [122]

Позже Г. Альтшуллер ввел **закон увеличения степени динамичности,** уточнил понятия законов **перехода в надсистему** и **увеличения степени вепольности**[123], разработал **линию увеличения пустотности**[124].

Закон увеличения степени динамичности Альтшуллер описал так:

«… для каждой системы неизбежен этап „динамизации“ – переход от жесткой, не меняющейся структуры к структуре гибкой, поддающейся управляемому изменению. … „Зрелые“ и „пожилые“ системы тоже динамизируются, что компенсирует увеличение их размеров». … «Вводят шарниры и упругие элементы, применяют пневмо- и гидроконструкции, используют вибрацию, фазовые переходы… Выбор способа динамизации зависит от конкретных обстоятельств, но сама **динамизация – универсальный закон**, определяющий направление развития всех технических систем, даже таких, которые по самой своей природе, казалось бы, должны оставаться жесткими»[125]. Практически это развитие тенденции, высказанной Г. Альтшуллером в 1963 г.

---

[122] Определение понятия «веполь» будет дано в п. 7.7.1.

[123] **Альтшуллер Г. С. Найти идею.** Введение в теорию решения изобретательских задач. – Новосибирск.: Наука, 1986, 209 с. – С. 90—106. **Альтшуллер Г. С. Маленькие необъятные миры.** Стандарты на решения изобретательских задач. – Нить в лабиринте/Сост. А. Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1988. – С. 165—230. http://www.altshuller.ru/triz/standards.asp#223.

[124] **Альтшуллер Г. С., Верткин И. Линии увеличения пустотности.** Баку, 1987. (рукопись). http://www.altshuller.ru/triz/zrts5.asp.

[125] **Альтшуллер Г. С. Найти идею.** Введение в теорию решения изобретательских задач. – Новосибирск: Наука, 1986, 209 с. – С. 59.

Механизмы **закона перехода в надсистему**[126] Генрих Альтшуллер представил в виде перехода МОНО-БИ-ПОЛИ-СВЕРТЫВАНИЕ.

1. Эффективность синтезированных би-систем и поли-систем может быть повышена прежде всего развитием связей элементов в этих системах.

2. Эффективность би- и поли-систем может быть повышена **увеличением различия между элементами системы**: от однородных элементов к элементам со сдвинутыми характеристиками, а затем – к разнородным элементам и инверсным сочетаниям типа «элемент и антиэлемент».

Закон увеличения степени вепольности был представлен в виде «линия развития вепольных систем: от невеполей к простым веполям, затем к сложным веполям и далее к веполям, форсированным и комплексно форсированным»[127].

Линия увеличения пустотности будут описана ниже (см. п. 7.5).

Линия перехода к капиллярно-пористому веществу была изложена в стандарте 2.2.3. Этот переход этот осуществляется по линии: «сплошное вещество – сплошное вещество с одной полостью – сплошное вещество со многими полостями (перфорированное вещество) – капиллярно-пористое вещество – капиллярно-пористое вещество с определенной структурой (и размерами) пор». По мере развития этой линии увеличивается возможность размещения в полостях-порах жидкого вещества и использования физических эффектов.

1.5.2. Законы развития технических систем, сформулированные другими авторами

Законы формулировались и усовершенствовались и другими авторами. Отметим некоторые из работ.

– Закон увеличения степени **идеальности**: В. Петров[128], Ю. Саламатов и И. Кондраков[129], Э. Каган[130], В. Фей[131], В. Митрофанов[132], Г. Иванов[133], А. Любомирский[134].

---

[126] **Альтшуллер Г. С. Найти идею.** Введение в теорию решения изобретательских задач. – Новосибирск: Наука, 1986, 209 с. – С. 90—96. **Альтшуллер Г. С. Маленькие необъятные миры.** Стандарты на решения изобретательских задач. – Нить в лабиринте/Сост. А. Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1988. – С. 165—230. http://www.altshuller.ru/triz/standards.asp#223

[127] **Альтшуллер Г. С. Найти идею.** Введение в теорию решения изобретательских задач. – Новосибирск: Наука, 1986, 209 с. – С. 100.

[128] **Петров В. М. Идеализация технических систем.** – Областная научно-практическая конференция «Проблемы развития научно-технического творчества ИТР». Тезисы докладов. Горький, 1983, С. 60—62. **Петров В. Закон увеличения степени идеальности.** – Тель-Авив, 2002. http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-08-ideal.pdf **Vladimir Petrov, Avraam Seredinski. Progress and Ideality.** – TRIZ Futures 2005. 5th ETRIA Conference. November 16 to 18, 2005. Graz, Austria. P. 195—204. – The TRIZ Journal. http://www.triz-journal.com/archives/2006/02/01.pdf **Петров В. М. Формулы идеальности. –** Научно-практическая конференция «ТРИЗ-ФЕСТ 2009»: сборник трудов конференции. СПб, 2009. – 302 с. – С. 149—152 www.triz-summit.ru/file.php/…/Ideality%20formulas1+examle.doc www.patentovedam.narod.ru/download7/ideality.doc

[129] **Саламатов Ю. П., Кондраков И. М. Некоторые особенности идеальных технических систем.** – Методология и методы технического творчества. Тезисы докладов и сообщений к научно-практической конференции 30 июня – 2 июля 1984 г. – Новосибирск: СО АН СССР, 1984, С. 66—68.

[130] **Каган Э. Л. Концепция построения модели идеального вещества**. – Тезисы докладов Всесоюзной научно-практической конференции «Проблемы развития научного и технического творчества трудящихся» (Тбилиси, 30 сентября – 2 октября 1987 г.). Ч. 1. – М.: ВСНТО, 1987. – С. 96—98.

[131] **Фей В. Р. В поисках идеального вещества**. – Журнал ТРИЗ, Т.1, №1/90, С. 36—41, Т.1, №2/90, С. 31—40.

[132] **Митрофанов В. В. Несколько мыслей об идеальности**. – Журнал ТРИЗ, 1993. Ангарский вариант (электронная версия), С. 45—47.

[133] **Иванов Г. И. Вопросы самоорганизации в ТС.** http://www.trizminsk.org/e/248005.htm.

[134] **Lyubmirsky A. Ideality Equiation. /** International research conference «TRIZ*fest*-2013». – Kiev, Ukraine, August, 01—03, 2013: conf. proc. / MATRIZ. SPb.: Publishing house of the Polytechnic University, 2013. – 300 p., p. 16—25.

– Закон увеличения степени **динамичности** – И. Кондраков[135].
Подзаконы динамичности:
а) **увеличения пустотности —** Г. Альтшуллер и И. Верткин[136];
б) **увеличение степени дробления** – В. Петров[137];
в) цепочка развития **капиллярно-пористых материалов** (**КПМ**)
Г. Альтшуллер[138], И. Рябкин[139], Ю. Саламатов[140], В. Петров[141].

– Закон **сквозного прохода энергии** – Г. Иванов[142].

– Закон **согласования** технических систем разрабатывали: С. Литвин[143], Б. Злотин и А. Зусман[144], В. Петров и Э. Злотина[145].

– Модификацию **закона перехода в надсистему** осуществили:
С. Литвин и В. Герасимов[146], Г. Френклах и Г. Езерский[147], А. Пиняев[148].

– Закон **увеличения степени вепольности** – В. Петров[149].

---

[135] **Кондраков И. М. Динамизация технических систем.** – Методология и методы технического творчества. Тезисы докладов и сообщений к научно-практической конференции 30 июня – 2 июля 1984 г. – Новосибирск: СО АН СССР, 1984, С. 70—72.

[136] **Альтшуллер Г. С., Верткин И. Линии увеличения пустотности.** Баку, 1987. http://www.altshuller.ru/triz/zrts5.asp.

[137] **Петров В. М. Цепочка дробления в технических системах**. – Л., 1973, 2 с. (рукопись). **Петров В. М. Тенденция дробления объектов**. – Л., 1973, 8 с. (рукопись). **Петров В. М. Закономерности развития технических систем**. – Методология и методы технического творчества. Тезисы докладов и сообщений к научно-практической конференции 30 июня – 2 июля 1984 г. – Новосибирск: СО АН СССР, 1984, С. 52—54. **Петров В. Увеличение степени дробления**. – Тель-Авив, 2002. http://www.trizland.ru/ trizba/pdf-books/zrts-13-droblenie. pdf.

[138] **Альтшуллер Г. С. Маленькие необъятные миры.** Стандарты на решения изобретательских задач. – Нить в лабиринте/Сост. А. Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1988. С. 165—230. http://www.altshuller.ru/triz/standards.asp#223.

[139] **Рябкин И. П. КПМ – вещество умное**. – Магический кристалл физики. – Дерзкие формулы творчества / (Сост. А. Б. Селюцкий). – Петрозаводск: Карелия, 1987. – 269 с. – (Техника-молодежь-творчество), С. 159—165. http://rus.triz-guide.com/2903.html.

[140] **Саламатов Ю. Система развития законов техники. –** Шанс на приключение / Сост. А. Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1991. – 304 с. – (Техника – молодежь – творчество), с. 115—122. http://www.trizminsk.org/e/21101490.htm#0491.

[141] **Петров В. М. Закономерность использования капиллярно-пористых материалов.** Л:, 1981, 7 с. **Петров В. Закономерность перехода к капиллярно-пористым материалам.** – Тель-Авив, 2002. http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-14-kpm.pdf.

[142] **Иванов Г. И. Закон сквозного прохода энергии.** – Журнал ТРИЗ, 1993. Ангарский вариант (электронная версия), С. 48—52.

[143] **Литвин С. С. Согласование технических систем.** – Методология и методы технического творчества. Тезисы докладов и сообщений к научно-практической конференции 30 июня – 2 июля 1984 г. – Новосибирск: СО АН СССР, 1984, С. 72—74.

[144] **Поиск новых идей: от озарения к технологии** (Теория и практика решения изобретательских задач) / Г. С. Альтшуллер, Б. Л. Злотин, А. В. Зусман, В. И. Филатов. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989. – С. 62—73, 367.

[145] **Петров В. М. Согласование систем**. – Л., 1975, 2 с. (рукопись). **Петров В. Согласование технических систем.** – Л. 1977. **Петров В. Закон согласования систем.** – Тель-Авив, 2002. http://www.trizland.ru/trizba/ pdf-books/zrts-10-soglasov. pdf.

[146] **Герасимов В. М., Литвин С. С. Зачем технике плюрализм**. – Журнал ТРИЗ, Т.1, №1/90, С. 11—25.

[147] **Френклах Г. Б., Езерский Г. А. О некоторых закономерностях перехода в надсистему** . – Журнал ТРИЗ, Т.1, №1/90, С. 25—29.

[148] **Пиняев А. М. Объединение под законом функции** (Функциональный подход к объединению альтернативных систем). 1/95 (№10), С. 33—37.

[149] **Петров В. М. О вепольном анализе.** – Л., 1973. **Петров В. Закон увеличения степени вепольности**. – Л. 1981. **Петров В. М. Тенденции развития вепольных систем.** – Л. 1986. **Петров В., Злотин Э. Вепольный анализ.** Учебное пособие. Тель-Авив, 1992 **Петров В. Злотина Э. Структурный вещественно-полевой анализ.** – Тель-Авив, 1997.

– Закон **идеальности механизмов свертывания:** С. Литвин и В. Герасимов[150], В. Дубров[151].

– Закономерность **точка – линия – объем** В. Петров[152], А. Любомирский[153].

– **Системный анализ, системные исследования, теория систем –** В. Петров[154], А. А. Быстрицкий[155].

– Использование *законов при проведении* **ФСА** – С. Литвин и В. Герасимов[156].

С 1965 г. В. Петров изучал и использовал на практике теорию автоматического управления и кибернетику, а с 1968 г. – теорию систем, системные исследования, системный анализ и системный подход. Исследования в основном проводились с целью создания новых систем автоматического управления и контроля для различных объектов[157].

Исследования развития техники автор начал в 1972 г. с анализа работ в этой области[158].

Указанные и другие работы послужили фундаментом для разработки законов развития технических систем. Эти исследования автор ведет с 1973 года. Первоначально была сделана

Петров В., Злотина Э. Структурный вещественно-полевой анализ. – Тель-Авив, 1999. http://www.trizland.com/trizba/pdf-books/vepol.pdf. **Петров В. Структурный вещественно-полевой анализ**. Тель-Авив, 2002 http://www.trizland.ru/trizba.php?id=111. **Петров В. Вепольный анализ для профессионалов**. – Тель Авив, 2003. **Петров В. Закон увеличения степени вепольности.** Международная научно-практическая конференция «ТРИЗ*фест*-2012». Лаппеенранта; С. Петербург, 2—4 августа, 2012 г.: сб. тр. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 154 с., С. 50—57. **Petrov V. The Law of Increasing Degree of Su-Field.** The CIL Journal. http://thecontinualimprovementlab.com/wp-content/uploads/2012/10/V-Petrov-Su-Field-Paper-English-10-15-12.pdf. **Петров В., Воронов Г.** Новый подход к вепольному (структурному) анализу / Развитие вепольного анализа и изобретательского мышления. / Сборник научных работ. Библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ. Выпуск 5. Киев, 2013. – 258 с., С. 33—55. http://www.triz-summit.ru/file.php/id/f5677/name/Petrov%20V.%20Voronov_%20G.%20A%20new%20approach%20to%20Su-Field%20_structu. pdf. **Petrov V., Voronov G.** A New Approach to Su-Field (structural) Analysis / Further development of Su-Field Analysis. Development of Inventive Thinking. / Collection of Scientific Papers. TRIZ Developers Summit Library. Issue 5. Kiev, 2013. – 258 pages, p. 166—188. http://www.triz-summit.ru/file.php/id/f5682/name/Petrov%20V.%20Voronov%20G.%20_A%20new%20approach%20to%20Su-Field%20_structu-ENG. pdf.

[150] **Герасимов В. М., Литвин С. С. Основные положения методики проведения ФСА. Свертывание и сверхэффект**. – Журнал ТРИЗ, Т.3, №2/92, С. 7—45.

[151] **Дубров В. Е. Методика поиска сверхэффектов**. – Журнал ТРИЗ, Т.3, №2/92, С.46—50.

[152] **Петров В. М. Точка – линия – объем.** – Л., 1973. (рукопись) **Петров В. Система законов развития техники** – Тель-Авив, 2002. http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-02-system.pdf. **Петров В. Обобщенные модели решения изобретательских задач. –** Тель-Авив, 2007 http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=3896.

[153] **Любомирский А., Литвин С. Законы развития технических систем**. GEN3 Partners, 2003. http://www.metodolog.ru/00767/00767.html.

[154] **Петров В. М. Системный анализ технических систем.** Прогнозирование научно-технического прогресса. – Л.: ЛДНТП, 1976**. Петров В. М. Системный анализ выбора технических зада**ч. – Методы решения конструкторско-изобретательских задач. Тезисы докладов. – Рига, 1978, С.73—75.

[155] **Быстрицкий А. А. Системность ТС и технические модели.** – Журнал ТРИЗ, 1993. Ангарский вариант (электронная версия), С. 35—36.

[156] **Герасимов В. М., Литвин С. С. Учет закономерностей развития техники при проведении функционально-стоимостного анализа технологических процессов.** – Практика проведения функционально-стоимостного анализа в электротехнической промышленности/Под ред. М. Г. Карпунина. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 288 с. – С. 193—210.

[157] **Петров В. М. Система адаптивного управления. –** Конференция студенческих работ ЛКИ. – Л., 1965. **Петров В. М. Адаптивная система управления с моделью. –** Конференция студенческих работ ЛКИ. – Л., 1966. **–** Конференция студенческих работ ЛКИ. – Л., 1968. **Петров В. М. Самонастраивающаяся система автоматического управления с подстраиваемой моделью. –** Конференция студенческих работ ЛКИ. – Л., 1967. **Петров В. М. Системный анализ систем автоматического управления. Петров В. М. Аналитический обзор литературы по системным исследованиям. –** Л. 1969 (рукопись).

[158] **Петров В. М. Обзор работ по развитию техники.** – Л. 1972 (рукопись). Работа периодически пополнялась.

попытка перенести законы диалектики (единство и борьбы противоположностей, перехода количественных изменений в качественные и отрицания отрицания)[159] на развитие техники.

В 1973 году по аналогии с приемами разрешения технических противоречий, разработанных Г. С. Альтшуллером[160], автор решил разработать несколько тенденций: дробление (прием 1. Принцип дробление), управление весом (прием 8. Принцип антивеса) и переход от точки к линии, плоскости и объему (прием 17. Принцип перехода в другое измерение и прием 7. Принцип «Матрешки»). Эти работы обсуждались с Г. Альтшуллером.

Первоначально ***тенденцию дробления*** автор описал как переход от *монолитного твердого* объекта к *гибкому*, затем к *раздробленному объекту* вплоть до *порошка*, далее к *гелю*, *жидкости*, *газу* и к *полю*[161].

Цепочку управления весом (позже автор назвал ее «гравиполи») первоначально автор представил в виде: использование *силы Архимеда* в газе и *жидкости*, *крыло и набегающий поток*, *магнитное* и *электрическое* поля[162].

Переход от точки к линии, плоскости и объему первоначально автор описал так: переход от *точки* к *линии в плоскости*, *линии в пространстве*, *плоскости*, использование *обратной стороны плоскости*, *лента Мебиуса*, переход к *объему*, использование *внутреннего объема* (принцип матрешки)[163].

В этот период наиболее сильные теоретические работы по законам развития технических систем, кроме Г. Альтшуллера, были сделаны Б. Голдовским[164], который рассмотрел понятия и механизмы по узловому компоненту, противоречиям и оператору отрицания и ввел понятие главной полезной функции системы (ГПФ).

Одной из первых разработок В. Петрова в ТРИЗ была **цепочка дробления**[165], которая описывала постепенный переход (замену) исполнительного органа (теперь он называется рабочим органом) от *монолитного твердого* вещества к *гибкому* (эластичному) объекту, к *разделению объекта на отдельные части*, связанные между собой связями, которые меняются от жестких к гибким и исчезают совсем, не связанные части или связанные с помощью какого-либо поля, например, магнитного, части постепенно измельчаются, превращаясь в мелкодисперсный порошок – *порошкообразный объект*, постепенно переходя к *гелю* – пастообразному веществу, затем изменяется степень вязкости вещества до получения *жидкости,* далее изменяется степень связанности жидкости, используя более легкие и летучие жидкости и *аэрозоли,* содержание газа в аэрозоле увеличивается, и таким образом происходит переход к *газу,* постепенно используя все более легкий газ и изменяя степень разряжения вплоть до образования вакуума, *вакуум* делают все более глубоким, последний переход к *полю*, в частности используется плазма. Эта цепочка совершенствовалась и к середине 70-х она имела вид, использу-

---

[159] **Петров В. М. Использование законов диалектики для развития технических систем**. – Л., 1973, 4 с. Позже эта работа была опубликована в: **Жуков Р. Ф., Петров В. М. Современные методы научно-технического творчества** (на примере предприятий судостроительной промышленности). Учебное пособие. – Л.: ИПК СП, 1980. – С. 53—57. В Интернете работу можно увидеть в: **Петров В. Законы диалектики в развитии технических систем.** – Тель-Авив, 2002. http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-03-dialekt.pdf.

[160] **Альтшуллер Г. С. Алгоритм изобретения**. – М: Моск. рабочий, 1973. – 296 с. http://www.altshuller.ru/triz/technique1.asp

[161] **Петров В. М. Цепочка дробления в технических системах**. – Л., 1973, 2 с. (рукопись). **Петров В. М. Тенденция дробления объектов**. – Л., 1973, 8 с. (рукопись).

[162] **Петров В. М. Управление весом.** – Л., 1973. (рукопись).

[163] **Петров В. М. Точка – линия – объем.** – Л., 1973. (рукопись).

[164] **Голдовский Б. И. О противоречиях в технических системах.** Материалы к семинару преподавателей методики изобретательства. – Горький, ОЛМИ при ЦС ВОИР, 1974, 28 с. (ротапринт). http://www.metodolog.ru/00001/00001.html.

[165] **Петров В. М. Цепочка дробления в технических системах**. – Л., 1973, 2 с. (рукопись). **Петров В. М. Тенденция дробления объектов**. – Л., 1973, 8 с. (рукопись).

емый автором и сегодня[166]. В начале 80-х к этой цепочке автор присоединил цепочку капиллярно-пористых материалов.

В 1979 г. Б. Злотин написал работу «анализ процессов»[167], где он описал закономерности развития процессов и механизмы его исполнения.

Детальнее опишем историю формулировки закона **согласования**.

Впервые закон согласования был сформулирован Г. Альтшуллером в начале 70-х годов в виде **закона согласования ритмики частей системы**[168]. Этот закон является частным случаем закона согласования, который был сформулирован позже.

Наибольший вклад в развитие этого закона (насколько это известно автору) внесли представители Ленинградской школы ТРИЗ. Основные идеи этого закона были предложены Б. Злотиным, Э. Злотиной, С. Литвиным и В. Петровым в 1975—1980 гг. Этот закон и многие другие направления ТРИЗ неоднократно обсуждались в этом коллективе. Были выработаны общие подходы, например, что понятие этого закона должно быть значительно расширено, но, тем не менее, каждый имел и свой взгляд на этот закон.

Например, понятие «согласование-рассогласование» предложила Э. Злотина. Первоначально эта закономерность разрабатывалась совместно Б. Злотиным и Э. Злотиной, а в дальнейшем Б. Злотиным и А. Зусман.

С. Литвин рассматривал четыре вида согласования[169].

1. Компонентное согласование материалов, веществ.

2. Структурное – согласование размеров, форм, структуры.

3. Параметрическое – согласование основных параметров технических систем: температур, весов, давлений, плотностей, электрических сопротивлений и т. д.

4. Функциональное – согласование основных функций.

Кроме того, С. Литвин рассматривает:

1. Согласование подсистем одной ТС.

2. Согласование ТС и внешней среды.

3. Согласование изделия и инструмента.

4. Согласование инструментов между собой.

5. Согласование изделий между собой.

Б. Злотин рассматривает различные **виды** согласования-рассогласования[170] (разбивка по пунктам и группировка осуществлена В. Петровым).

1. Согласование—рассогласование параметров.

1.1. Прямое и обратное.

1.2. Однородное и неоднородное.

---

[166] **Петров В. Увеличение степени дробления.** – Тель-Авив, 2002. http://www.trizland.ru/ trizba/pdf-books/zrts-13-droblenie. pdf

[167] **Злотин Б. Л. Анализ процессов**. – Л., 1979

[168] **Альтшуллер Г. С. Творчество как точная наука.** Теория решения изобретательских задач. – М.: Сов. радио, 1979. – 184 с. – Кибернетика. (В несколько ином виде этот закон был сформулирован Г. С. Альтшуллером в его первой публикации по ТРИЗ: **Альтшуллер Г. С., Шапиро Р. Б. Психология изобретательского творчества** . – Вопросы психологии, 1956, №6, С. 37 – 49).

[169] **Литвин С. С. Согласование технических систем**. – Методология и методы технического творчества. Тезисы докладов и сообщений к научно-практической конференции 30 июня – 2 июля 1984 г. – Новосибирск: СО АН СССР, 1984, С. 72—74.

[170] **Поиск новых идей: от озарения к технологии** (Теория и практика решения изобретательских задач) / Г. С. Альтшуллер, Б. Л. Злотин, А. В. Зусман, В. И. Филатов. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989. – С. 62—73, 367.

1.3. Внутреннее и внешнее.
2. Согласование—рассогласование систем:
2.1. Непосредственное.
2.2. Условное.
3. Согласование—рассогласование материалов.
4. Согласование—рассогласование форм и размеров.
5. Согласование—рассогласование ритмики работы.
6. Согласование—рассогласование структуры.
7. Согласование—рассогласование потоков в системах.
8. Согласование—рассогласование живучести системы.

Кроме того, Б. Злотин рассматривает **линии развития ТС** по согласованию-рассогласованию:

1. Несогласованная система → Согласованная система → Рассогласованная система → Система с динамическим согласованием-рассогласованием.

2. Виды согласования:

Несогласованная система → Система с принудительным согласованием → Система с буферным согласованием → Система со свернутым согласованием.

3. Согласование ритмики рабочих движений при обработке:

Несовместимость транспортного и технологического движений → Совместимость транспортного и технологического движений с согласованием скоростей → Совместимость транспортного и технологического движений с рассогласованием скоростей → Независимость технологии от транспортного движения.

Закон согласования, сформулированный **В. Петровым** в 1975—1978[171], имеет следующую структуру:

1. Согласование может быть:
1.1. Статическое.
1.2. Динамическое.
– Согласование проводится по **уровням**:
2.1. Потребностей.
2.2. Функций.
2.3. Систем.
– **Виды** согласования:
3.1. Во времени.
3.2. В пространстве.
3.3. В структуре.
3.4. По условиям.
3.5. Параметров.

К **согласованию во времени,** в частности относится согласование **процессов** и **потоков.**

Согласование потребностей может проводиться:
– по **самим потребностям** (согласование потребностей между собой);
– по **параметрам;**

[171] **Петров В. М. Согласование систем**. – Л., 1975, 2 с. (рукопись) **Петров В. М. Структура закона согласования**. – Л., 1978, 3 с. (рукопись) **Петров В. Закон согласования систем.** – Тель-Авив, 2002. http://www.trizland.ru/ trizba/pdf-books/ zrts-10-soglasov. pdf

– по **структуре;**
– по **условиям;**
– в **пространстве;**
– во **времени.**

В частности, может быть **динамическое согласование**.

Под согласованием потребностей понимается и их специальное рассогласование (максимальное увеличение разницы между потребностями).

Согласование функций может осуществляться:
– во времени;
– в пространстве;
– по условиям.

В частности, может быть **динамическое согласование**.

На уровне **систем согласование** проводится между:
– системами;
– подсистемами;
– надсистемами;
– подсистемами с системой и надсистемой;
– системы с надсистемой и внешней средой;
– обратное согласование или рассогласование надсистемы и окружающей среды с системой и подсистемами.

При согласовании **систем,** прежде всего, необходимо согласовать ее **структуру**. К структуре, в частности, относятся **форма, расположение** отдельных **элементов** и их **взаимодействие.**

Структура системы определяется **элементами** и **связями.** Они могут быть:
– вещественные;
– энергетические;
– информационные.

Системные понятия **структуры,** ее **элементов** и **связей,** и их видов (**вещество, энергия, информация**) относятся так же к **подсистемам, надсистеме** и **внешней среде.**

Параметры могут быть**:**
– технические;
– эргономические;
– экономические;
– экологические;
– эстетические;
– социальные;
– политические и т. д.

К техническим параметрам относятся не только сугубо технические, но и физические, химические, математические, параметры надежности, т. е. все параметры, относящиеся к работоспособности системы. В частности, в качестве технических параметров могут рассматриваться частоты и **ритмика.** Таким образом, **согласование ритмики частей системы** относится к одному из видов **параметрического** согласования.

В общем случае согласование проводится по всем указанным выше структурным направлениям. Оно представляет собой комбинацию этих структурных направлений и поднаправлений закона согласования.

Согласование должно осуществляться по сложной морфологической структуре, в виде морфологической матрицы с подматрицами. Своего рода сочетание древовидного графа структуры и перебора всех вариантов на каждом из уровней графа в виде морфологической матрицы.

Разработкой системы законов, по нашим данным, занимались

Б. Злотин и А. Зусман[172], Ю. Саламатов[173], В. Петров и Э. Злотина[174], С. Литвин и А. Любомирский, Г. Иванов[175], А. Захаров[176], И. Девойно[177] и М. Рубин[178].

Опишем наиболее полные и существенные, на наш взгляд, системы.

Система законов **Б. Злотина** и **А. Зусман**[179] содержала новые законы, например, «*развертывание-свертывание*», «*согласование-рассогласование*», «*увеличение использования ресурсов*», и механизмы выполнения каждого из законов (линии развития технических систем – всего 22 линии)[180].

1. Эволюция ТС.

Создание системы → 1 этап развития → 2 этап развития → 3 этап развития → создание новой системы.

2. Вытеснение человека из ТС.

Исходная система → вытеснение человека как индивида, при сохранении принципа действия → вытеснение человеческого принципа действия, замена его машинным.

Вытеснение на одном уровне

Исходная система → вытеснение из исполнительных органов → вытеснение из преобразователя → вытеснение из источника.

Вытеснение между уровнями

Исходная система → вытеснение с исполнительного уровня → вытеснение с уровня управления → вытеснение с информационного уровня.

3. Увеличение степени идеальности ТС.

Исходная система → совершенствование в рамках существующей концепции → переход к принципиально новой системе.

4. Развертывание-свертывание ТС.

Развертывание:

Создание функционального центра → включение дополнительных подсистем: повышение уровня иерархии путем дробления или *повышение уровня иерархии путем перехода к надсистеме → переход к ретикулярной системе.*

---

[172] **Злотин Б. Л., Зусман А. В. Общие законы развития**. – Журнал ТРИЗ, 1/94 (№9), С. 24—28.

[173] **Саламатов Ю. Система развития законов техники. –** Шанс на приключение / Сост. А. Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1991. – 304 с. – (Техника – молодежь – творчество), с. 115—122. http://www.trizminsk.org/e/21101490.htm#0491

[174] **Петров В. Законы развития систем.** Серия статей. – Тель-Авив, 2002. http://www.trizland.ru/trizba.php?id=108.

[175] **Иванов Г. И. И начинайте изобретать**: Научно-популярная книга. – Иркутск: Восточно-Сибирское кн. Изд-во, 1987. – 240 с., С. 187—190.

[176] **Захаров А. Н. К разработке системы законов развития технических систем**. – Журнал ТРИЗ, 1/95 (№10), С.19—29 http://www.triz-spb.ru/lit/_95_1/Zaharov_zrts.htm. **Захаров А. Н. Иерархия систем: вверх по лестнице, идущей … вверх**. – Журнал ТРИЗ, 1/96 (№11), С. 34—39. **Захаров А. Н. О единстве инструментов ТРИЗ**. – Технология творчества, №1, 1999, С. 19—38

[177] **Девойно И. Г. Усложнение технических систем**. – Журнал ТРИЗ, 2.1.91 (№3), С.56—63.

[178] **Рубин М. С. Основы ТРИЗ.** Применение ТРИЗ в программных и информационных системах: Учебное пособие. – СПб.: СПРИНТ, 2011. – 226 с.

[179] **Поиск новых идей: от озарения к технологии** (Теория и практика решения изобретательских задач) / Г. С. Альтшуллер, Б. Л. Злотин, А. В. Зусман, В. И. Филатов. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989. – 381 с.

[180] **Злотин Б. Л., Зусман А. В. Законы развития и прогнозирование технических систем** : Методические рекомендации. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989. – 114 с.

Свертывание

Минимальное свертывание → частичное свертывание → полное свертывание.

5. Повышение динамичности и управляемости ТС.

Переход к мультифункциональности:

Нединамическая система → система со сменными рабочими органами → система с программным принципом осуществления функций → система с изменяемыми рабочими органами.

Увеличение числа степеней свободы

Нединамическая система → система, изменяющаяся механически: шарниры, механизмы, гибкие материалы и т. п. → система, изменяющаяся на микроуровне: фазовые переходы, хим. превращения и т. п. → система с изменяющимися полями.

Повышение управляемости

Неуправляемая система → система с принудительным управлением → система с самоуправлением.

Изменение степени управляемости

Статическая система → система с несколькими устойчивыми состояниями (мультиустойчивая) → динамически устойчивая система → неустойчивая система.

6. Переход на микроуровень и к использованию полей.

Переход на микроуровень:

Макроуровень → подсистема из деталей обобщенной формы → полисистема из высокодисперсных элементов → система на надмолекулярном уровне → система на молекулярном уровне (химия) → система на атомном уровне → система с использованием полей.

Переход к высокоэффективным полям:

Механические поля (М) → термомеханические (ТМ) → *тепловое поле (Т)* → термохимические (ТХ) → *химические взаимодействия (Х)* → электрохимические (ХЭ) → *электрические поля (Э)* → электромагнитные (ЭМ) → *магнитные поля (М).*

Повышение эффективности действия полям:

Поле постоянное → поле обратного знака, сочетание противоположно направленных полей (±) → переменное поле (резонанс, стоячие волны и т. п.) → импульсное градиентное поле → суммарное действие разных полей.

7. Согласование – рассогласование ТС.

Несогласованная система → согласованная система → рассогласованная система → система с динамическим согласованием-рассогласованием.

Виды согласования

Несогласованная система → система с принудительным согласованием → система с буферным согласованием → система со свернутым согласованием.

Согласование взаимодействия инструмента с изделием

Действие по точкам → действие по линиям → действие по поверхности → действие по объему.

Согласование ритмики рабочих движений при обработке

Несовместимость транспортного и технологического движений → совместимость транспортного и технологического движений с согласованием скоростей → совместимость транспортного и технологического движений с рассогласованием скоростей → независимость и технологии от транспортного движения.

8. Дробление ТС.

Сплошной объект → объект с частичными внутренними перегородками → объект с полыми перегородками → объект с частичным отделением отсеков → объект с конструкцией типа штанги → объект с частичным, связанными полями → объект со структурной связью → объект с программной связью частей → система с нулевой связью частей.

9. Переход на микроуровень и к использованию полей.

Топливо:

Макроуровень → подсистема из деталей обобщенной формы → полисистема из высокодисперсных элементов → система на надмолекулярном уровне → система на молекулярном уровне (химия) → система на атомном уровне → система с использованием полей.

Топливо

Природное топливо → «облагороженное» природное топливо (кокс, бензин и т. п.) → синтетическое топливо (порох, водород и т. п.).

Окислитель

Воздух → воздушное дутье → кислород → озон → другие окислители → ионизированные окислители.

Управление сгоранием

Неуправляемое горение → управление подачей горючего, окислителя → непосредственное управление процессом горения (катализаторы, поля).

Позже Б. Злотиным и А. Зусман была разработана методика «***Directed Evolution***»[181], предназначенная для разработки прогноза развития систем. Она состоит из 5 этапов: *сбор исторических данных, диагностики путей развития, синтеза идей, принятия решения и поддержки процесса развития*. В работе детально описывается технология проведения каждого из этапов. В ней имеются обширные приложения, где, в частности излагаются и законы развития систем. В 2006 г. они разработали ***концепцию и методы управления развитием искусственных систем***[182], включающие *банк эволюционных альтернатив (Bank of Evolutionary Alternatives)*. Банк состоит из 5 групп: *универсальное развитие, биологическое развитие, развитие человеческой цивилизации, развитие искусственных систем, микроразвитие (изобретения и инновации)*.

Первую систему законов **В. Петров** предложил в 1976 г. по результатам анализа законов развития биологии и переноса их в технику[183]. Структура законов включала три группы: **жизнеспособность** (законы организации), **эффективность** и **эволюция** построения новых систем. В этой работе были введены и определены законы *избыточности* и *толерантности*. В 1978 г. эта система была усовершенствована[184]. Среди законов эволюции был указан главный закон развития систем – *закон увеличения степени идеальности* , которому подчиняется общее

---

[181] **Zlotin B., Zusman A. Directed Evolution. Philosophy, Theory and Practice**. Ideation International Inc. 2001.

[182] **Zlotin B., Zusman A. Patterns of Evolution: Recent Findings on Structure and Origin**. Altshuller Institute's TRIZCON2006, April, 2006, Milwaukee, WI USA http://www.triz-journal.com/archives/2006/09/04.pdf

[183] **Петров В. М. Биология и законы развития техники. –** Л., 18.08.1976, 12 с. (рукопись). Работа доложена на Ленинградском семинаре преподавателей и разработчиков ТРИЗ в 1977 г. В расширенном виде эта работа имеется на данном CD. http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=4618 **Петров В. М. Сравнительный анализ законов развития биологии и техники.** Методы решения научно-технических задач. – Л: ЛДНТП, 1979, С. 63—66.

[184] **Петров В. М. Система законов, закономерностей и тенденций развития технически.** Прогнозирование научно-технического прогресса. – Л.: ЛДНТП, 1978. **Петров В. М. Систематизация законов развития технических систем.** Л., 1979. – 23 с. (рукопись). Материал опубликован в **Петров В. М. О закономерностях развития технических систем**. – Доклад на Ленинградском городском семинаре «Обмен опытом по обучению молодежи научно-техническому творчеству». – Л.: ЛОП НТО Машпром, 1981. – С. 7 – 19. **Петров В. М. Закономерности развития технических систем**. – Методология и методы технического творчества. Тезисы докладов и сообщений к научно-практической конференции. – Новосибирск: АН СССР СО, 1984. – С. 52—54.

развитие систем. Более детальная система была создана в 1979 г.[185] В основу этих исследований положены законы развития технических систем, разработанные Г. Альтшуллером.

Полностью сформированная система законов была разработана к 1982 г., а опубликована в 1984 г.[186]. Механизмы закона увеличения степени идеальности были разработаны в 1982 г.[187], а опубликованы в 1983 г.[188]

Данная классификация просуществовала до 1983 г.[189] Менялось только содержание групп, количество законов, их формулировки и механизмы их исполнения.

Автор неоднократно обсуждал результаты исследований в Ленинградской школе ТРИЗ со своими коллегами и друзьями Волюславом Митрофановым, Борисом Злотиным, Эсфирь Злотиной, Семеном Литвиным, Игорем Викентьевым, Владимиром Герасимовым, Вадимом Канером и многими другими. Большую работу по анализу этих работ провел мой друг Борис Голдовский. Советы этих людей и их теоретические работы существенно повлияли на формирование взглядов автора на законы развития технических систем.

В 1984 г. автор изменил систему законов, разбив их на две группы: **организации** систем и их **эволюции**[190]. В этой работе излагалась также методика прогнозирования на основе законов развития технических систем и системного анализа. Она излагалась на примере развития судостроения и, в частности, подводных аппаратов. Методика рассматривала полный и экспресс-прогнозы. Экспресс прогноз проводился с помощью системы стандартов и законов развития технических систем. Полный прогноз предусматривал глубокие патентные исследования рассматриваемой области, смежных и ведущих областей и функциональное исследование патентов и технической литературы. Кроме того, определялись закономерности развития реально существовавших систем. В дальнейшем эта методика была уточнена и использована для прогнозирования развития сварки. Прогноз опирался на исследование 80 000 патентов[191].

В 1986 г. автор начал разработку законов развития *потребностей*[192] и *функций*[193], что привело к качественно новому этапу в развитии системы законов, которая состояла из трех уровней: **потребностей**, **функций** и **систем.** Система прогнозирования так же включала эти три уровня. Разработка этой системы законов была завершена к 1987 г. и опублико-

---

[185] **Петров В. М. Систематизация законов развития технических систем.** Л., 1979. – 23 с. (рукопись). Материал был опубликован в **Петров В. М. О закономерностях развития технических систем**. – Доклад на Ленинградском городском семинаре «Обмен опытом по обучению молодежи научно-техническому творчеству». – Л.: ЛОП НТО Машпром, 1981. – С. 7 – 19.

[186] **Петров В. М. Закономерности развития технических систем**. – Методология и методы технического творчества. Тезисы докладов и сообщений к научно-практической конференции 30 июня – 2 июля 1984 г. – Новосибирск: СО АН СССР, 1984, С. 52—54. Система была доложена на семинаре преподавателей и разработчиков ТРИЗ (Петрозаводск-82).

[187] **Петров В. М. Система законов развития ТС.** – Доклад на семинаре преподавателей и разработчиков ТРИЗ (Петрозаводск-82). – Л.: 1982.

[188] **Петров В. М. Идеализация технических систем.** – Областная научно-практическая конференция «Проблемы развития научно-технического творчества ИТР». Тезисы докладов. Горький, 1983, С. 60—62

[189] **Петров В. М. Принципы составления сценария на качественном уровне.** – Методологические проблемы технического творчества. Тезисы докладов. – Рига, 1979, С. 136—138. **Петров В. М. Методика выбора перспективного направления разработки изделий**. Методическая разработка. – Л.: НПО «Уран», 1980. – 64 с. **Петров В. М. Закономерности развития технических систем**. – Методология и методы технического творчества. Тезисы докладов и сообщений к научно-практической конференции. – Новосибирск: АН СССР СО, 1984. – С. 52—54.

[190] **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.

[191] **Петров В. М. Методика выбора перспективного направления НИОКР.** – Л.: ВНИИЭСО, 1985. – 69 с.

[192] **Петров В. Закономерности развития потребностей.** – Тель-Авив, 2002. http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-04-potrebnosti.pdf. **Петров В. М. Законы развития потребностей. –** Труды Международной конференции МАТРИЗ-Фест – 2005. 3—4 июля 2005 г. Санкт-Петербург. Ст. Петербург, 2005. С. 46—48. **Петров В. М. Законы развития потребностей.** – Тель-Авив, 18 с. http://www.trizland.ru/trizba.php?id=255.

[193] **Петров В. Закономерности развития функций.** – Тель-Авив, 2002. http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-05-function.pdf.

вана в 1989 г.[194]. Уточненная система законов развития технических систем была изложена в подготовленном учебнике[195]. Сегодняшнее представление В. Петрова заключается в том, что на только система законов должна иметь не только три указанные уровня законов, но и каждый закон должен содержать механизмы его применения и иметь тенденцию и антитенденцию их развития[196]. При прогнозировании развития системы необходимо учитывать экономические законы и тенденции развития маркетинга, а при продвижении системы на рынок необходимо дополнительно учитывать тенденции развития компании и рынка[197].

К 1983 г. Б. Голдовским была разработана система закономерностей построения и развития ТС, включающая около 60 элементов, фрагменты которой были опубликованы в 1990 году.

В 1984 г. **Ю. Саламатов** совместно с **И. Кондраковым** опубликовали работу «Идеализация технических систем»[198]. Они предложили пространственно-временную модель эволюции технических систем (модель бегущая волна идеализации) на примере развития тепловой трубы. Модель показывала этапы **развертывания** и **свертывания** технических систем, используя конкретные законы. В дальнейшем система законов была усовершенствована[199].

В работе **С. Литвина** и **А. Любомирского** была предложена иерархическая система законов, во главе которой был поставлен закон развития по S-образной кривой[200].

Этому закону подчиняется закон повышения идеальности, а этому закону подчиняются законы:

– закон перехода в надсистему;
– закон повышения свернутости;
– закон повышения эффективности использования потоков;
– закон повышения согласованности;
– закон неравномерного развития частей технической системы;
– закон повышения полноты технической системы.

Закон повышения согласованности имеет подзакон – закон повышения управляемости, а этот закон имеет подзакон – закон повышения динамичности технических систем.

---

[194] **Злотина Э., Петров В. Прогнозирование развития технических систем с использованием ТРИЗ** . – Л.: ЦНТТМ «Квант», 1989. **Петров В. М., Злотина Э. С. Теория решения изобретательских задач – основа прогнозирования развития технических систем.** Методические разработки. – Братислава: ДТ ЧСНТО, 1989, 92 с.

[195] **Петров В. М., Злотина Э. С. Теория решения изобретательских задач.** Учебник. – Л., 1990, 425 с. (рукопись подготовленная для издательства «Машиностроение»).

[196] Подробнее описано в п. 2.3 (рис. 2.9).

[197] **Петров В. Системный подход в бизнес-проектировании. –** Труды Международной конференции «Три поколения ТРИЗ» и Саммит разработчиков ТРИЗ. ТРИЗФест – 2006. 13—18 октября 2006 г. Санкт-Петербург, 2006. С. 343—350. **Петров В. Бизнес-проектирование. Системный анализ продвижение продукта на рынок. –** Управленческий консалтинг. Настольная книга руководителя. Книга 2. Киев. ПЦ «Фолиант», 2006. – С. 73—83. **Petrov V. Designing Business Projects.** TRIZ: una Nuevo Enfoque Papa La Innovacion Sistematica. (Memorias). 1er. Congreso Iberoamericano de Innovacion Tecnologica. 4 al 7 de septiembre de 2006 Puebla, Mexico. P. 174—182. http://www.triz-summit.ru/file.php/ id/f4149/name/Business_designing. pdf.

[198] **Саламатов Ю. П., Кондраков И. М. Тепловая труба**. Идеализация технических систем. Красноярск, 1984. http://www.trizminsk.org/e/21102000.htm. **Саламатов Ю. П. Эволюция вещества в технических системах. –** Методология и методы технического творчества. Тезисы докладов и сообщений к научно-практической конференции 30 июня – 2 июля 1984 г. – Новосибирск: СО АН СССР, 1984, С. 64—66.

[199] **Саламатов Ю. Система развития законов техники. –** Шанс на приключение / Сост. А. Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1991. – 304 с. – (Техника – молодежь – творчество), С. 6—174. **Саламатов Ю. П. Система законов развития техники** (основы теории развития технических систем). Изд. 2-е испр. и доп. Книга для изобретателя изучающего ТРИЗ. INSTITUTE OF INNOVATIVE DESIGN: Красноярск, 1996г. http://www.triz.minsk.by /e/21101300.htm.

[200] **Любомирский А., Литвин С. Законы развития технических систем**. GEN3 Partners, 2003. http://www.metodolog.ru/00767/00767.html.

Закон повышения полноты технической системы имеет подзакон – закон вытеснения человека из технической системы.

В этой системе законы рассматриваются в зависимости от этапа развития технической системы в соответствии с S-образной кривой.

М. Рубин предложил систематизацию законов развития, состоящую из законов синтеза систем, законов развития систем и специальных законов развития, отражающих особенности данного типа систем: для технического вещества (техновещество), для функционирующих систем и для саморазвивающихся социально-технических систем[201].

В 2011 г. М. Рубин предложил систему, содержащую следующие законы: *закон повышения идеальности, закон перехода в надсистему, закон повышения полноты частей системы, закон неравномерного развития частей системы (противоречия), закон оптимизации потоков, закон повышения свернутости, закон вытеснения человека, закон повышения согласованности, закон повышения управляемости, закон повышения динамичности, развитие технических систем по S-образной кривой*[202].

Кроме того, Рубин приводит восемь линий развития:

1. Переход в надсистему и ее подсистемы (на микроуровень);
2. Линии коллективно-индивидуального использования систем;
3. Линия введения элементов (веществ);
4. Линия введения и развития полей взаимодействия;
5. Линия дробления и динамизации;
6. Линия согласования-рассогласования;
7. Линия развития систем в соответствии с S-образными кривыми;
8. Линии и тенденции развития программного обеспечения.

В 2015 г. М. Рубин предложил новую систему законов[203].

1. Закон развития систем в направлении повышения уровня и эффективности захвата ресурсов.
2. Закон повышения системных связей и разнообразия полей взаимодействия и механизмов захвата в процессе эволюции систем.
3. Закон зависимости развития систем от доступных ресурсов.
4. Закон перехода от ресурсных к самоорганизующимся и к функциональным системам.
5. Закон перехода к формированию надсистемам (объединениям) и образованию или развитию подсистем.
6. Закон изменения внешней и внутренней среды системы при ее развитии;
7. Закон стремления к идеальным функциональным системам.
8. Закон сохранения структурной целостности и функциональной полноты систем.
9. Закон стремления систем к повышению степени их независимости от внешней среды.
10. Закон развития механизмов захвата от жестких к гибким, от постоянных к управляемым.
11. Закон развития через возникновение и разрешение противоречий требований.

---

[201] **Рубин М. Этюды о законах развития техники.** Труды Международной конференции «Три поколения ТРИЗ» и Саммит разработчиков ТРИЗ. ТРИЗФест – 2006. 13—18 октября 2006 г. Санкт-Петербург, 2006. – С. 219—228. http://www.temm.ru/ru/ section.php? docId=3432.

[202] **Рубин М. С. Основы ТРИЗ.** Применение ТРИЗ в программных и информационных системах. – СПб., 2011. – 225 с. – С. 46—52, 199—206.

[203] **Рубин М. С. Этюды об эволюционном системоведении. ТРИЗ в развитии/** Сборник образовательных программ и научных трудов. Часть 1. Библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ. Выпуск 7. Санкт-Петербург, Россия, 2015. – 252 с. – С. 196—200.

12. Закон принципов разрешения противоречий при развитии систем в пространстве, во времени, системными переходами и в отношениях.

Велись работы по выявлению закономерностей развития нетехнических систем разными авторами:

– развитие научных систем – Г. Альтшуллер[204], В. Митрофанов[205], И. Кондраков[206], В. Цуриков[207], Г. Головченко[208], Г. Иванов[209], Б. Злотин и – А. Зусман[210];

– развитие биологических систем описали **–** В. Петров[211], И. Захаров[212], – В. Тимохов[213];

– развитие окружающей среды (создание бесприродного технического мира – БТМ) – Г. Альтшуллер, М. Рубин[214];

– развитие художественных систем – Ю. Мурашковский и И. Мурашковска[215], Р. Флореску[216];

– развитие литературы (сказки) – А. Нестеренко[217], (пословицы) С. Перницкий[218], (анатомия сюжета) А. Молдавер[219];

---

[204] **Альтшуллер Г. С. Как делаются открытия.** Мысли о методике научной работы. – Баку, 1960. **Альтов Г., Журавлева В. Путешествие к эпицентру полемики.** – Звезда, 1964, №2.

[205] **Митрофанов В. В., Соколов В. И. О природе эффекта Рассела**. «Физика твердого тела», 1974г., т. 16, №8, С. 24—35. **Митрофанов В. В. По следам возбужденной молекулы. –** Техника и наука, 1982, №2. **Митрофанов В. В. От технологического брака до научного открытия**. – Ассоциация ТРИЗ Санкт-Петербурга, 1998. – 395 с.

[206] .**Кондраков И. М. Алгоритм открытий?** – «Техника и наука», №11 – 1979 г.

[207] **Цуриков В. М. Даешь радиоконтакт!** – Петрович Н. Т., Цуриков В. М. Путь к изобретению. – М.: Мол. гвардия, 1986. С.119—128.

[208] **Головченко Г. Г. Ветроэнергетика растений.** – Грани творчества / Сост. Б. С. Вайсберг. – Свердловск: Сверд. — Урал. Кн. Изд-во, 1989. С. 97—107.

[209] **Иванов Г. И. И начинайте изобретать**: Научно-популярная книга. – Иркутск: Восточно-Сибирское кн. Изд-во, 1987. – 240 с., С. 136—142.

[210] **Злотин Б. Л., Зусман А. В. К вопросу о применении ТРИЗ в науке**. – Журнал ТРИЗ, Т.1, №1/90, С. 45—54. **Злотин Б. Л., Зусман А. В. Решение исследовательских задач**. Кишинев: МНТЦ «Прогресс», Картя Молдовеняскэ, 1991. **Злотин Б. Л., Зусман А. В. Использование аппарата ТРИЗ для решения исследовательских задач** . – Кишинев: 1985.

[211] **Петров В. М. Биология и законы развития техники. –** Л., 18.08.1976, 12 с. (рукопись). Работа доложена на Ленинградском семинаре преподавателей и разработчиков ТРИЗ в 1977 г. В расширенном виде эта работа имеется на данном CD. http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=4618. **Петров В. М. Сравнительный анализ законов развития биологии и техники.** Методы решения научно-технических задач. – Л: ЛДНТП, 1979, С. 63—66.

[212] **Захаров И. С. О законах биологических систем**. – Журнал ТРИЗ, 1/96 (№11), С. 32—33.

[213] **Тимохов В. И. Биологические эффекты**. Познание. Информационно-методический сборник для учителей и учащихся. Вып. 5, Рига: Научно-технический центр «Прогресс». Лаборатория педагогической технологии. 1993. – С. 4—31.

[214] **Альтшуллер А., Рубин М. Что будет после окончательной победы. Восемь мыслей о природе и технике**. В сб. Шанс на приключение, Сост. А. Б. Селюцкий, Петрозаводск, «Карелия», 1991, С. 221—236.

[215] **Мурашковска И., Мурашковский Ю. М. «Искусство» от слова «техника»**. – Журнал ТРИЗ, Т.1, №1/90, С. 55—64.

[216] **Флореску Р. С. Приемы фантазирования в изобразительном искусстве** . – Журнал ТРИЗ, Т.3, 2/92, (№6), С. 69—77.

[217] **Нестеренко А. А. Страна загадок. Методика использования загадок** . – Журнал ТРИЗ, 3.4.92, С. 36—48.

[218] **Перницкий С. И. Приемы устранения противоречий в пословицах**. – Журнал ТРИЗ, Т.3, 1/92, (№5), С. 69—73.

[219] **Молдавер А. Анатомия сюжета.** Иерусалим, 2002, 128 с.

– **развитие музыкальных форм** – Э. Злотина[220];

– **развитие творческой личности –** Г. Альтшуллер и И. Верткин[221];

– **развитие творческого коллектива** – Б. Злотин, А. Зусман, Л. Каплан[222];

– **многоуровневевое непрерывное креативное образование** – М. Зиновкана[223];

– **развитие педагогики** – А. Нестеренко, В. Бухвалов[224], А. Гин[225];

– **развитие фокусов –** В. Л. Уральская и С. Литвин[226];

– **развитие журналистики**[227] и **рекламы –** И. Викентьев[228];

– закономерности развития **менеджмента и предвыборной борьбы –** С. Фаер[229];

– **диалектика** – В. Петров[230], А. Лимаренко[231].

Проблемами **прогнозирования** с использованием ТРИЗ занимались Г. Альтшуллер[232], Б. Злотин и А. Зусман[233], С. Литвин и

---

[220] **Злотина Э. С. Закономерности развития музыкальных форм**. – Технология творчества, №1, 1999, с. 9—14. http://www.trizminsk.org/e/245003.htm.

[221] **Альтшуллер Г. С., Верткин И. М. Как стать еретиком. Жизненная стратегия творческой личности.** Как стать еретиком/Сост. А. Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1991, С. 15—16.

[222] **Злотин Б. Л., Зусман А. В., Каплан Л. А. Закономерности развития коллективов**. – Кишинев: МНТЦ «Прогресс», 1990.

[223] **Зиновкина М. М. Инженерное мышление.** (Теория и инновационные креативные педагогические технологии) Монография. – М.: МГИУ, 1996 – 283 с. **Зиновкина М. М. Креативное инженерное образование** (Теория и инновационные креативные педагогические технологии). М.: МГИУ. Монография. 2003. – 350 с. **Зиновкина М. М. Многоуровневое непрерывное креативное образование и школа**. Пособие для учителей. Приложение к журналу «Учитель». – М.: Приоритет – 2002, 2006 (переиздание). – 48 с. **Зиновкина М. М. НФТМ-ТРИЗ – креативное образование XX1 века** (Теория и практика) М., МГИУ, 2008. – 305 с. **Зиновкина М. М. Инженерное творчество (ТРИЗ).** Теория и практика решения творческих инженерных задач/ Под ред. Проф. Р. Т. Гареева. Учебное пособие. М.: КНОРУС, – 2010. – 164 с.

[224] **Бухвалов В. А. Алгоритмы педагогического творчества. –** М.: Просвещение, 1993. – 96 с.

[225] **Гин А. А. Приемы педагогической техники**: Свобода выбора. Открытость. Деятельность. Обратная связь. Идеальность: Пособие для учителей. – Гомель: ИПП «Сож», 1999. – 88 с.

[226] **Уральская В. Л., Литвин С. С. Фокус как объект изучения и методический прием**. – Журнал ТРИЗ, 3.4.92, С. 59—63.

[227] **Викентьев И. Л. Приемы журналистики**. – Журнал ТРИЗ, Т.3, 1/92, (№5), С. 56—68.

[228] **Викентьев И. Л. Приемы рекламы и Public Relations**, Ч.I, СПб, Изд-во ТОО «ШАНС-ТРИЗ», 1995. – 228 с.

[229] **Фаер С. А. Приемы стратегии и тактики предвыборной борьбы:** PR-секреты общественных отношений. «Ловушки» в конкурентной борьбе. Механизмы политической карьеры. – СПб: изд-во «Стольный град», 1998. – 136 с.

[230] **Петров В. М. Использование законов диалектики для развития технических систем**. – Л., 1973, 4 с. Позже эта работа была опубликована в: **Жуков Р. Ф., Петров В. М. Современные методы научно-технического творчества** (на примере предприятий судостроительной промышленности). Учебное пособие. – Л.: ИПК СП, 1980. – С. 53—57. В Интернете работу можно увидеть в: **Петров В. Законы диалектики в развитии технических систем. –** Тель-Авив, 2002. http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-03-dialekt.pdf.

[231] **Лимаренко А. А. ТРИЗ как прикладная диалектика**. – Журнал ТРИЗ, 1993. Ангарский вариант (электронная версия), С. 53—57.

[232] **Альтшуллер Г. О прогнозировании развития технических систем**. – Баку, 1975. – 13 с. (рукопись) http://www.altshuller.ru/triz/zrts3.asp.

[233] **Злотин Б. Л., Зусман А. В. Законы развития и прогнозирование технических систем**: Методические рекомендации. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989. – 114 с.

В. Герасимов, М. Рубин[234], В. Петров и Э. Злотина[235], И. Захаров[236], Н. Шпаковский[237].

До настоящего времени, на наш взгляд, еще не сложилось единого представления о законах развития технических систем. Все эти работы описывают общие и различные моменты. Имеется несколько систем, описывающих законы развития технических систем. Наиболее удачные из них, на наш взгляд – это системы Г. Альтшуллера,

Б. Злотина и А. Зусман, С. Литвина и А. Любомирского, Ю. Саламатова, В. Петрова.

Новым шагом в развитии ТРИЗ как науки стал Саммит разработчиков ТРИЗ. В 2006 году он проводился по теме «Законы развития технических систем»[238].

Определенный вклад в развитие законов внесли следующие авторы: В. Герасимов и Л. Кожевникова[239] Б. Злотин и А. Зусман[240], А. Кудрявцев[241], С. Литвин и М. Гершман[242], А. Любомирский[243], Ю. Мурашковский[244], В. Петров[245], А. Пиняев[246], М. Рубин[247], Б. Чернов[248], П. Чуксин[249], Н. Шпаковский[250].

В этом разделе не ставилась задача провести глубокий аналитический обзор работ по законам развития технических систем. Наверняка упущены какие-то работы и отдельные авторы, поэтому приносим им свои извинения.

---

[234] **Рубин М. С. Методы прогнозирования на основе ТРИЗ.** – http://www.trizminsk.org/e/216002.htm.

[235] **Петров В. М. Прогнозирование развития технических систем**. – Л.: НТО Машпром, 1976, 48 с. **Петров В. М. Система законов, закономерностей и тенденций развития технически.** Прогнозирование научно-технического прогресса. – Л.: ЛДНТП, 1978. **Петров В. М. Прогнозирование развития техники на основе законов развития технических систем**. – Теория и практика обучения техническому творчеству. Тезисы докладов. Челябинск: УДНТП, 1988. – С. 6—8. **Петров В. М. ФСА на этапе прогнозирования развития технических систем** . – Petrov V.M. Hodnotove Inzinierstvo a Jeho Uloha v Intenzifikacii Ekonjmiky. – Bratislava: Dom Techniky, 1989. – С. 33—34. **Злотина Э., Петров В. Прогнозирование развития технических систем с использованием ТРИЗ** . – Л.: ЦНТТМ «Квант», 1989. **Петров В. Прогнозирование развития систем.** – Тель-Авив, 2002. http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-19-prognoz.pdf.

[236] **Захаров И. С. ТРИЗ и марксизм: опыт прогнозирования кризисов теории** . – Журнал ТРИЗ, Т.3, 1/92, (№5), С. 13—23.

[237] **Шпаковский Н. А. Деревья эволюции: анализ технической информации и генерация новых идей** . – М. ТРИЗ-профи, 2006. – 240 с. **Шпаковский Н. А.** Реферат книги **«Деревья эволюции. Анализ технической информации и генерация новых идей»** http://www.gnrtr.com/powers/ru/evolution_tree_ru. pdf.

[238] Труды Международной конференции «Три поколения ТРИЗ» и Саммит разработчиков ТРИЗ. ТРИЗФест – 2006. 13—18 октября 2006 г. Санкт-Петербург, 2006. http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=3352.

[239] **Герасимов В. М., Кожевникова Л. А. Развитие альтернативных технических систем путем их объединения в надсистему** http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=3410

[240] **Zlotin B., Zusman A. Patterns of Evolution**: Recent Findings on Structure and Origin http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=3419.

[241] **Кудрявцев А. В. Тонкая структура идеальной модели ТС.** http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=3421.

[242] **Литвин С. С., Гершман М. Д. Параллельные линии эволюции.** http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=3424.

[243] **Любомирский А. Закон повышения эффективности использования потоков вещества, энергии и информации** http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=3425

[244] **Мурашковский Ю. С. За пределами законов**. http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=3429.

[245] **Петров В. М. Закон – антизакон**. http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=3431 и http://www.triz-summit.ru/file.php/id/f3528/name/Law%20-%20antilaw.pdf.

[246] **Пиняев А. М. Объединение полезных свойств изделий**. http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=3432.

[247] **Рубин М. С. Этюды о ЗРТС**. http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=3434.

[248] **Чернов Б. К. Особенности применения Закона Повышения Динамичности для анализа оптических систем** . http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=3435.

[249] **Чуксин П. Методика прогноза развития технических систем.** http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=3436.

[250] **Шпаковский Н. Дерево технологической эволюции** . http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=3437.

1.6. Выводы

Постулат о том, что любая система, в том числе и техническая, развивается по законам, был описан еще в работах Гегеля.

Первые законы развития техники были сформулированы еще в XIX веке, а первые классы законов развития систем в конце 40-х – начале 60-х гг. XX века.

Первую систему законов развития технических систем разработал

Г. С. Альтшуллер.

В настоящее время еще не сложилась единая система законов развития техники и любых других систем.

Данный материал предназначен в первую очередь для людей, занимающихся исследованиями в области законов развития систем, и разработчиков новой техники, для прогнозирования развития технических систем. Этот материал может быть полезен, слушателем, изучающим теорию решения изобретательских задач (ТРИЗ).

Будущим исследователям законов развития систем предстоит серьезно проанализировать все имеющиеся материалы. Данная работа поможет им увидеть некоторые источники. Кроме того, необходимы исследования по развитию различных систем, прежде всего, самых древних. К ним в первую очередь относятся биологические системы. Может быть, следует даже исследовать еще более древние системы образования звезд, планет, галактик и космической системы в целом. Должны быть исследованы различные виды культур, языки, религии, музыка, литература, искусства и т. д. Не менее интересно исследовать стремительно развивающиеся сегодня системы высоких технологий. Здесь тоже имеются свои закономерности. Особенно это касается микроэлектроники, компьютеров, информационных технологий и программирования, где наверняка имеются закономерности, которые еще не выявлены.

2. Структура законов развития систем

Только тогда можно понять сущность вещей, когда знаешь их происхождение и развитие.
Гераклит Эфесский
(544—483 гг. до н. э.)
древнегреческий философ

Содержание

2.1. Введение
2.2. Системность
2.3. Структура законов развития технических систем

2.1. Введение

Развитие любых объектов материального мира, природы, различных областей знаний, деятельности и мышления происходит по своим определенным законам.

Законы носят объективный характер, выражая реальные отношения вещей, а также их отражение в сознании.

Законы развития систем могут быть:

– ***всеобщие*** – это *универсальные законы*, справедливые для любой системы независимо от ее природы, вследствие единства материального мира. Самые общие из них – **законы диалектики** и **закон S-образного развития;**

– ***общие***, присущие для достаточно широкого класса систем, например, *искусственных систем*;

– ***специальные***, характерные для конкретного класса систем, например, ***технических систем***.

Структура законов развития представлена на рис. 2.1.

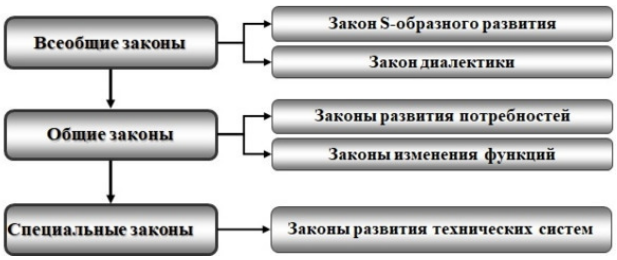

Рис. 2.1. Структура законов развития

Наиболее общие из **законов диалектики** следующие:

– закон перехода количественных изменений в качественные;

– закон единства и борьбы противоположностей;

– закон отрицания отрицания;

Всеобщие законы развития систем будут изложены в *главе 3*.

Законы развития потребностей определяют тенденции их изменения. Это необходимо для определения функций и систем, с помощью которых можно удовлетворить возрастающие потребности. Эти законы могут использоваться для прогнозирования новых потребностей. Они будут рассмотрены в *главе 4*.

З**аконы развития потребностей** включают:

– закон идеализации потребностей;

– закон динамизации потребностей;

– закон согласования потребностей;

– закон объединения потребностей;

– закон специализации потребностей.

Идеализация потребностей проводится путем их **динамизации, объединения** или **специализации** и последующего **согласования** (рис. 2.2).

Рис. 2.2. Структура законов развития потребностей

Законы изменения функций описывают тенденции их изменения. Они связаны с закономерностями развития потребностей, но имеют и свою специфику, например, переход систем к поли-функциональности (многофункциональности – универсальности) или, наоборот, к моно-функциональности (одно-функциональности – специализации). Эти законы будут изложены в *главе 5*.

Законы изменения функций включат:

– закон идеализации функций;

– закон динамизации функций;

– закон согласования функций;

– закон перехода к моно- или полифункциональности.

Идеализация функций осуществляется их **динамизацией** и **переходом к моно- или полифункциональности** и последующим **согласованием** (рис. 2.3).

Рис. 2.3. Структура законов изменения функций

Техника развивается в тесном взаимодействии с общественным развитием и экосферой, вследствие чего наблюдаются значительное проникновение и обогащение законов развития общества, природы и техники. Например, развитие техники во многом зависит от потребностей общества и влияет на развитие природы.

В общем виде законы развития искусственных систем должны иметь уровни **потребностей**, **функций** и **систем**[251]. В качестве систем мы будем рассматривать *технические системы*, поэтому будем говорить о *законах развития технических систем*. Схематично это изображено на рис. 2.4.

[251] Эта система законов развития технических систем разрабатывалась В. Петровым в период 1976—1982 годы и впервые была доложена на традиционном Ленинградском семинаре в 1980, более детальная система была доложена на семинаре преподавателей и разработчиков ТРИЗ (Петрозаводск-82), а опубликована в 1984 г. **Петров В. М. Закономерности развития технических систем**. – Методология и методы технического творчества. – Тезисы докладов и сообщений к научно-практической конференции 30 июня – 2 июля 1984 г. – Новосибирск, 1984, С. 52—54. **Петров В. М. Принципы и методика выбора перспективного направления НИОКР в судостроении.** Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук. – Л.: ЛКИ, 1985. – 20 с. **Петров В. М., Злотина Э. С. Теория решения изобретательских задач – основа прогнозирования развития технических систем**. – Л.: Квант, – Братислава: ДТ ЧСНТО, 1989, 92 с.

Уровни законов развития искусственных систем

Уровни законов	Законы развития искусственных систем
Потребности	Законы развития потребностей
Функции	Законы изменения функций
Системы	Законы развития технических систем

Рис. 2.4. Схема уровней развития искусственных систем

Законы развития технических систем определяют критерии построения и развития технических систем. Эти законы будут изложены в *главах 6 и 7*.

Общее направление развития технических систем идет в сторону **увеличения степени системности.**

2.2. Системность

Понятие системности вытекает из системного подхода.

Системность – это свойство, заключающееся в согласовании всех взаимодействующих объектов, включая окружающую среду.
Такое взаимодействие должно быть полностью сбалансировано.

Объект будет выполнен системным тогда и только тогда, когда он отвечает следующим системным требованиям.

– Система должна отвечать своему **предназначению**.
– Система должна быть **жизнеспособной**.
– Система **не должна отрицательно влиять** на расположенные рядом объекты и окружающую среду.
– При построении системы необходимо учитывать **закономерности ее развития**.

Системные требования представляют собой составляющие **закона увеличения степени системности**.

Рис. 2.5. Структура системности

Предназначение системы описывается ***главной функцией системы***, удовлетворяя определенную ***потребность*.**

Жизнеспособность технической системы определяется ее **работоспособностью** и **конкурентоспособностью.**
Система будут **жизнеспособна**, если она **работоспособна** и **конкурентоспособна.**
Работоспособность — это способность выполнять заданную функцию с параметрами, установленными техническими требованиями, в течение расчетного срока службы[252].
Другими словами, **работоспособность –** это качественное функционирование системы, т. е. качественное выполнение главной функции системы.
К параметрам работоспособности помимо качественного функционирования системы (в том числе *надежности* и *долговечности*) можно также отнести *эргономические параметры* (характеризуют соответствие товара свойствам человеческого организма).
Работоспособность определяется наличием необходимых ***элементов*** с требуемым качеством, наличием и качеством необходимых **связей** между элементами, организацией необходимых **потоков** с требуемым качеством.
Конкурентоспособность товара – способность продукции быть привлекательной по сравнению с другими изделиями аналогичного вида и назначения, благодаря лучшему соот-

[252] **Работоспособность** – материл из Википедии (в редакции автора).

ветствию своих качественных и стоимостных характеристик к требованиям данного рынка и потребительским оценкам[253].

Конкурентоспособность конкретной системы определяется по сравнению с конкурирующей системой. Конкуренция зависит:

– от количества и качества выполняемых функций;

– стоимости данной системы;

– своевременности ее появления на рынке.

Помимо технических функций следует учитывать также **эстетические** и **психологические**.

Один из основных *эстетических параметров* – это *дизайн продукта* и *упаковки*, включая и цветовую гамму.

К *психологическим параметрам* следует отнести *престижность привлекательность, доступность* и т. п.

Теперь можно представить более детальную схему структуры системности (рис. 2.6), которая является структурой **закона увеличения степени системности**.

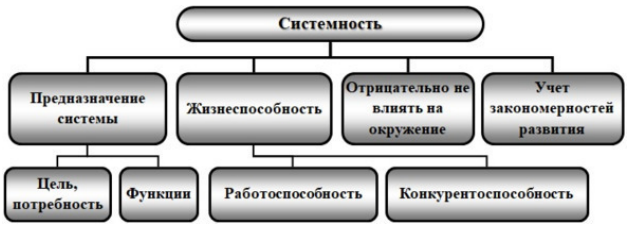

Рис. 2.6. Структура закона повышения степени системности

Система работоспособна, когда она выполняет главную функцию системы.

Работоспособная система отвечает ее предназначению и имеет определенную **структуру**.

Структура системы должна выполнять ***главную,*** все ***основные*** и ***вспомогательные функции***, представляя собой совокупность взаимосвязанных **элементов** и **связей.**

Работоспособность зависит не только от *структуры системы*, но и от свободного прохода необходимых *внутренних* и *внешних* **потоков.**

Потоки могут быть:

– вещественные;

– полевые;

– информационные.

К **вещественным потокам** относятся потоки транспорта в транспортных системах, потоки сыпучих, жидких и газообразных веществ, в частности использующих, трубопроводы, например, пневматическая почта и т. д.

К **полевым потокам** можно отнести потоки электричества, например, проходящие по проводам, световые потоки, например, по оптоволоконным кабелям, магнитные потоки, различные излучения и т. д.

Информационные потоки могут распространяться различными путями: через печатные материалы, Интернет, радио и телевидение и т. д. Носителями информации является вещество и/или поле (энергия).

Кроме того, потоки могут быть **внутренние** и **внешние**.

Потоки осуществляют взаимодействия и выполняют работу.

---

[253] **Конкурентоспособность товара –** материал из Википедии.

Внутренние потоки осуществляют воздействия одного элемента системы на другой или их взаимодействие по организованным связям между ними.

Внешние потоки осуществляют взаимодействие системы с надсистемой, окружающей средой и обратное влияние надсистемы и окружающей среды на систему.

Отсутствие учета таких влияний может не только отрицательно сказаться на работоспособности системы, но и вредно влиять на внешнюю среду.

Отсутствие системности

Пример 2.1. Телефон

Электромагнитное излучение, возникающее при разговоре по мобильному телефону вредно воздействует на окружающую аппаратуру, поэтому в самолетах и в больницах не разрешается разговаривать по мобильному телефону.

Антенны ретрансляторов мобильной связи вредно воздействуют на окружающих.

Пример 2.2. Автомобиль

Машины выбрасывают в атмосферу выхлопные газы, загрязняя окружающую среду.

Дорога вредно воздействует на автопокрышки, истирая их.

Атмосфера вредно действует на кузов автомобиля – появляется коррозия.

Системность так же учитывает и закономерности **исторического развития исследуемого объекта**. Это последнее требование системности. Оно учитывается при прогнозировании развития объекта исследования путем учета выявленных тенденций исторического и логического развития данного объекта, и учета общих законов развития систем. В результате получают общую тенденцию развития исследуемого объекта и концептуальное представление его следующих поколений.

2.3. Структура законов развития технических систем

Как мы отмечали выше, общее направление развития технических систем идет в сторону **увеличения степени системности.** Условно назовем это *закон увеличения степени системности*.

Законы развития технических систем можно разделить на две группы (рис. 2.6):

– **законы организации систем** (определяющие ***работоспособность системы***);

– **законы эволюции систем** (определяющие ***развитие технических систем***).

Рис. 2.7. Схема законов развития технических систем

Таким образом, законы организации систем должны обеспечивать требования системности: *предназначение* и *работоспособность*. Законы эволюции систем должны обеспечивать другие требования системности: *конкурентоспособность*, *не влиять отрицательно на окружение* и *учитывать закономерности развития систем*.

Законы организации предназначены для построения ***новой работоспособной системы***.

Группа **законов организации технических систем** включает (рис. 2.8):

– *закон полноты и избыточности частей системы;*

– *закон проводимости потоков;*

– *закон минимального согласования.*

Рис. 2.8. Структура законов организации систем

Законы эволюции технических систем предназначены для улучшения, совершенствования **существующих систем**. Они показывают ***общее направление развития систем*** и ***тенденции их изменения***.

Законы **эволюции технических систем** имеют определенную структуру (рис. 2.9).

Каждый из законов эволюции технических систем осуществляется определенными тенденциями (трендами), которые имеют противоположные тенденции – анти-тенденции (антитренды). Кроме того, имеются механизмы, осуществляющие закономерности.

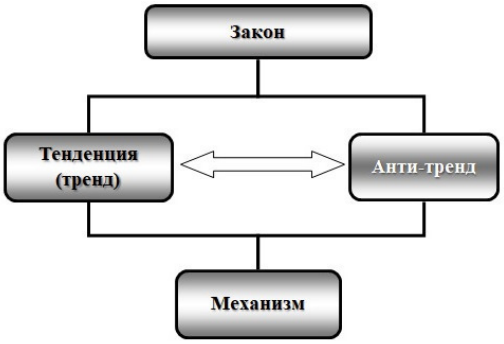

Рис. 2.9. Структура закона эволюции систем

В связи с этим практически каждый из законов имеет свою противоположную тенденцию. Особенности применения закона и его противоположности будут описаны ниже при рассмотрении конкретного закона.

Большая часть систем развивается по основным законам (по основным трендам).

Основные из **законов эволюции технических систем** следующие (рис. 2.10):

– **закон увеличения степени идеальности**;
– **закон увеличения степени управляемости и динамичности**;
– **закон перехода в надсистему**;
– **закон перехода на микроуровень**;
– **закон свертывания**;
– **закон согласования**;
– **закон равномерности развития частей системы**.

Закон увеличения степени управляемости и динамичности систем имеют подзаконы:

– *увеличение степени вепольности;*
– *увеличение управляемости* ***веществом***, ***энергией*** *и* ***информацией***.

Рис. 2.10. Структура законов эволюции технических систем

С учетом анти-тенденций группа **законов эволюции технических систем** имеет вид (рис. 2.11):

– **закон изменения степени идеальности**;
– **закон изменения степени управляемости и динамичности**;
– **закон перехода в над- и подсистему**;
– **закон перехода на микро- и макроуровень**;
– **закон свертывания – развертывания**;
– **закон согласования – рассогласования**;

– закон равномерности-неравномерности развития частей системы (закон сбалансированного развития систем).

Закон изменения степени управляемости и динамичности систем имеет подзаконы:

– *изменение степени вепольности*;

– *изменение управляемости веществом, энергией и информацией* .

Рис. 2.11. Структура законов эволюции технических систем

На рис. 2.12 представлена общая схема законов развития технических систем с некоторыми из механизмов исполнения этих законов.

В следующих главах будет детально описан каждый из законов, тенденций развития и механизмов их исполнения.

Рис. 2.12. Общая схема законов развития технических систем

Общая схема законов развития систем представлена на рис. 2.13.

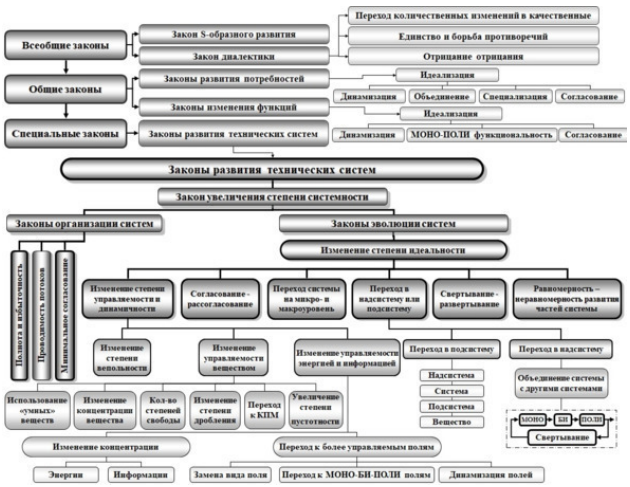

Рис. 2.13. Общая схема законов развития систем

3. Всеобщие законы развития

В данной главе будем рассматривать **всеобщие законы**.

Напомним, что к всеобщим законам мы относим ***законы диалектики*** и ***закон S-образного развития.***

Содержание

3.1. Закон S—образного развития систем
3.1.1. Общие представления
3.1.2. Линии жизни систем
3.1.3. Огибающие кривые
3.2. Законы диалектики
3.2.1. Закон перехода количественных изменений в качественные
3.2.2. Закон единства и борьбы противоположностей
3.2.3. Закон отрицания отрицания
3.2.4. Выводы
3.3. Заключение

3.1. Закон S – образного развития систем

3.1.1. Общие представления

Любая система (в том числе и техническая) проходит несколько этапов своего развития. Эти этапы графически можно представить в виде кривой (рис. 3.1).

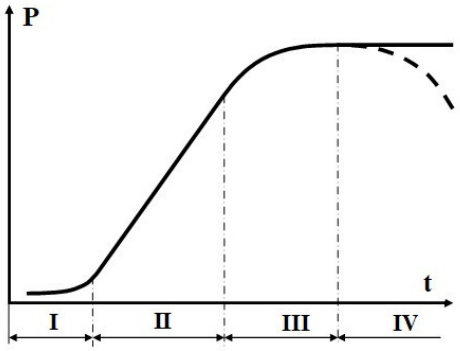

Рис. 3.1. S -образная кривая роста
где P – параметр системы, t – время

В качестве параметра «P» могут быть, прежде всего, главные характеристики системы, например, размеры, скорость, мощность, количество проданных товаров, продолжительность жизни, численность населения, количество популяций и т. д.

Вначале система развивается медленно (этап I), при достижении некоторого уровня развитие ускоряется (этап II) и после достижения некоторого более высокого уровня скорость роста уменьшается и в конечном итоге рост параметра системы прекращается (этап III). Это этап сатурации, который может продолжиться очень долго. Иногда параметры начинают уменьшаться (этап IV) – система умирает (на графике это изображено пунктирной линией).

Подобные кривые часто называют **S—образными** или **логистическими (логиста)**[254].

Для технических систем:

– этап I – зарождение системы (появление идеи вплоть до изготовления и испытания опытного образца);

– этап II – промышленное изготовление системы и доработка системы в соответствии с требованиями рынка;

– этап III – незначительное дожимание системы, как правило, основные параметры системы уже не изменяются, происходят косметические изменения, оптимизация параметров и доработка технологии изготовления, не существенные изменения внешнего вида или упаковки. На этом этапе происходит значительное расширение рынка сбыта и переход к массовому изготовлению;

– этап IV – ухудшение определенных параметров системы, которое может вызываться несколькими факторами:

– следование моде, влияние экономической, социальной или политической ситуации, религиозные ограничения и т. п.;

---

[254] Логистическую кривую (логистическое уравнение) вывел бельгийский математик Пьер Франсуа́ Верхю́льст (фр. *Pierre François Verhulst)* в 1845 г., изучавший рост численности населения. Логистическое уравнение также называют уравнение Верхюльста. В дальнейшем это уравнение стали использовать во многих областях. Verhulst, Pierre-François (1845). *«Recherches mathématiques sur la loi d'accroissement de la population» [Mathematical Researches into the Law of Population Growth Increase]*. Nouveaux Mémoires de l'Académie Royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles 18: 1—42. *Retrieved 2013-02-18*.

– физическое и/или моральное старение системы.

Как правило, на участке IV система прекращает свое существование или утилизируется.

В ТРИЗ) развитие систем по S—образной кривой называют «**Закон S—образного развития систем».**

Примеры развития технических системы по S—образной кривой приведены в приложениях (Приложение 1. Развитие телефона и телефонной связи. Приложение 2. Развитие судов).

3.1.2. Линии жизни систем

Для полноты картины рассмотрим и другие линии развития, связанные с S-образной кривой, которые были разработаны Г. С. Альтшуллером и рассмотрены в его работе: «Линии жизни» технических систем»[255]. Ниже представим это описание с некоторыми нашими изменениями. Частично изменен вид кривых и дополнен графиком «расходы на маркетинг» (рис. 3.2 г).

На рис. 3.2а представлена аппроксимированная S-образная кривая, для простоты рассмотрения этапов развития.

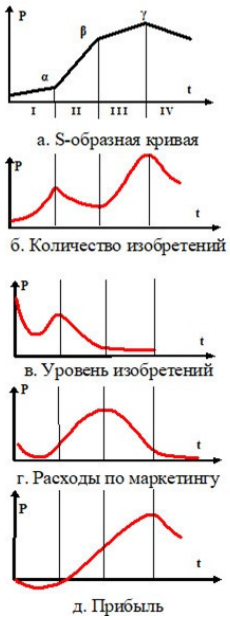

Рис. 3.2. Линии жизни системы

На рис. 3.2б показана кривая изменения количества изобретений по исследуемой технической системе. На этапе I количество зарегистрированных изобретений постоянно растет. Появляется много изобретений по усовершенствованию технической системы и технологии ее изготовления. Число изобретений увеличивается в период выхода системы на рынок. Первый пик (первый максимальный экстремум) соответствует точке перегиба **α** (точка нанесена на рис. 3.2а). На этапе II количество подаваемых изобретений временно снижается. Приблизительно на середине этапа II (между точками **α** и **β**) скорость подачи изобретений уменьшается. Перегиб в точке **β** (точка нанесена на рис. 3.2а) соответствует точке минимального экстремума и тенденции перехода к увеличению количества изобретений. На этапе III (массовый выпуск системы) количество подаваемых изобретений снова увеличивается. Они в основном касаются мелких доработок. Второй пик (второй максимальный экстремум) на рис. 3.2б обу-

[255] **Альтшуллер Г. С. «Линии жизни» технических систем**. – Альтшуллер Г. С. Творчество как точная наука. – М.: Сов. радио, 1979, С. 113—119. http://www.altshuller.ru/triz/zrts4.asp.

словлен стремлением продлить жизнь системы. На этапе IV (ухода системы с рынка) количество подаваемых изобретений постоянно снижается.

На рис. 3.2в представлена кривая изменения уровня изобретений. Первое изобретение представляет основу новой технической системы. Оно является пионерским, поэтому всегда высокого уровня. На этапе I первоначально уровень подаваемых изобретений снижается. К моменту подготовки технической системы к выходу на рынок уровень изобретений достигает первого минимума (чаще всего это соответствует середине этапа I). С этого момента уровень изобретений повышается. Изобретения относятся к существенным доработкам системы и к технологии изготовления системы (технологические изобретения). Не доходя до точки **α**, уровень изобретения достигает максимума. Чаще всего эти изобретения, относящиеся к технологии изготовления системы. На этапе II уровень изобретений резко падает. Немного не доходя до точки **β**, скорость изменения уровня изобретений начинает падать. Часто в это время появляются изобретения высшего уровня, приводящие к качественным скачкам – с этого момента начинается развитие системы следующего поколения (рис. 3.3).

На рис. 3.2г представлена кривая изменения затрат на маркетинг на разных этапах жизненного цикла изделия[256]. Первые маркетинговые затраты идут на исследование рынка и патентные расходы. Во время разработки изделия маркетинговые затраты, как правило, снижаются и могут вообще не осуществляться. На этапе завершения разработки изделия затраты на маркетинг снова возрастают и достигают максимума во время подготовки к выходу на массовый рынок (точка **β**). В дальнейшем затраты на маркетинг начинают снижаться. На этапе IV (ухода системы с рынка) затраты на маркетинг резко снижаются и сводятся к нулю.

На рис. 3.2д показана кривая изменения прибыли от реализации изделия. На этапе I прибыль отрицательная. Затраты осуществляются на маркетинговые исследования, патентование и разработку опытного образца. К началу этапа II основные затраты идут на подготовку продукта к выходу на рынок и происходят первые продажи. Прибыль начинается увеличиваться и достигает максимума к моменту снижения продаж (начало этапа IV). На этапе IV прибыль начинается снижаться и постепенно уменьшается до нуля.

Знание о кривых развития поможет создать более успешный инновационный процесс. Исследование рассмотренных кривых полезно проводить на каждом из этапов развития. Это поможет определить стратегию и тактику развития изделия, компании, выпускающей данную продукцию, и ее рынка сбыта.

3.1.3. Огибающие кривые

Прекращение роста данной системы не означает прекращение прогресса в этой области. Появляются новые более совершенные системы – происходит скачок в развитии. Это типичный пример проявления закона перехода количественных изменений в качественные (см. п. 3.2.1). Такой процесс изображен на рис. 3.3.

[256] Данная кривая выведена в результате исследований автора.

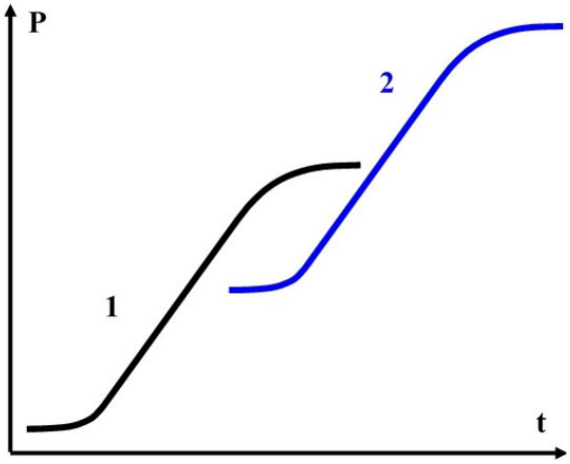

Рис. 3.3. Скачкообразное развитие систем

На смену системе 1 приходит 2. Скачкообразное развитие продолжается – появляются системы 3, 4 и т. д. (рис. 3.4).

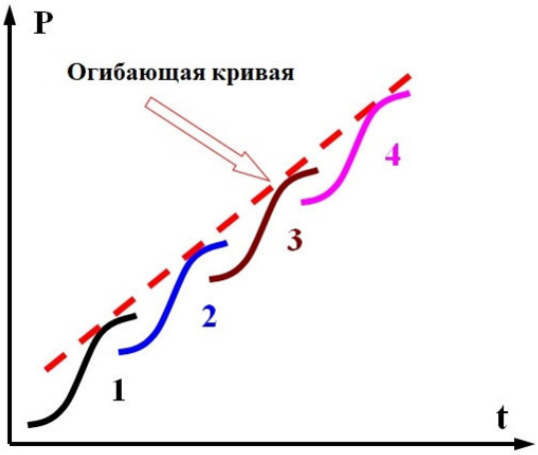

Рис. 3.4. Огибающая кривая

Общий прогресс в отрасли можно показать при помощи касательной к данным кривым (пунктирная линия) – так называемой **огибающей кривой**[257].

Развитие любого вида техники может быть примером, подтверждающим этот закон. В приложении 2 частично оно было показано на развитии телефонов и телефонной связи.

Приведем пример развития транспортных средств.

График увеличения скорости перемещения транспортных средств показан на рис. 3.5.

[257] **Эйрес Р. Научно-техническое прогнозирование и долгосрочное планирование** . – М.: Мир, I971. **Янч Э. Прогнозирование научно-технического прогресса**. Пер. с англ. (Общ. ред. и предисл. Д. М. Гвилиани), Изд.2-е, доп. – М.: Прогресс, 1974, 586 с.

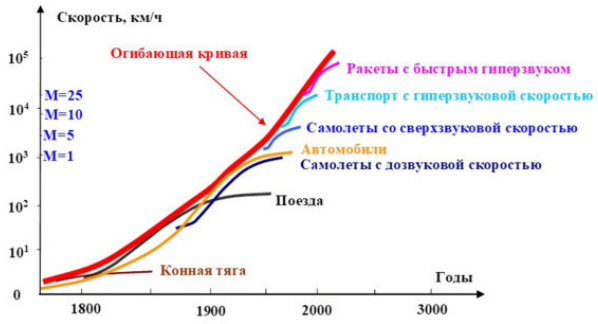

Рис. 3.5. Кривые развития транспортных средств

Первым качественным скачком в скорости передвижения был переход от ходьбы к использованию конной тяги.

Второй – появление поезда и автомобиля. Постепенно увеличивались мощность двигателей и увеличивалась скорость транспортных средств.

Следующий качественный скачок – появление самолетов. Первоначально использовались поршневые двигатели, их мощность постоянно увеличивалась.

Потом перешли к газотурбинным и к реактивным двигателям. Использование реактивных двигателей позволило самолетам преодолеть звуковой барьер (скорость больше числа Маха) и перейти к сверхзвуковым скоростям.

Последним к настоящему времени качественным скачком было появление ракет и полеты с гиперзвуком (преодоление первой и второй космических скоростей).

Пример развития судов приведен в приложении 2.

Опишем качественные скачки в развитии радиоэлектроники.

– Радио (детекторный приемник).

– Лампа:

а) диод;

б) триод;

в) тетрод;

г) пентод и т. д.

– Транзистор.

– Микросхема.

– Вакуумная наноэлектроника.

График развития радиоэлектроники показан на рис. 3.6.

Рис. 3.6. Развитие электроники

Детально развитие радиоэлектроники описано в приложении 3.

3.2. Законы диалектики в развитии технических систем[258]

Скачком. Противоречивостью. Перерывом постепенности. Единством (тождеством) бытия и небытия.
В. И. Ленин[259]

3.2.1. Структура законов диалектики

Диалектика – это наука о развитии.

Диалектический метод позволяет более точно представлять окружающий мир, так как учитывает не только все виды и формы взаимодействий между предметами/явлениями, но и то, что сами взаимодействия непрерывно изменяются.

Наиболее общие из законов диалектики следующие:

– переход количественных изменений в качественные;

– единство и борьба противоположностей;

– отрицание отрицания.

*Закон **перехода количественных изменений в качественные*** был открыт *Аристотелем*, *закон **единства и борьбы противоположностей** – Гераклитом Эфесским, закон **отрицание отрицания** – Гегелем*.

Гегель показал взаимосвязь этих законов.

Структура законов диалектики показана на рис. 3.7.

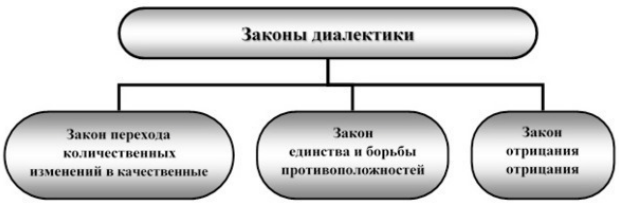

Рис. 3.7. Структура законов диалектики

Действие этих законов распространяется на все области бытия и мышления, по-разному развивались в каждой из них. Именно поэтому каждая вновь создаваемая наука должна опираться на эти законы.

3.2.2. Закон перехода количественных изменений в качественные

Количественное увеличение или уменьшение вызывает в определенных узловых пунктах качественный скачок, как, например, в случае нагревания или охлаждения воды, где точки кипения и замерзания являются темп узлами, в которых совершается – при нормальном давлении – скачок в новое агрегатное состояние, где, следовательно, количество переходит в качество.
Ф. Энгельс[260]

---

[258] Материалы этого параграфа базируются на работе автора: **Жуков Р. Ф., Петров В. М. Современные методы научно-технического творчества**. – Л: ИПК СП, 1980. – 88 с.

[259] **Ленин В. И. Философские тетради**. – Полн. собр. соч. 5 изд., М.: Политиздат, 1979, т. 29, с. 256.

[260] **Энгельс Ф. Анти-Дюринг**. – Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т, 20, С. 44.

Законы диалектики

Закон перехода количественных изменений в качественные вскрывает общий механизм развития.

В процессе развития количественные изменения в системе происходят непрерывно. При достижении определенного предела совершаются качественные изменения. Новое качество ускоряет темпы роста.

Количественные изменения при этом совершаются постепенно (эволюционно), а качественные – скачком (революционно). Характер и продолжительность скачка могут быть разнообразными – длительными и кратковременными, бурными и относительно спокойными, с взрывом и без него и т. д.

Еще в древности греческие философы обратили внимание на то, что незначительные, до поры до времени остающиеся незаметными изменения того или иного предмета, накапливаясь, могут приводить к изменениям весьма заметным. По крупицам накапливаются, а со временем становятся весьма заметными спортивное и профессиональное мастерство, образованность, мудрость. Незаметно подкрадывается к человеку старость. Нагревание или охлаждение тел до определенной температуры меняет их агрегатные состояния.

Закон перехода количественных изменений в качественные говорит о том, как, каким образом происходит процесс развития, каков механизм этого процесса. Чтобы понять существо этого закона, следует, прежде всего, выяснить, что такое **качество** и **количество**.

Качество[261] – это совокупность существенных признаков, особенностей и свойств, которые отличают один предмет или явление от других и придают ему определенность. Качество предмета или явления, как правило, не сводится к отдельным его свойствам. Оно связано с предметом как целым, охватывает его полностью и неотделимо от него. Поэтому понятие качества связывается с бытием предмета.

Когда мы исследуем какой-нибудь предмет, нам, прежде всего, бросается в глаза определенность предмета, отличающая его от других предметов. Эта определенность и составляет его качество. Природа представляет собой единство многообразных предметов, явлений, процессов. Это многообразие природы есть выражение качественного различия между предметами.

Пример 3.1. Различия между неорганической и органической природой

Имеется качественное различие между неорганической природой и органической: живое может существовать лишь при условии специфического обмена веществ с окружающей его средой, неживое не нуждается в таком обмене.

Но качество есть не просто определенность. Это определенность, внутренне присущая предмету. Предмет не может, оставаясь самим собой, потерять свое качество. Изменение качества означает изменение данного предмета — *переход в новое качество*.

[261] **Качество** (философия) – по материалам Википедии.

Пример 3.2. Обмен веществ

Если живой организм перестанет осуществлять обмен веществ с окружающей средой, то он погибнет, утратит качество живого организма, так как в обмене веществ состоит сущность его бытия, жизни.

Качество обнаруживается через *свойства.* Хотя понятия качество и свойство употребляются часто как равнозначные, между ними имеется различие.

Свойство[262] – это качество в одном из его внешних выражений, в отношении данного предмета к другим предметам.

Качество (внутренняя определенность предмета) определяется только по тому, как оно проявляется в присущих ему свойствах.

Пример 3.3. Качество человека

Судить о том или ином человеке, о его человеческих качествах мы можем лишь на основании его отношения к другим людям, к обществу.

Вокруг нас очень много самых различных предметов и явлений, причем все они постоянно движутся, изменяются и каждый из них отличается от других своеобразными, только ему присущими особенностями и свойствами.

Качественно определенная вещь проявляется во многих свойствах.

Пример 3.4. Свойства химического элемента

Химическому элементу присущи свойства: принадлежность к группе металлов или металлоидов, определенный атомный вес, валентность и т. п. Металлу – плотность, сжимаемость, температура плавления, теплопроводность, электропроводность и др.

Пример 3.5. Золото

Золото обладает характерным желтым цветом, имеет определенную плотность и теплоемкость, температуру плавления и кипения. Золото не растворяется ни в щелочах, ни в целом ряде кислот, химически малоактивно, на воздухе не окисляется. Все это, вместе взятое, и отличает золото от других металлов.

Качеством обладают все предметы и явления. Это и позволяет нам определять, различать их.

Вещь характеризуется не одним каким-нибудь свойством, а множеством свойств; однако качество неправильно было бы сводить к простой сумме свойств; качество есть то, что связывает все свойства вещи воедино, что выражает *целостность* вещи. Различая качество и свойство, было бы неправильно вместе с тем разделять их абсолютной гранью. Качеством вещи можно считать ее наиболее существенные свойства, которые определяют все остальные ее свойства и без которых вещь перестает быть самой собой.

Не все свойства предмета проявляются одновременно. Свойства могут изменяться, например, от связей с другими предметами или окружающей средой. Одни свойства проявляются при связи с одним предметом или окружающей средой, другие свойства – с иными.

Отдельные свойства предмета могут возникать и исчезать без того, чтобы изменилась вещь, ее коренное качество. *Изменение* отдельных свойств вещи, конечно, означает, что она претерпевает какие-то качественные изменения, но изменения эти не касаются ее коренной качественной определенности, в силу которой она есть данная, а не иная вещь. Это следует иметь в виду, чтобы, с одной стороны, не сложилось неправильное представление, будто на всем протяжении своего существования вещь остается тождественной, не испытывает абсолютно никаких качественных изменений, и, с другой стороны, чтобы изменение отдельных

[262] Константинов Ф. В. и др. Диалектический материализм. В кн.: Основы марксистской философии. 2-е изд., С. 69—294. М.: Политиздат, 1963 http://psylib.org.ua/books/ konst01/txt04.htm

сторон, свойств предмета не принимать за коренное изменение его существа, его качественной определенности.

Пример 3.6. Изменения

Конкретный человек во время своей жизни претерпевает различные изменения. Меняются его черты лица, вес и т. д. Человек проявляет себя по-разному при общении с различными людьми, в различных обстоятельствах и средах, но он всегда остается конкретной личностью.

В отличие от свойств, которые в рамках данного предмета могут изменяться, не будучи постоянными, качество выражает относительную устойчивость, постоянство предмета. Благодаря качеству предмет есть то, что он есть. Время существования предмета определяется его бытием как определенного качества. *Качественное изменение* означает прекращение существования данного предмета, превращение его в иной предмет.

Таким образом, понятие качества отражает чрезвычайно важную сторону всех предметов, явлений и процессов объективного мира.

Подытоживая сказанное, ***качество*** – это ***неразрывно связанная с самим предметом определенность, совокупность всех существенных черт, признаков, придающих предмету относительную устойчивость и отличающих его от других предметов***[263]**.**

Кроме определенного качества каждый предмет обладает и **количеством**.

Качество предметов не существует вне связи с их количественной стороной.

Количество[264] отражает одну из важных сторон любого предмета, явления или процесса в виде степени развития их свойств: величины, объема, веса, числа, скорости движения, температуры, давления, частоты и т. д. Как правило, количество выражается числом.

Пример 3.7. Количественные характеристики

Предмет может быть различных размеров, объема, веса и формы. Звук может иметь разную амплитуду (силу), частоту и длительность (продолжительный или короткий). Свет может иметь разную интенсивность (силу) и частоту (цвет) и т. д.

Количество можно увеличивать или уменьшать, но при этом предмет не утрачивает своего качественного состояния.

Пример 3.8. Качество предмета

Твердая медь не перестанет быть самой собой, если ее температура повысится до 1000 °С.

Количество и качество едины, поскольку они представляют собой стороны одного и того же предмета. Но между ними имеются и серьезные различия. Изменение качества приводит к изменению предмета, к превращению его в другой предмет; изменение же количества в известных пределах не приводит к заметному преобразованию предмета. Он остается самим собой.

Единство количества и качества называется **мерой**.

Мера[265] – это своего рода границы, рамки, интервал количественных изменений, в которых предмет остается самим собой – сохраняется качественная определенность предмета.

Нарушение меры, этого определенного сочетания количественной и качественной сторон, приводит к изменению предмета, к превращению его в другой предмет.

---

[263] http://psylib.org.ua/books/konst01/txt04.htm.

[264] Там же.

[265] http://studopedia.org/6-27125.html.

Переход количественных изменений в качественные – всеобщий закон развития материального мира.

Более того, само развитие и есть, прежде всего, переход количественных изменений в качественные, поскольку именно в процессе этого перехода происходит движение предметов и явлений от низшего к высшему, от старого к новому.

Чтобы раскрыть всеобщий характер этого закона, покажем его действие в различных областях действительности.

Пример 3.9. Элементарные частицы

Современной физикой установлено, что одни элементарные частицы способны превращаться в другие, качественно от них отличные. При этом процесс превращения их всегда связан с известными количественными накоплениями: он протекает только в том случае, если частицы обладают определенным, достаточно высоким уровнем энергии.

Пример 3.10. Фазовые превращения

Широко распространенным проявлением закона перехода количественных изменений в качественные являются многочисленные превращения вещества из одного агрегатного состояния в другое: из твердого в жидкое, из жидкого в газообразное и т. д. (рис. 3.8). Так, при нагревании воды она превращается в иное качество – пар. Пар имеет отличные от воды свойства. Он, например, не обладает способностью растворять соли, сахар, тогда как в воде эти вещества растворяются.

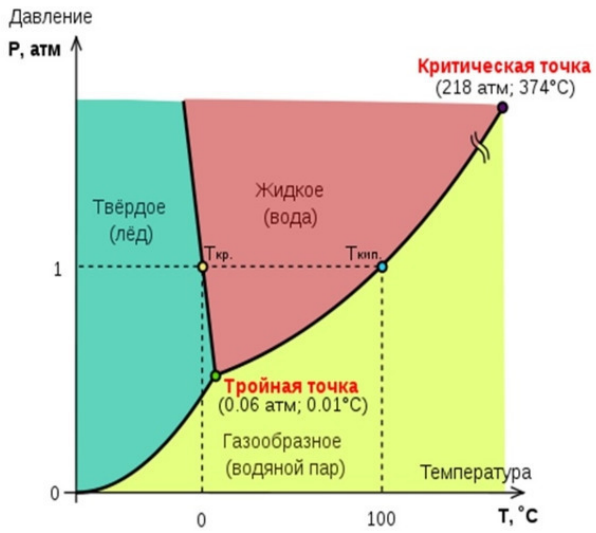

Рис. 3.8. Фазовая диаграмма воды

Пример 3.11. Химические процессы

Закон перехода количественных изменений в качественные особенно ярко проявляется в химических процессах. Периодический закон химических элементов Д. И. Менделеева устанавливает, что качество химических элементов зависит от количества положительного заряда ядра их атома. До известных пределов количественное изменение заряда ядра не вызывает качественных изменений химического элемента, но на определенной ступени эти количественные изменения приводят к образованию нового элемента. Так, при радиоактивном распаде с потерей атомного веса и заряда ядра уран превращается, в конечном счете, в качественно иной элемент – свинец.

Пример 3.12. Качественные превращения в химии

Химия вообще представляет собой науку о качественных превращениях веществ, являющихся результатом количественных изменений. Молекула кислорода, например, содержит два атома, но стоит только присоединить к этой молекуле еще один атом кислорода, как она превращается в качественно новое химическое вещество – озон.

Итак, качественная и количественная определенности предметов находятся в тесной связи между собой. Изменения одной вызывают закономерные изменения другой. Количественные изменения, достигая определенной для каждой вещи границы, вызывают качественные изменения. Но связь между количеством и качеством не односторонняя. Не только количественные изменения переходят в качественные, но и наоборот. Каждый процесс перехода количественных изменений в качественные означает одновременно и переход качественных изменений в новые количественные изменения. Это и естественно, поскольку новое качество органически сочетается с новым количеством, с новыми количественными пропорциями. Проиллюстрируем это на примерах.

Пример 3.13. Кооперация труда

Кооперация труда, т. е. объединение разрозненных производителей, есть качественно новая форма производства. Количественные изменения здесь переходят в новое качество. В свою очередь это новое качество, т. е. кооперация труда, создает более высокую производительность труда, чем способны развивать разрозненные работники. Благодаря кооперированию труда повышается также производительная сила каждого отдельного работника, труд которого составляет часть целого. Это значит, что качественные изменения вызывают новые количественные изменения.

Количественные и качественные изменения, таким образом, взаимосвязаны и обусловливают друг друга.

Количественные изменения представляют собой *эволюционную форму развития*, качественные изменения, напротив, – *революционную* форму развития. А так как количественные и качественные изменения взаимосвязаны и обусловливают друг друга, то развитие – это единство эволюционного и революционного изменения.

Эволюционным называется постепенное количественное изменение существующего, *революционным* – коренное, качественное изменение существующего[266].

Качественное (революционное) изменение осуществляется в виде **скачка**.

Скачок[267] – переход количественных изменений в качественные или переход из одного качественного состояния в другое (в результате превышения меры). *Революционное изменение – это скачок,* перерыв в постепенности количественных изменений, переход от одного качества к другому. Всякое качественное изменение осуществляется в форме скачка.

Пример 3.14. Скачки

Примеры скачков: образование звезд и планет, в частности Солнечной системы, возникновение жизни на Земле, формирование новых видов растений и животных, человека и его сознания, возникновение и смена общественно-экономических формаций в истории человеческого общества, социальные революции и т. д.

Пример 3.15. Вращение тела вокруг Земли

[266] По материалам http://psylib.org.ua/books/konst01/txt04.htm.

[267] http://studopedia.org/9-22296.html.

Тело, разогнанное до скорости 7910 м/с, упадет на Землю. Если же скорость тела увеличить лишь на одну единицу и довести ее до 7911 м/с, то тело оторвется от Земли и станет ее спутником.

Пример 3.16. Вода – резак

Обычная вода не вызывает никаких разрушений. Струя воды под давлением нескольких атмосфер разрушает земляной покров, может использоваться для землеройных работ. Для резки угля необходимо увеличить давление струи воды до нескольких десятков или даже сотен атмосфер. Тонкая струя воды под давлением более 6000 атмосфер может резать самые твердые материалы.

Выделяют следующие виды скачков[268]:

– ***по масштабу качественных изменений***: *внутрисистемные* (частные) и *межсистемные* (коренные);

– ***по направленности происходящих изменений***: *прогрессивные* (ведущие к возникновению более высокого качества) и *регрессивные* (ведущие к снижению уровня структурной организации объекта);

– ***по характеру обусловливающих противоречий***: *спонтанные* (разрешение внутренних противоречий) и *индуцированные* (в результате воздействия внешних факторов).

Все сказанное позволяет сделать общий вывод о сущности и значении закона перехода количественных изменений в качественные и обратно.

Закон перехода количественных изменений в качественные *– это взаимосвязь и взаимодействие количественных и качественных сторон предмета, в силу которых мелкие, вначале незаметные количественные изменения, постепенно накапливаясь, рано или поздно нарушают меру предмета и вызывают коренные качественные изменения, протекающие в виде скачков, вследствие чего предметы изменяются, старое качество исчезает, возникает новое качество, и осуществляющиеся в зависимости от природы объектов и условий их развития в разнообразных формах.*

Примеры перехода количественных изменений в качественные показаны в приложениях 1 и 2.

Учет закона перехода количественных изменений в качественные происходит на этапе ***выбора задачи и прогнозирования развития систем***.

Прежде чем выбрать систему для разработки необходимо определить *уровень ее развития* и решить стоит ли заниматься этой системой или лучше начать разработку принципиально новой системы.

3.2.3. Закон единства и борьбы противоположностей

> ***Сосуществование двух взаимно-противоречащих сторон, их борьба и их слияние в новую категорию составляют сущность диалектического движения. Тот, кто ставит себе задачу устранения дурной стороны, уже одним этим сразу кладет конец диалектическому движению.***
> ***К. Маркс***[269]

---

[268] Закон перехода количественных изменений в качественные – материал из Википедии.

[269] **Маркс К. Нищета философии.** – Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т, 4, С. 136.

Не в совокупности ищи единства, но более – в единстве разделения.
***Козьма Прутков*[270].**

Законы диалектики

Закон перехода количественных изменений в качественные, как мы видели, отражает одну из важнейших сторон развития, вскрывает механизм процесса качественных превращений предметов. Однако не дает ответа на вопрос, что является источником всякого развития, в том числе и перехода количественных изменений в качественные. На этот вопрос отвечает другой закон диалектики – *закон единства и борьбы противоположностей*, закон о противоречиях как источнике развития.

Закон единства и борьбы противоположностей – ядро диалектики. Он служит источником возникновения любых объектов, в том числе материального мира и, в частности, технических систем.

Закон единства и борьбы противоположностей заключается в том, что все сущее состоит из противоположных начал, которые, будучи едиными по свое природе, находятся в борьбе и противоречат друг другу (пример: день и ночь, горячее и холодное, черное и белое, зима и лето, молодость и старость и т. д.).

Закон характеризует одно из основных понятий ТРИЗ – **противоречие**.

Все предметы, явления окружающего нас мира имеют свою положительную и отрицательную сторону, свое прошлое и свое будущее, то, что отживает и отмирает, и то, что растет и развивается. Борьба этих противоположных тенденций, заключающаяся в самих предметах, явлениях объективного мира, составляет источник, движущую силу их развития.

Рост противоречия на основе борьбы противоположностей имеет своим результатом все большее раздвоение единого (предмета), и, наконец, достигается такая ступень в развитии противоречия, когда противоположности уже не могут существовать в единстве. Тогда наступает момент разрешения противоречия.

Противоречия разрешаются лишь в борьбе и путем борьбы. Противоречия не примиряются, а преодолеваются. Процесс развития, развертывания, нарастания противоречий есть процесс борьбы, который закономерно подготовливает необходимую стадию их разрешения.

Разрешение, преодоление коренных, существенных противоречий означает уничтожение старого и возникновение нового.

Пример 3.17. Приспособление к среде.

[270] **Козьма Прутков. Мысли и афоризмы**.

Преодоление противоречий между старой наследственностью животного или растения и новыми признаками, возникающими в процессе приспособления к среде, приводит к смене старой наследственности новой.

Понятие **единства и борьбы противоположностей** было ведено более 5000 лет древними китайскими философами в описании картины мира, включающей материальную и духовную стороны.

Пример 3.18. Инь-Ян ***(монада)***

По мнению китайских философов, Вселенная образована из энергии **Чи (Chi),** которая является средством взаимодействия ***мировых сил*** **Инь (Yin) и Ян (Yang).**

Силы **Инь –** символизируют **Тьму, Холод, Зло**, **Покой,** все отрицательное, плохое, женское начало.

Силы **Ян –** символизируют **Свет, Тепло**, **Добро, Деятельность,** все положительное, хорошее, мужское начало.

Силы Инь и *Ян* ***взаимодействуют***, ***взаимопреодолевают*** и ***превращаются друг в друга***.

Постепенно нарастая одна в другой, они переходят стадию предела, когда преодоление одного начала сменяется преодолением другого. Затем начинается обратное движение. Этот процесс бесконечен, поскольку движение во Вселенной вечно.

Идею вечного движения и борьбы противоположных начал воплощает известный графический образ **Инь-Ян** *(монада)* – темная и светлая доли круга.

Пифагор считал: «***Монада – есть все! Монада – отражение Единого Периодического Закона Эволюции Материи».***

Символически это показано на рис. 3.9, где **белая** часть круга – сила **Ян**, а **черная – Инь**.

Черный кружок на **белом** фоне означает, что **Ян** ***рождает*** **Инь**, а **белый** кружок на **черном – Инь** ***рождает*** **Ян**. **Уменьшение Ян** приводит к **увеличению Инь** (см. внизу круга) и, наоборот (верх круга).

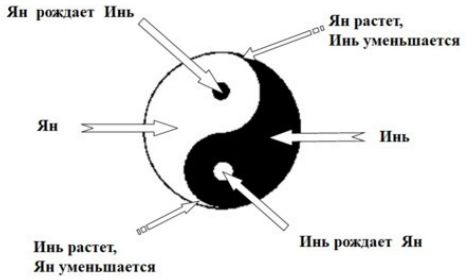

Рис. 3.9. Символ Инь-Ян *(монада)*

Это изображение показывает взаимодействие и борьбу противоположностей. В виде, изображенном на рис. 3.9, борьба противоположностей и их взаимодействие в системе находятся в балансе – не происходит никаких катаклизмов. Определенный баланс в природе – это отсутствие бурь, смерчей, пожаров, наводнений, экологических нарушений и т. п. Баланс в обществе – это, прежде всего, отсутствие войн и революций, а в технике – отсутствие аварий, неполадок и сбоев и т. д. Во время баланса система не испытывает никаких неблагоприятных внутренних и внешних воздействий и функционирует в наиболее благоприятном режиме. Это возможно только при адаптации отдельных частей друг к другу.

При изменении одной из частей системы и постоянстве другой возникают противоречия (что-то ухудшается). Такие изменения, например, могут быть связаны с попыткой улуч-

шить какие-то параметры системы. Противоположное свойство или действие может зарождаться в глубине другого, которое представляет собой структурное изменение.

Этот же рисунок показывает возможность разделения противоречивых свойств в пространстве (Ян слева и Инь справа), в структуре (маленькая частичка Ян находится в Инь и наоборот). Кроме того, пространственное разделение может осуществляться с помощью самых разнообразных кривых или поверхностей.

Единство и борьба противоположностей проявляются везде, например:

– в ***математике***: *плюс и минус*, *возведение в степень и извлечение корня*, *интегрирование и дифференцирование*, *конечное и бесконечное* и т. д.;

– в ***физике***: *холодное – горячие*, *светло – темноте*, *отталкивание – притягивание, положительное – отрицательное напряжение* и т. д.;

– в ***химии***: *ассоциация – диссоциация*, и т. д.;

– в **философии**: *эволюция – революция*, в восточной философии: *Инь и Ян* аспекты;

– в **жизни**: *рождение – смерть* и т. п.

Для того чтобы понять что-то, его сущность, необходимо искать внутренние противоречия.

Сформулируем сущность закона единства и борьбы противоположностей.

Единство и борьба противоположностей закон, в силу которого всем вещам, явлениям, процессам свойственны внутренне противоречивые стороны, тенденции, находящиеся в состоянии борьбы; борьба противоположностей дает внутренний импульс к развитию, ведет к нарастанию противоречий, разрешающихся на известном этапе путем исчезновения старого и возникновения нового.

В заключении подчеркнем, что любая система развивается в противоположных направлениях. Такой подход может быть использован как при решении изобретательских задач, так и при прогнозировании развития систем и собственно при развитии самих инструментов ТРИЗ.

Все инструменты ТРИЗ следует представлять, как единство и борьбу противоположностей, исследующие противоположные направления. Прежде всего, это должно относиться к основе ТРИЗ – к законам. Следовательно, необходимо рассматривать не только *закон*, *тенденцию развития*, но и ее противоположность, например, *антитенденцию*.

3.2.4. Закон отрицания отрицания

> ***…Не следует забывать, что форма всякого бессознательного развития есть отрицание отрицания, движение путем борьбы противоположностей.***
> ***Ф. Энгельс***[271]

> ***Количество перешло в качество. Произошло отрицание отрицания.***
> ***В. И. Ленин***[272]

[271] **Энгельс Ф. Письмо Л. Лафарг, 24 ноября 1888 г.** – Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 37, С. 98.

[272] **Ленин В. И. Шаг вперед, два шага назад**. – Полн. собр. соч., т, 8, С. 395.

Законы диалектики

Процесс перехода количественных изменений в качественные и борьба противоположностей, включает в себя ***отрицание.*** Качественное изменение означает отрицание старого качества. Без отрицания невозможен был бы переход одного в другое. Борьба противоположностей завершается победой одной противоположности над другой, что означает отрицание одного и утверждение другого.

Отрицание и есть преодоление старого на основе внутренних противоречий, результат саморазвития, самодвижения предметов и явлений.

Суть **закона отрицания отрицания** заключается в том, что процесс поступательного развития происходит в три стадии:

– ***исходное состояние системы***,

– ***отрицание этого состояния*** и переход в другое состояние,

– ***отрицание данного состояния*** (отрицание отрицания) и возврат к исходному состоянию, но, как правило, на более высоком уровне с применением новых элементов, материалов, технологий и т. д.

Процесс развития происходит с относительной повторяемостью, как бы по пройденным ступеням – по спирали.

Наиболее ярко процесс отрицания отрицания проявляется в моде.

Проиллюстрируем этот закон на технических примерах.

Пример 3.19. Радио

В первых детекторных приемниках использовался кристаллический детектор (рис. 3.10а). Он представляет собой кристалл какого-либо полупроводника, как правило, сульфида свинца или сульфида кадмия, в который упирается тонкая проволочка из металла.

Следующим шагом в истории развития радиоэлектроники отказались от полупроводника – использовали вакуумные лампы

(рис. 3.10б). Произошло *отрицание полупроводника*.

На следующем витке развития отказались от ламп и стали снова применять полупроводники (рис. 3.10в). Произошло *отрицание отрицания*. Полупроводники стали использовать на новом более качественном витке спирали.

Следующий этап – это снова применение вакуумной техники на новом этапе развития – использование вакуумной наноэлектроники. Использование вакуумных полупроводниковых приборов. Был создан вакуумный нанотранзистор. Это новый виток спирали.

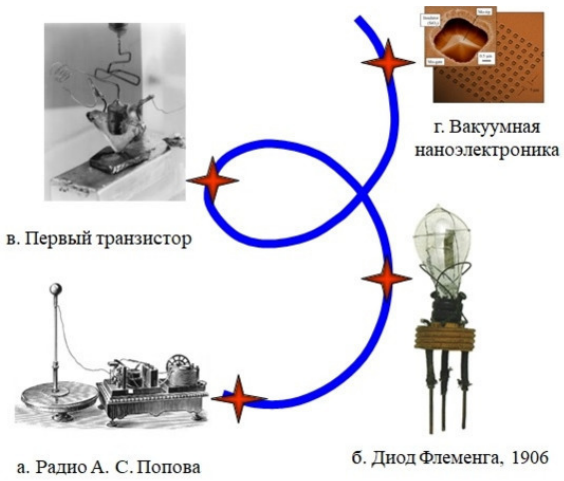

Рис. 3.10. Спиральное развитие радио

Пример 3.20. Запоминающие устройства

Запоминающие устройства в первых вычислительных машинах были выполнены на ферритовых кольцах (рис. 3.11а). Это были очень надежные устройства у них не было механически подвижных частей, но они занимали достаточно большие пространства.

На следующем этапе развития использовали магнитные ленты. Они могли в том же самом объеме хранить значительно большее количество информации. Далее были изобретены диски, жесткие диски, дискеты и CD. Все они требовали механического вращения. Их быстродействие увеличивалось с увеличением скорости вращения носителя информации. Таким образом, от неподвижного запоминающего устройства перешли к подвижному. Это шаг отрицания неподвижного принципа записи.

На следующем витке развития снова отказались от механического перемещения носителя информации – была изобретена флеш-память. Произошло отрицание отрицания. Стал использоваться неподвижный способ записи на качественно новом уровне.

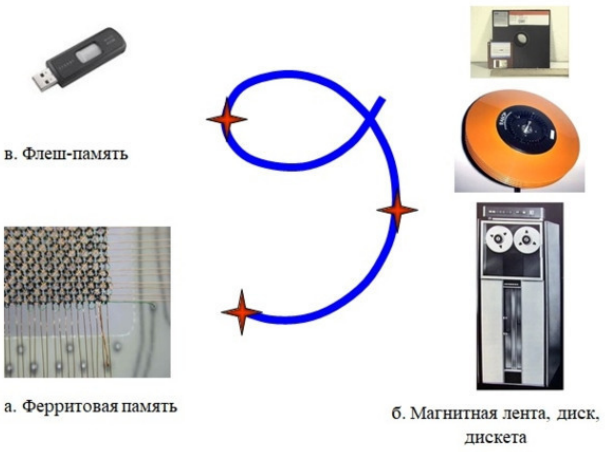

Рис. 3.11. Спиральное развитие запоминающих устройств

Отрицание означает не просто уничтожение старого, а устранение отрицательных качеств и сохранение положительных. Новая ступень имеет значительно большие возможности развития, чем предыдущая. Каждое новое отрицание впитывает в себя достигнутое ранее и делает его основой для дальнейшего движения. Поэтому новая ступень, каждый новый цикл развития не повторяет старый, а представляет собой новый круг, возвышающийся над старым, исполь-

зующий старое, приобретенное предыдущим развитием как трамплин для дальнейшего развития. Происходит *развитие по спирали*.

Отрицание отрицания отражает спиралевидную форму развития – возврат к исходному пункту развития, но на более высокой основе.

При разработке новых поколений систем желательно выяснить, как необходимая нам функция, разрабатываемой системы, осуществлялась раньше. Не исключено, что используемые ранее идеи можно сегодня осуществить на новом качественном уровне с использованием более совершенных технологий, элементной базы и новых материалов.

Закон отрицания отрицания можно рассматривать как теоретическое обоснование трансфера технологий.

3.2.4. Выводы

Законы диалектики указывают общее направление развития систем. Они дополняют и уточняют друг друга, поэтому лучше их использовать совместно.

3.3. Заключение

Всеобщие законы развития описывают наиболее общие, но неконкретные, направления развития любых систем. Это своего рода развитие систем

«с птичьего полета», представляющее собой философский поход к развитию систем.

И так, к всеобщим законам развития систем относятся:

– Закон S—образного развития систем;

– Законы диалектики:

– закон перехода количественных изменений в качественные;

– закон единства и борьбы противоположностей;

– закон отрицания отрицания.

Конкретное и более детальное развитие систем описывается законами развития искусственных, в частности, технических систем.

4. Законы развития потребностей

Любая система создается для удовлетворения какой-то потребности.

Прежде чем создавать систему необходимо выявить какую потребность она будет удовлетворять.

Для создания системы будущих поколений желательно прогнозировать будущие потребности.

В этой главе предлагаются способы прогнозирования новых потребностей.

Содержание

4.1. Введение
4.2. Структура законов развития потребностей
4.3. Закон идеализации потребностей
4.4. Закон динамизации потребностей
4.5. Закон согласования потребностей
4.6. Закон объединения потребностей
4.7. Закон специализации потребностей
4.8. Разработка новых потребностей
4.9. Выводы

4.1. Введение

Дистанция от получения идеи технической системы до ее внедрения, а тем более бизнес-успеха достаточна велика. Известно, что бизнес успеха db бизнесе добивается только одна из 3000 идей[273] (рис. 4.1).

Рис. 4.1. Стадии развития нового продукта

В связи с этим важно не только выбрать правильную идею, соответствующую законам развития технических систем, но и правильно определить потребность и спрос на эту идею.

Закономерности развития потребностей подчиняются **закону возрастания потребностей.**

Всеобщий экономический закон возрастания потребностей отражает внутренне необходимые, существенные и постоянные взаимосвязи между производством и потреблением, потребностями и существующими возможностями их удовлетворения. Согласно этому закону непрерывное развитие потребностей является движущей силой экономического и духовного прогресса человечества, что, в свою очередь, стимулирует возникновение все новых и новых потребностей.

Возрастание и развитие потребностей всегда опережает возможности производства и не совпадает с уровнем фактического потребления. В этом проявляется авангардная роль потребностей, отраженная в экономическом законе возрастания потребностей.

Структура потребностей изменяется в следующей последовательности перехода:

– от удовлетворения примитивных материальных потребностей к удовлетворению духовных, эстетических, интеллектуальных, творческих потребностей;

– от удовлетворения массовых потребностей к индивидуализации нужд и средств их удовлетворения;

– от вещественной структуры потребления к преобладанию в ней услуг.

Постоянно возрастает потребность освобождения человека от участия в процессе создания товаров и услуг. Как следствие, идет процесс постоянного увеличения свободного времени у людей и потребность занять свободное время.

К примитивным потребностям относятся потребности в пище, сне, защите от окружающей среды и других обитателей, сексе. Развитие этих потребностей приводит к увеличению разнообразных способов их удовлетворения и улучшению их качества.

---

[273] **Greg A. Stevens and James Burley, «3000 Raw Ideas = 1 Commercial Success,»** in May-June 1997 Research Technology Managhement review.

Каждый из видов потребностей также имеет иерархическую структуру. Один вид потребностей вызывает появление нового вида, который в свою очередь вызывает появление следующего вида. Этот процесс бесконечен.

Пример 4.1. Потребность в пище

Удовлетворение потребности в пище, привело к появлению новой потребности – добыче пиши. Эта потребность вызвала появление потребности в способах добычи и приготовлении пищи. Она в свою очередь вызвала потребность в способах добычи пищи у природы (охота, поиск и сбор растений) и создание пищи (сельское хозяйство). Каждый из этих видов потребностей приводит к появлению следующих потребностей. Охота требует разработки способов охоты и появления средств охоты. Они приводят к появлению отдельных индустрий, выпускающих средства охоты, что вызывает появление большого куста новых потребностей. Развитие сельского хозяйства вызвало появление специальных научных центров и индустрий.

Закономерности развития потребностей идут в двух направлениях:
– появление принципиально новых потребностей;
– развитие существующих потребностей.

Приведем примеры появления принципиально новых потребностей.

Пример 4.2. Запах по электронной почте

Имеется потребность в передаче информации.

Раньше использовали почту. Сегодня информация передается по электронной почте. Первоначально передавалась только текстовая информация, затем картинки, голос, видео.

Теперь можно передавать запах.

Японская компания Chaku Perfume Co. Ltd. создала приставку Chat Perf для iPhone, которая позволяет сообщениям и уведомлениям по электронной почте сопровождаться запахом. Внутри него имеются емкости с определенными запахами. При получении или отправлении сообщений можно будет почувствовать определенный тонкий аромат из резервуара, присоединенного к телефону (рис. 4.2а).

Выпустили и другую подобную приставку Scentee (рис. 4.2б).

Видимо, в дальнейшем появится возможность передачи тактильной, температурной, вкусовой и других видов информации.

Chat Perf Scentee

Рис. 4.2. Запах по электронной почте

Пример на развитие существующей потребности.

Пример 4.3. Бритье бороды

Известна потребность в стрижке волос. Она удовлетворяется с помощью электрической машинки (рис. 4.3а). Этим инструментом неудобно стричь брови, волосы в носу и ушах. Появилась специализированная потребность, развивающая существующую.

Для удовлетворения этой потребности разработали специальную машинку (рис. 4.3б), которая стрижет брови, волосы в носу и ушах.

а) б)

Рис. 4.3. Машинка для стрижки

4.2. Структура законов развития потребностей

Удовлетворение потребностей может осуществляться **известными** и **вновь появляющимися функциями** (рис. 4.4), изменение которых подчиняется определенным закономерностям.

Известные и новые функции могут выполняться известными и новыми принципами действия.

Осуществление указанных принципов действия может выполняться:

– применением имеющихся систем;

– применением имеющихся систем по новому назначению;

– созданием новых систем.

Рис. 4.4. Удовлетворение потребностей

Развитие каждого из видов потребностей происходит по определенным законам.

Автор сформулировал следующие **законы развития потребностей**[274]:

– Идеализация потребностей.

– Динамизация потребностей.

– Согласование потребностей.

– Объединение потребностей.

– Специализация потребностей.

Идеализация потребностей проводится путем их **динамизации, объединения** или **специализации** и последующего **согласования**

(рис. 4.5).

Рис. 4.5. Структура законов развития потребностей

Эти законы могут использоваться для прогнозирования новых потребностей.

Рассмотрим эти законы детальнее.

---

[274] **Петров В. М. Законы развития потребностей. –** Труды Международной конференции МА ТРИЗ Фест – 2005. Развитие ТРИЗ: достижения, проблемы, перспективы. 3—4 июля 2005 г. Санкт-Петербург. Ст. Петербург, 2005. С. 46—48. http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-04-potrebnosti.pdf.

4.3. Закон идеализации потребностей

4.3.1. Общие представления

Закон идеализации потребностей предусматривает увеличение количества, улучшение качества потребностей, уменьшение затрат времени и средств на их удовлетворение, а также уменьшение вредных действий (факторов расплаты).

Свойства идеальной потребности.

– Идеальная потребность – потребность, которая удовлетворяется **в нужный момент в нужном месте при необходимых условиях**.

– Потребность тем идеальнее, чем **качественнее** она удовлетворяется.

– Потребность тем идеальнее, чем **большее количество** потребностей удовлетворяется.

– Потребность тем идеальнее, чем **меньше затрачивается времени, сил и средств на осуществление этой потребности**. Идеальная потребность удовлетворяется как по мановению волшебной палочки – **САМА**.

– Потребность тем идеальнее, чем удовлетворение **меньше создает отрицательных эффектов** (вредных факторов, вредных воздействий) как непосредственно объекту, удовлетворения потребностей, так и окружению.

– Идеальная потребность – это **потребность, которую нет необходимости удовлетворять**. Потребность стала ненужной или она удовлетворяется сама.

Степень идеализации потребностей можно представить в виде формулы (4.1):

$$I = \frac{\sum_{i=1}^{n} \alpha_i F_i Q_i}{\sum_{i=1}^{n} \beta_i C_i + \sum_{i=1}^{n} \gamma_i H_i} \Rightarrow \infty; \qquad (4.1)$$

Степерь идеализации потребностей

где

I_n – степень идеализации потребностей (безразмерная величина);

Nqn – количество потребностей (безразмерная величина);

Nql – качество потребностей (безразмерная величина);

α, β, γ – коэффициенты согласования;

C – затраты времени и средств на удовлетворение потребностей;

H – вредные действия;

i – порядковый номер потребности;

n – максимальное значение потребностей.

Знаменатель в формуле 4.1 – это факторы расплаты.

Пример 4.4. В нужный момент в нужном месте

Удовлетворение потребности в нужный момент в нужном месте осуществляется, например, различными складными, приставными, надувными и заменяемыми объектами.

Кровать создана для удовлетворения потребности в отдыхе. Это известная потребность удовлетворяется известной функцией лежания на кровати.

Чтобы кровать удовлетворяла эту потребность в нужный момент в нужном месте ее можно сделать разборной, приставной или надувной. Для этого использовали известный принцип действия, например, раскладывание и складывание. Использовали известные части и соединили их шарнирами.

Пример 4.5. Улучшение качества и количества, сокращение времени

Рассмотрим потребность удовлетворения в пище.

Первоначально человек ел все, что он мог достать (как правило, однообразная пища) и тратил на это много времени. Таким образом, **качество** было **не высокое**, разнообразие (**количество**) **не большое**. Потребность удовлетворялась имеющимися «системами».

Сегодня громадное разнообразие видов пищи (***увеличение количества***). Пища имеет великолепное **качество**.

На приготовление пищи или совсем не нужно тратить время (готовая к употреблению пища) или все готовится очень быстро (полуфабрикаты). **Сокращение времени** на удовлетворение этой потребности.

Исчезла потребность в «добывании» пищи.

Пример 4.6. Удовлетворение осуществляется само

Имеется потребность в разогревании или охлаждении пищи или напитков. Эту потребность удовлетворяют с помощью подогрева на газовой (электрической) плите или микроволновой печи, а охлаждают в морозильной камере.

Идеализация этой потребности – не нужно нагревать или охлаждать. Создали **само**нагревающиеся (рис. 4.6а) и **само**охлаждающиеся (рис. 4.6б) контейнеры.

а) Саморазогревание напитка а) Самоохлаждение напитка

Рис. 4.6. Удовлетворение потребности осуществляется само

В соответствии с формулой 4.1 степень идеализации потребностей будет увеличиваться с увеличением числителя и уменьшением знаменателя.

Опишем механизм увеличения степени идеализации потребностей.

Увеличение числителя может осуществляться за счет:

– увеличения **количества** потребностей;

– улучшения **качества** потребностей.

Увеличение количества потребностей может осуществляться за счет:

– появления **новых потребностей;**

– разнообразия **имеющихся потребностей.**

Улучшение качества ***имеющихся*** и ***вновь появляющихся*** **потребностей** может осуществляться за счет:

– разработки и/или **использования более прогрессивных средств;**

– изобретения дополнительных или **принципиально новых средств,** удовлетворяющих вновь появившиеся потребности.

Уменьшение знаменателя может осуществляться за счет:

– уменьшения **затрат времени** и **средств** на удовлетворение потребностей;

– уменьшения **вредных действий**.

Сокращение затрат времени и средств на удовлетворение потребностей осуществляется путями:

– одновременного удовлетворения нескольких потребностей;

– удовлетворения нескольких потребностей путем использования одного средства;

– удовлетворения новых потребностей за счет имеющихся ресурсов.

Уменьшение вредных факторов может осуществляться предварительным анализом потребностей с использованием, например, элементов ТРИЗ и «диверсионного анализа»[275].

Некоторые пути уменьшения вредных факторов:

– использование безотходных и сбалансированных технологий;

– использование ресурсов;

– использование эффектов (грамотное использование эффектов, особенно биологических, не создает вредных факторов).

Структура механизма увеличения степени идеализации потребностей представлена на рис. 4.7.

Рис. 4.7. Структура механизма увеличения степени идеализации потребностей

Рассмотрим детальнее эти возможности.

4.3.2. Увеличение количества и улучшение качества потребностей

4.3.2.1. Увеличение количества имеющихся и вновь появляющихся потребностей

Увеличение количества потребностей может осуществляться за счет **появления новых потребностей** и **разнообразия имеющихся потребностей.**

– Появление новых потребностей.

[275] **Злотин Б. Л., Зусман А. В. Методика прогнозирования чрезвычайных ситуаций, вредных и нежелательных явлений**. МНТЦ «Прогресс». Кишинев. – 1991 – 22 с. http://www.metodolog.ru/00891/00891.html. **Kaplan, Stan, Visnepolschi Svetlana, Zlotin, Boris and Zusman, Alla. New Tools for Failure and Risk Analysis**. Ideation International Inc. 1999. – 86 p. **Visnepolschi, Svetlana. How to Deal with Failures (The Smart Way).** Anticipatory Failure Determination. Ideation International Inc. 204 p. **Вишнепольски, Светлана**. Как выявлять причины вреда и предупреждать риски. Инверсионный метод риск-анализа. Max E-Publishing 2012, ISBN-10: 098845470X; ISBN-13: 978-0-9884547-0-5. **Вишнепольски, Светлана**. Как прогнозировать и предотвращать потенциальные риски. Инверсионный метод. Max E-Publishing 2012, ISBN-10: 0988454726; ISBN-13: 978-0-9884547-2-9.

Пример 4.7. Вживление электронных чипов

Появилась потребность идентифицировать животных, особенно дорогих.

Разработали чип (рис. 4.8), который вживляют в тело. В чипе записаны все данные о животном и его хозяине. Информация считывается с помощью специального прибора.

Рис. 4.8. Вживление электронных чипов

– Разнообразие имеющихся потребностей.

Например, за счет специализации потребностей или изобретения дополнительных средств.

Пример 4.8. Моющие средства

При появлении мыла его использовали для всех процедур очистки. Теперь имеется специальное мыло для лица, отдельные моющие средства для мытья посуды, отдельные средства для мытья особо жирной посуды и т. д.

4.3.2.2. Улучшение качества имеющихся и вновь появляющихся потребностей

Улучшить качество потребностей можно **разработкой** и/или **использованием более прогрессивных средств** или **изобретением принципиально новых средств,** удовлетворяющих вновь появившиеся потребности.

Улучшение качества имеющихся и **вновь появляющихся потребностей** может осуществляться за счет:

– разработки и/или **использования более прогрессивных средств;**

Пример 4.9. Телевизор

Потребность в улучшении качества телевизионного изображения была удовлетворена переходом к цифровой передаче изображения.

– изобретения дополнительных или **принципиально новых средств,** удовлетворяющих вновь появившиеся потребности.

Пример 4.10. Насадки

У машинок для стрижки волос появились насадки, регулирующие длину оставляемых волос (рис. 4.9). Это **дополнительные средства**.

Рис. 4.9. Машинка для стрижки волос с насадками

Пример 4.11. Зубная щетка – ионы

Стержень зубной щетки выполнен из диоксида титана (TiO_2). На свету этот стержень высвобождает электроны, которые благодаря слюне-проводнику, при взаимодействии с кислотой в зубном налете, вырабатывают положительные ионы водорода, разрушающие налет и бактерии. Очистка зубов идет за счет фотокаталитических свойств титанового стержня. Потребность в зубной пасте и даже воде исчезла.

Это пример создания **принципиально нового средства**.

4.3.3. Уменьшение затрат времени и средств на удовлетворение потребностей и уменьшение вредных действий

4.3.3.1. Уменьшение затрат времени и средств на удовлетворение потребностей

Сокращение затрат времени и средств на удовлетворение потребностей осуществляется путем:

– одновременного удовлетворения нескольких потребностей;

– удовлетворения нескольких потребностей путем использования одного средства;

– удовлетворения новых потребностей за счет имеющихся ресурсов.

– Одновременное удовлетворение нескольких потребностей.

Пример 4.12. Перемещение в пространстве

Потребность перемещения в пространстве, например, вождение автомобиля и одновременное получение информации, была удовлетворена, когда в автомобиль вмонтировали радио. Аналогичный пример с использованием в автомобиле сотовых телефонов.

– Удовлетворение нескольких потребностей путем использования одного средства.

Пример 4.13. Компьютер

Компьютер может одновременно выполнять сразу несколько работ.

– Удовлетворение новых потребностей за счет имеющихся ресурсов (существующих систем, процессов, услуг и т. д.).

При появлении новых потребностей первоначально используют имеющиеся технические средства, для изготовления новых изделий используют имеющиеся технологические процессы. Новые виды услуг первоначально выполняют имеющиеся фирмы. На следующем этапе появляются специализированные изделия, процессы и услуги.

Пример 4.14. Тушение пожара на воде

Появилась потребность тушения пожаров на воде. Первоначально эту функцию выполняли обычные суда, потом появились специальные пожарные суда.

4.3.3.2. Уменьшение вредных действий

Уменьшение вредных факторов может осуществляться предварительным анализом потребностей с использованием, например, элементов ТРИЗ и «диверсионного анализа».

Некоторые пути уменьшения вредных факторов:

– использование безотходных и сбалансированных технологий;

– использование ресурсов;

– использование эффектов и прежде всего биологических.

Пример 4.15. Струйная распечатка плат

Компания Seiko Epson разработала технологию струйной печати электронных плат размером 27х24 мм, состоящих из 20 слоев и имеющих толщину без основы всего 200 микрон (рис. 4.10). На плате можно разместить 30 000 транзисторов.

В настоящее время при производстве печатных плат применяется методика фотолитографии. Это достаточно дорогостоящий и трудоемкий процесс, состоящий из нескольких основных стадий: разработки фотомасок для отдельных слоев, формирования электрических соединений и пр. При этом **необходимо использование специальных химикатов** , **утилизация** которых создает **дополнительные трудности**.

Технология струйной печати плат призвана значительно **снизить затраты** на производство микросхем и **сократить вредные выбросы** в окружающую среду.

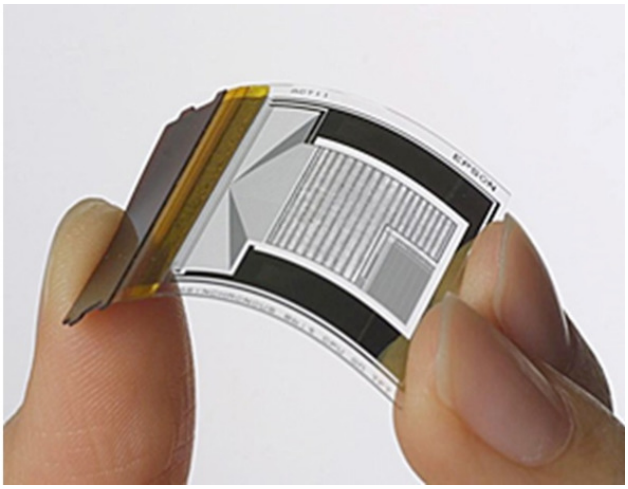

Рис. 4.10. Печатная плата

4.4. Закон динамизации потребностей

Закон динамизации потребностей предусматривает изменение потребностей:
– во времени;
– в пространстве;
– в структуре;
– по определенному условию.

Потребности приспосабливаются:
– под определенную местность;
– группу людей или конкретного человека.

Потребности удовлетворяются в то время, в том месте и в том виде, в котором это необходимо.

Потребности учитывают специфику:
– национальных особенностей;
– рода деятельности;
– возраста;
– пола;
– степени образования;
– религиозности;
– времени года и суток и т. д.

К динамизации потребностей можно отнести и потребности высвобождения человека из трудового процесса (механизация, автоматизация, кибернетизация).

Пример 4.16. Одежда

Наиболее ярко динамизм проявляется в одежде. Она меняется в зависимости от сезона, времени суток, ее назначения. Имеется много видов рабочей одежды. Например, одежда для пожарников, летчиков, медицинских работников и т. д. Очень разнообразна выходная одежда – бальные платья и смокинги, одежда для свадеб. Постоянно меняется мода, и каждый человек выбирает себе свой стиль.

Пример 4.17. Кондиционер

Другим примером может быть потребность в создании условий обитания, например, температуры. Созданы различные обогревательные устройства, которые обогревают не только всю комнату, но могут создать поток теплого воздуха, который направляется в необходимое место.

Современные кондиционеры создают не только различную температуру в разных комнатах. Они могут ее изменять по выбранной или специально составленной программе, могут создавать конкретную температуру в выбранной точке. Кондиционеры могут регулировать влажность и создавать определенные запахи.

4.5. Закон согласования потребностей

Согласование потребностей может проводиться:
– по **самим потребностям** (согласование потребностей между собой);
– по **параметрам;**
– в **структуре;**
– по **условиям;**
– в **пространстве;**
– во **времени.**
В частности, может быть **динамическое согласование**.

Не согласованные потребности часто приводят к разочарованиям, конфликтам, разорениям, различным катаклизмам, войнам, экологическим катастрофам и т. п.

Под согласованием потребностей понимается и их специальное **рассогласование** (увеличение максимальной разницы между потребностями).

Пример 4.18. Пища

Многие люди имеют потребность много и вкусно есть. Это часто приводит к ожирению, что не только ухудшает фигуру, но и отрицательно сказывается на здоровье.

Другая потребность иметь хорошую фигуру и быть здоровым, противоположна предыдущей. Для сохранения фигуры необходимо есть мало и не всегда вкусную пищу.

Необходимо осуществить **согласование** этих **потребностей** между собой. Была разработана специальная малокалорийная еда, например, различные виды пищи из сои. Предложены разнообразные добавки, снижающие вес. Разработаны специальные виды физической нагрузки.

Согласование потребностей по параметрам приведено в примере с кондиционером (пример 4.17). В качестве согласующих параметров в этом примере: температура, влажность и запах. Это пример **динамического согласования**.

Пример 4.19. Поп-музыка

Часто встречающаяся ситуация. Люди, находящиеся в одном помещении могут иметь диаметрально противоположные потребности. Например, один человек хочет быть в тишине, а другой при этом слушать поп-музыку на полную мощность музыкального центра.

Согласование таких видов потребностей, может осуществляться:
– во времени – один человек отдыхает, а другой ему в это время не мешает;
– в пространстве – в одном помещении можно слушать музыку, а в другом отдыхать;
– в структуре – место, где слушают музыку или место где отдыхают, имеет звукоизолирующие перегородки, или используются наушники.

Фактически это пример **рассогласования** разных потребностей.

Пример 4.20. Загрязнение окружающей среды

На определенной территории построили завод, загрязняющий окружающую среду. Жители этого района желают жить в экологически чистых условиях.

Потребности не согласованы. Один из видов разрешения такого противоречия – согласовать потребности хозяев завода и жителей данного района.

Создается такой закон, что хозяин завода должен платить очень большой штраф за загрязнение окружающей среды и ему выгоднее поставить систему очистки.

Оригинальное решение было осуществлено во Франции. Был выпущен закон, что сточные воды можно сбрасывать в реку только выше по течению реки. Это значит, что вы будете употреблять воду из реки с вашими же отбросами. Кто же захочет это делать?

Это вид согласования потребностей **в структуре.**

Согласование потребностей, в частности, может осуществляться **объединением** этих потребностей или выделением **специальной** потребности.

4.6. Закон объединения потребностей

Объединение производится таким образом, что **полезные** (необходимые) качества складываются, **усиливаются**, а **вредные** взаимно **компенсируются**.

Объединение происходит несколькими путями:

1. объединением **однородных** (одинаковых) потребностей;
2. образованием **однородных потребностей со сдвинутыми характеристиками**. Потребностями со сдвинутыми характеристиками называются однородные потребности с неодинаковыми параметрами, свойствами, характеристиками;
3. образованием конкурирующих (**альтернативных**) потребностей;
4. объединением **дополнительных** потребностей;
5. объединением антагонистических (**противоположных**) потребностей.

Структура механизма объединения потребностей представлена на рис. 4.11.

Рис. 4.11. Структура механизма объединения потребностей

Пример 4.21. Магазины

Часто одинаковые магазины, например, мебельные или по продаже осветительных приборов располагают рядом друг с другом. Это удобно для покупателей.

Это пример объединения ***однородных одинаковых*** **потребностей**.

Пример 4.22. Торговые центры

В крупных торговых центрах имеется несколько магазинов по продаже одежды, но эти магазины разных торговых фирм.

Это пример объединения ***однородных*** **потребностей** ***со сдвинутыми характеристиками***.

Пример 4.23. Автомобиль – катер

Спортивный автомобиль превращается в скоростной катер нажатием кнопки

(рис. 4.12). Машина развивает на суше скорость до 180 км/час, в плавучем варианте разгоняется до 50 км/час. Амфибия оснащена двигателем мощностью в 175 л.с. и имеет запас хода без дозаправки в 80 км.

Это пример объединения ***неоднородных альтернативных*** **потребностей** (машины и катера).

Рис. 4.12. Автомобиль – катер

Пример 4.24. Кондиционер

Кондиционер объединяет сразу несколько потребностей: охлаждать, нагревать воздух (объединение ***неоднородных противоположных*** **потребностей**), создавать определенную влажность и определенный запах (***дополнительные*** **потребности**).

Пример 4.25. Труба

На одном из заводов по трубам подавали щелочную жидкость и трубы зарастали.

Возникла потребность чистить эти трубы время от времени.

По другим трубам текла кислая жидкость. Кислота разъедала стенки труб.

Возникла потребность в починке этих труб.

Это **взаимно противоположные потребности**.

Предложено подавать по каждой трубе поочередно то кислоту, то щелочь. Кислота разъедает осадок, образуемый щелочью. Труба не засоряется и не изнашивается[276].

Объединение этих потребностей устраняет вредный эффект (**вредные качества взаимно компенсированы**).

Объединение потребностей часто приводит к созданию **универсальных** объектов.

Пример 4.26. Универсальные залы

Строятся универсальные залы, в которых могут проходить различные концерты и спортивные выступления. Эти залы можно разделить на отдельные помещения или, наоборот, объединять в большой комплекс. Они быстро трансформируются.

Таким образом, объединение может происходить:

– в пространстве;

– во времени;

– в структуре.

[276] А. с. 239 752.

4.7. Закон специализации потребностей

Закон специализации потребностей направлен на выделение одной более узкой потребности, которая точнее и качественнее удовлетворяет имеющуюся потребность.

Улучшение специализации потребностей осуществляется в следующей последовательности:

– выделить наиболее важную часть потребности;

– развить эту часть потребности;

– обеспечить наилучшие условия удовлетворения этой части потребности.

Пример 4.27. Специальные виды пищи

Появилась потребность в выделении специальных видов пищи, например, детское питание, кошерная пища, пища для здорового питания. Или еще более узко – пища для похудения и т. д.

Пример 4.28. Специальные залы

Для любителей симфонической музыки имеются специальные помещения – филармонии. Разные виды спорта имеют специальные помещения: бассейны, баскетбольные, волейбольные площадки, футбольные поля и т. д.

4.8. Разработка новых потребностей

4.8.1. Этап выявления новых потребностей

По закономерностям развития **потребностей** можно определить потребности будущего, выявить, какими функциями, принципами действия и системами их можно удовлетворить. В том числе определить принципиально новые направления развития технических систем (пионерские решения).

Этап выявления новых потребностей проводится по разработанным автором методам в две стадии.

– Выявление скрытых потребностей.

– Выявление новых потребностей (прогнозирование будущих потребностей и выявление тенденций развития будущих потребностей).

4.8.2. Методика выявления скрытых потребностей

Первоначально выявляются все не выявленные недостатки исследуемой системы и недостатки, которые могут появиться в будущем. Затем определяются неудовлетворенные желания, имеющиеся у клиентов сегодня, и скрытые желания, о которых клиент еще не подозревает.

Выявление скрытых недостатков определяется в следующей последовательности.

– Определение недостатков системы. Для этого используются различные инструменты ТРИЗ, например, функциональный анализ[277], выявление причинно-следственных связей, сравнение с законами развития систем и т. д.

– Определение скрытых и будущих недостатков. Для этого используется диверсионный анализ.

– Опрос клиентов.

– Составление общего списка недостатков.

– Определение имеющихся способы устранения этих недостатков.

– Определение того, чем не удовлетворяют клиента данные способы. Выявленные недостатки практически представляют собой **скрытые потребности**.

– Оценка и ранжирование потребностей.

Потребности оцениваются по:

– по *важности;*

– *по степени удовлетворенности.*

Оценка производится с помощью экспертных оценок и представляет собой случайную величину.

Общая оценка определяется по формуле (4.2):

[277] **Герасимов В. М., Дубров В. Е.; Карпунин М. Г., Кузьмин А. М., Литвин С. С. Применение методов технического творчества при проведении функционально-стоимостного анализа** : Методические рекомендации. М.: «Информэлектро», 1990, 60 с. http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=3981. **Герасимов В. М., Калиш В. С., Карпунин М. Г., Кузьмин А. М., Литвин С. С**. **Основные положения методики проведения функционально-стоимостного анализа**: Методические рекомендации. М.: Информ-ФСА, 1991, 40 с. http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=3952. **Пиняев А. М. Функциональный анализ изобретательской ситуации**. Журнал ТРИЗ, т.1, №1'90 http://www.metodolog.ru/00625/00625.html.

$$V = I\,(1 - S) \qquad (4.20)$$

Оценка потребностей

где
V – оценка (значимость для клиента) данной потребности;
I – важность данной потребности для клиента;
S – удовлетворенность клиента данной потребностью.

Можно, например, оценивать по шкале 0—1.

Максимальная важность – 1 балл, а минимальная – 0 баллов. Максимальная удовлетворенность (полная удовлетворенность) – 1 балл, а минимальная – 0 баллов.

Таким образом, проводится ранжирование потребностей.

Прежде всего, следует направить усилия на удовлетворение самых важных и минимально удовлетворенных потребностей, т. е. потребности с максимальной оценкой.

В соответствии с исследованиями, проведенными Клейтоном Кристенсеном (Clayton Christensen), описанными в его книге «Дилемма Инноватора»[278], спрос на новый товар изменяется в следующей последовательности.

– Сначала потребители готовы платить за лучшее *функционирование* (курсив мой – В.П.).

– Затем они уже не платят за лучшее функционирование, но зато готовы платить за увеличение *надежности* (курсив мой – В.П.).

– На следующем этапе они не хотят платить за надежность, но зато готовы платить за *удобства пользования* (курсив мой – В.П.).

– Далее и удобства им больше не нужны, зато они с готовностью покупают то, что *дешевле* (курсив мой – В.П.).

Кристенсен пишет, что для производителя колоссально важно точно понять, что от него хочет потребитель в данный момент, и не пытаться подсовывать ему, например, более надежные товары, когда покупатель готов платить за удобство пользования.

Итак, для бизнес-успеха производитель продукции должен точно определить, когда потребитель готов платить за повышение функциональности, когда за повышение надежности, когда за улучшение удобств пользования, а когда хочет получить дешевый товар. Это весьма важные моменты для прогнозирования спроса. Закономерности развития спроса в данной статье не рассмотрены.

Потребители всегда будут приветствовать следующие инновации.

– Снижение степени удовлетворительности маловажных операций – за счет этого снижение себестоимости.

– Снижение степень удовлетворительности «слишком удовлетворительных» операций – с тем же эффектом.

– Повысить степени удовлетворительности важных, но неудовлетворенных операций – это потребители будут покупать особенно охотно.

– Прекращение работы по совершенствованию неважных операций – результаты этих работ никому не нужны.

[278] Clayton M. Christensen. The Innovator's Dilemma, Harper Business, 1997.

– Устранение проблемы, с которыми сталкивается потребитель при выполнении работы, – это потребители тоже будут покупать.

Продемонстрируем методику выявления скрытых потребностей.

Пример 4.29. Объект исследования – колготки

Первоначально определяют **недостатки колготок**. Опишем некоторые из них:

– колготки рвутся;

– видны изъяны кожи (пятна, неровности, прыщи);

– у некоторых женщин бывает раздражение от синтетических колготок;

– колготки плохо пропускают воздух («не дышат»);

– колготки пропускают воду (водопроницаемые);

– колготки нужно стирать.

Известные способы устранения недостатков.

– Женщины имеют в сумочке дополнительную пару колготок. Но бывают случаи, когда рвется и резервная пара.

– Изъяны кожи скрывают цветными и фигурными колготками. Часто женщины хотят иметь колготки телесного цвета и прозрачные.

– Шелковые колготки не вызывают раздражение, но они значительно толще и менее красивы.

– Чтобы колготки пропускали воздух, их делают сетчатыми. Такие колготки не защищают от внешней среды.

– Все известные виды колготок водопроницаемы.

– Колготки можно не стирать, а выбрасывать, но это дорого.

Скрытые потребности:

– Колготки не должны рваться или должна быть возможность неоднократной замены колготок, не занимая много места.

– Колготки должны скрывать изъяны кожи, но быть прозрачными.

– Колготки не должны вызывать раздражение кожи.

– Колготки должны пропускать воздух (должны «дышать») и не пропускать воду (должны быть водонепроницаемы).

– Колготки должны быть одноразовыми и дешево стоить.

Решение. Японская фирма Nagoya выпустила чулки в виде аэрозоля – Air Stocking (рис. 4.13). На ноги напыляют тонкий шелковый слой. Аэрозоль имеется нескольких оттенков. Покрытие пропускает воздух и не пропускает воду. Изъяны кожи покрывают несколько раз, и их невидно (рис. 4.13 в). Покров смывается в мыльной воде. Баллон содержит 20 пар чулок.

а) Аэрозоль Air Stocking б) Нанесение Air Stocking в) Покрытие изъянов

Рис. 4.13. Колготки – аэрозоль

Пример 4.30. Объект исследования – защита человека от хулиганов и бандитов

Существуют средства защиты: боевые пистолеты, газовые пистолеты и баллончики со слезоточивым газом, шокеры.

Недостатки этих средств:

– Боевое оружие может убить нападающего – это не гуманно.

– Все средства защиты нужно успеть достать раньше, чем хулиган сможет причинить вам вред.

Скрытые потребности:

– Желательно, чтобы хулиган не смог к вам прикоснуться или вы смогли поразить его на расстоянии.

– Средство защиты должно быть всегда готово – не нужно тратить время, чтобы его вынимать.

Решения

Шокеры маскируют под другие предметы, например,

– мобильный телефон (рис. 4.14а);

– Перстень, в котором имеется слезоточивый газ (рис. 4.14б);

– Придумали шокирующую одежду «бесконтактный жакет» – это просто элегантный жакет. Если владелец жакета решит, что ему угрожает опасность, то жакет мгновенно превратится в грозное оружие самообороны. Любой прикоснувшийся к жакету получит удар в 80 000 вольт.

Питание жакета осуществляется от 9-вольтовой батарейки. Он полностью изолирован, так что владельцу электрический удар не грозит.

а) Телефон – шокер

б) Перстень со слезоточивым газом

Рис. 4.14. Средства защиты

4.8.3. Методика разработки новых потребностей

Опишем возможную последовательность разработки новых потребностей.

– Формулировка потребности

– Определение способов удовлетворения данной потребности. Должны быть описаны существующие и предполагаемые способы удовлетворения данной потребности.

Примечание. Неприменяемый ранее способ удовлетворения потребностей, может представлять ***новую потребность.***

– Выявление недостатков в способах и средствах удовлетворения данной потребности.

Примечание. Выявленные недостатки – это потребности, которые необходимо удовлетворить.

– Прогнозирование будущих потребностей. Использование законов развития потребностей.

– Составление общего списка потребностей и их ранжирование. Ранжирование осуществляется по методике, описанной выше.

Приведем пример использования, описанной выше последовательности, используя только отдельные этапы. Полное описание занимает очень большой объем.

Пример 4.31. Выберем потребность – перемещение в пространстве

Перемещаться можно:

– по земле;

– по воде;

– под водой;

– в воздухе;

– под землей;

– в космосе.

Рассмотрим способы перемещения людей по земле, конкретно по дорогам.

Общие недостатки:

– Дороги и их обслуживание (автозаправочные станции, карманы и т. д.) занимают много полезной площади.

– Пробки.

– Аварии.

– Низкая спорость перемещения по сравнению со скоростными поездами и самолетом.

Известные способы устранения этих недостатков:

– Пробки уменьшаются развязками, но все равно остаются, например, при аварии на дороге.

– Количество лобовых столкновений уменьшается, если противоположные направления разделены непреодолимыми барьерами или имеются отдельные дороги. Тем не менее, аварии остаются.

Средства осуществления этой потребности.

– Автомобили.

– Автобусы.

Недостатки этих средств. Опишем некоторые из них.

– Автомобили.

– Дороги при покупке и обслуживании.

– Необходимо тратить время на обслуживание, покупку и продажу.

– Необходимо место для стоянок и хранения.

– Автобусы

– Меньше комфорт.

– Не доставляет от дома до места назначения.

– Необходимо подстраиваться под расписание.

Прогноз потребности.

– Идеализация потребностей.

– Дороги не занимают полезную площадь.

– На дорогах нет пробок.

– На дорогах нет аварий.

– Транспортное средство перемещается с большой скоростью.

– Транспортное средство появляется в нужный момент в нужном месте с необходимыми условиями (количество посадочных мест, комфорт и т. д.). Во все остальное время оно выполняет другую полезную работу, например, перевозит других пассажиров.

– Потребность (перемещение в пространстве) удовлетворяется с необходимым для клиента качеством в необходимом количестве.

– На удовлетворение потребности не затрачиваются время, силы и средства (или они минимальны). Потребность удовлетворяется сама по желанию клиента.

– Не нужно задумываться о стоянках, гаражах, техобслуживании, пополнении энергоносителя.

– Во время транспортировки удовлетворяются и другие потребности.

– Средство доставки не создает вредных эффектов.

– Нет необходимости в транспортировке клиента, например, все делается по Интернету.

– Динамизация потребностей.

– Для каждого клиента выполняются все его требования к транспортировке (время, место, условия).

– Транспортное средство должно адаптироваться под изменяемые потребности клиента и удовлетворять их во время транспортировки.

– Согласование потребностей

– Необходимо согласовать управление автомобилем и выполнение при этом другой работы, например, чтения.

Решения.

– Дорога не занимает полезную площадь. Значит, дорога не должна быть на поверхности Земли. Дорога должна быть в воздухе или под землей.

– *Дорога в воздухе.*

Уже созданы автомобили-самолеты со складными крыльями, автомобили-вертолеты и транспортное средство, где в качестве движителя используется реактивная струя. Если таких транспортных средств становится много, то необходимо организовывать службу управления транспортными средствами в воздухе, наподобие службы, имеющейся у самолетов. Иначе транспортные средства будут сталкиваться. Воздушные транспортные средства могут упасть на Землю. Автомобилю-самолету нужна взлетно-посадочная полоса, хотя бы в виде свободного шоссе.

– Дорога под землей.

Прежде всего, следует определить недостаток перемещения под землей. Представим себе, что существуют средства для свободного перемещения под землей. Тогда основной недостаток, что они могут «прорыть» большие объемы земли и поверхность земли провалится. Следовательно, такие средства перемещения должны или заделывать эти проходы или укреплять их. Хотя под землей можно двигаться в объеме (подобно движению самолетов в воздухе), но мы не можем воспользоваться этой аналогией из-за выявленных недостатков. Поэтому воспользуемся аналогией с наземным транспортом. Под землей могут быть проложены подземные трассы.

– На дорогах нет пробок и аварий.

Трассы необходимо сделать только с односторонним движением. Трассы должны быть расположены на разных уровнях, тогда они не будут пересекаться. Что бы исключить столкновение транспортных средств на трассе, устанавливается одна скорость, например, так как у эскалатора. Тогда нет необходимости организовывать новый вид «дорожной» полиции.

– Транспортное средство перемещается с большой скоростью.

Будут построены скоростные (межконтинентальные) трассы. Транспорт в них будет двигаться со скоростями, близкими к скоростям самолета. Система движения транспорта должна быть полностью автоматизирована.

– Транспортное средство появляется в нужный момент в нужном месте с необходимыми условиями (количество посадочных мест, комфорт и т. д.). Во все остальное время оно выполняет другую полезную работу, например, перевозит других пассажиров.

Выбор вида транспорта будет осуществляться компьютером, в зависимости от тех требований, которые предъявляет пассажир.

Транспортное средство не принадлежит клиенту, поэтому ему не нужно беспокоиться о покупке, продаже, обслуживании, стоянках, управлении им и т. д.

В процессе транспортировки в транспортном средстве будут все условия удовлетворить и другие потребности клиента.

4.9. Выводы

К законам развития потребностей относятся законы: ***идеализации потребностей, динамизации потребностей, согласования потребностей, объединения потребностей*** и ***специализации потребностей***.

Описаны методики выявления скрытых и новых потребностей.

Изложенные законы позволяют прогнозировать будущие потребности и тенденции их изменения. Удовлетворение выявленных потребностей приведет к появлению новых товаров и услуг.

5. Закономерности изменения функций

В данном разделе рассмотрим закономерности изменения функций.

Содержание

5.1. Введение
5.2. Закон идеализации функций
5.3. Закон динамизации функций
5.4. Закон согласования функций
5.5. Закон перехода к моно- или полифункциональности
5.6. Выводы

5.1. Введение

Техническая система предназначена для выполнения определенной функции, удовлетворяющей определенную потребность.

Известно выражение, что мы покупаем функцию, а не товар и это действительно так. Покупателю безразлично, как устроена система, главное, чтобы она выполняла требуемую функцию с желаемым качеством.

В связи с этим наиболее остро встает вопрос выбора правильной функции и возможность увидеть тенденции развития функций. Это особенно важно для стратегического развития исследуемой системы.

Такие рассуждения привели к необходимости выявить закономерности изменения функций.

Ниже будут описаны основные закономерности изменения функций технических систем.

Рассмотрим некоторые закономерности изменения функций, например, **поли-** и **монофункциональность**.

Как известно, развитие любой системы происходит по **S-образной** или **логистической кривой** (см. п. 3.1), представленной на рис. 5.1

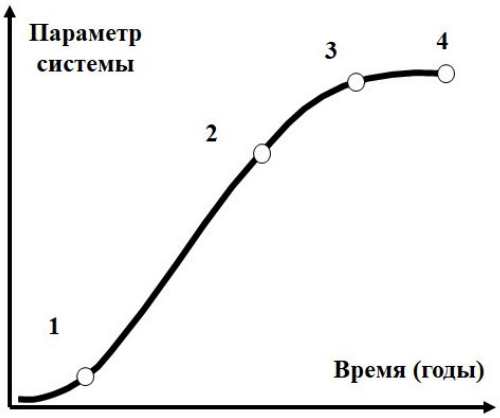

Рис. 5.1. S-образная кривая

На начальном этапе развития (участок 0—1) системы строятся **полифункциональными –** или **универсальными**. Они выполняют много функций, а не приспособлены для выполнения какой-то одной специальной функции. 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 5.1. Судно

Первые суда были универсальными (полифункциональными). Впоследствии 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.

Пример 5.2. Телефон

Первоначально телефон выполнял только одну функцию – передавать звук (речь).

Смартфон – это многофункциональная система. Помимо указанной функции он показывает время (в том числе имеет, будильник, таймер и секундомер), имеет встроенную фото- и видеокамеру, Интернет и многие другие функции компьютера.

Закономерности **поли-** и **монофункциональности** систем выполняются механизмами **развертывания** и **свертывания функций**.

Под **свертыванием** понимается переход системы от поли- к моно-функциональности.

Развертывание – это расширение функциональных возможностей системы переходом от моно- к поли-функциональности.

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. 5.2.

Рис. 5.2. Структура законов изменения функций

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

– идеализация функций;

– динамизация функций;

– согласование функций;

– переход к моно- или полифункциональности.

Идеализация функций осуществляется их **динамизацией и переходом к моно- или полифункциональности** и последующим **согласованием.**

5.2. Закон идеализации функций

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

Закон идеализации функций аналогичен закону идеализации потребностей (см. п. 4.3).

Рассмотрим свойства идеальной функции.

– Идеальная функция – функция, которая выполняется в нужный момент в нужном месте при необходимых условиях.

– Функция тем идеальнее, чем качественнее она выполняется.

– Функция тем идеальнее, чем большее количество функций выполняется.

– Функция тем идеальнее, чем меньше затрачивает времени, сил и средств на осуществление этой функции. Идеальная функция появляется как по мановению волшебной палочки – сама.

– Функция тем идеальнее, чем ее обеспечение создает меньше отрицательных эффектов (вредных факторов, вредных воздействий) как непосредственно объекту, исполняющему функцию, так и окружению.

– Идеальная функция – это функция, которую нет необходимости выполнять. Функция стала ненужной или она выполняется сама.

Степень идеализации функций можно представить в виде формулы (5.1):

$$I_f = \frac{\alpha \sum_{i=1}^{n} Fqn_i \, Fql_i}{\beta_i \sum_{i=1}^{n} C_i + \gamma \sum_{i=1}^{n} H_i} \Rightarrow \infty; \qquad (5.1)$$

Степень идеализации функций

где

I_f – степень идеализации функций (безразмерная величина);

Fqn – количество полезных функций (безразмерная величина);

Fql – качество полезных функций (безразмерная величина);

α, β, γ – коэффициенты согласования;

C – затраты времени и средств на выполнение функции;

H – вредное действие;

i – порядковый номер функции;

n – максимальное число функций.

Пример 5.3. Компьютер

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

В соответствии с формулой 5.1 степень идеализации функций будет увеличиваться с увеличением числителя и уменьшением знаменателя.

Опишем **механизм увеличения степени идеализации функций**.

Увеличение числителя может осуществляться за счет:

– увеличения **количества** функций;

– улучшения **качества** функций.

Увеличение количества функций может осуществляться путем:

– появления **новых функций;**

– разнообразия **имеющихся функций.**

Улучшение качества ***имеющихся*** и ***вновь появляющихся*** **функций** может осуществляться за счет:

– разработки и/или **использования более прогрессивных средств;**

– изобретения дополнительных или **принципиально новых средств,** выполняющих вновь появившиеся функции.

Уменьшение знаменателя может осуществляться за счет:

– уменьшение **затрат времени** и **средств** на выполнение функции;

– уменьшение **вредных действий.**

Сокращение затрат времени и средств на выполнение функции осуществляется путями:

– одновременного выполнения нескольких функций;

– выполнения нескольких функций путем использования одного средства;

– выполнения новых функций за счет имеющихся ресурсов.

Уменьшение вредных факторов может осуществляться предварительным анализом функций с использованием, например, элементов ТРИЗ и «диверсионного анализа»[279].

Некоторые пути уменьшения вредных факторов:

– использование безотходных и сбалансированных технологий;

– использование ресурсов;

– использование эффектов и прежде всего биологических.

Структура механизма увеличения степени идеализации функций представл ена на рис. 5.3.

Рис. 5.3. Структура механизма увеличения степени идеализации функций

[279] **Злотин Б. Л., Зусман А. В. Методика прогнозирования чрезвычайных ситуаций, вредных и нежелательных явлений**. МНТЦ «Прогресс». Кишинев. – 1991. – 22 с. http://www.metodolog.ru/00891/00891.html. **Kaplan, Stan, Visnepolschi Svetlana, Zlotin, Boris and Zusman, Alla. New Tools for Failure and Risk Analysis**. Ideation International Inc. 1999. – 86 p. **Visnepolschi, Svetlana. How to Deal with Failures (The Smart Way).** Anticipatory Failure Determination. Ideation International Inc. 204 p. **Вишнепольски, Светлана. Как выявлять причины вреда и предупреждать риски** . Инверсионный метод риск-анализа. Max E-Publishing 2012, ISBN-10: 098845470X; ISBN-13: 978-0-9884547-0-5. **Вишнепольски, Светлана. Как прогнозировать и предотвращать потенциальные риски** . Инверсионный метод. Max E-Publishing 2012, ISBN-10: 0988454726; ISBN-13: 978-0-9884547-2-9.

Примеры на закон идеализации функций аналогичны закону идеализации потребностей (см. примеры 4.7—4.15).

5.3. Закон динамизации функций

Закон динамизации функций предусматривает изменение функций во времени и пространстве в зависимости от определенных условий.

Функции приспосабливаются 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, в котором это необходимо в конкретном случае.

Пример 5.4. Искусственное небо

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 наоборот, что может 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 5.5. Уборочная машина

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 убирается 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 5.6. Динамизация в компьютере

Компьютер – многофункциональное 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 5.7. Аварийные ситуации на дорогах

При некоторых обстоятельствах водитель создает аварийные ситуации на дорогах.

Опишем три из них.

– Водитель одновременно говорит по телефону и ведет автомобиль.

– Водитель отвлекся.

– Водитель засыпает за рулем.

Мы будем рассматривать случаи, когда человек, сидящей в машине, водитель, а не пассажир и, когда в машине не установлен автопилот.

Первая проблема уже частично решена – используется аппарат для громкой связи (спикер). Обе руки водителя свободны и он может точно так же вести автомобиль. Можно управлять автомобилем и свободно говорить. Это не опаснее, чем разговор с попутчиком. Даже

с попутчиком еще более опасно, так как водитель может повернуть голову к нему, положить на него свободную руку и т. д. Все зависит от мастерства водителя. Но, тем не менее, проблема все равно остается.

Разработана система интеллектуального предотвращения аварии «Мобилай» (*Mobileye*). Это система безопасности для предотвращения столкновений и сведения к минимуму их отрицательных последствий. Система определяет транспортные средства, полосы и разметки, пешеходов, постоянно измеряя и рассчитывая расстояния между автомобилем и другими пользователями дороги, и подавая предупредительные сигналы (рис. 5.4). Система работает и в ночное время.

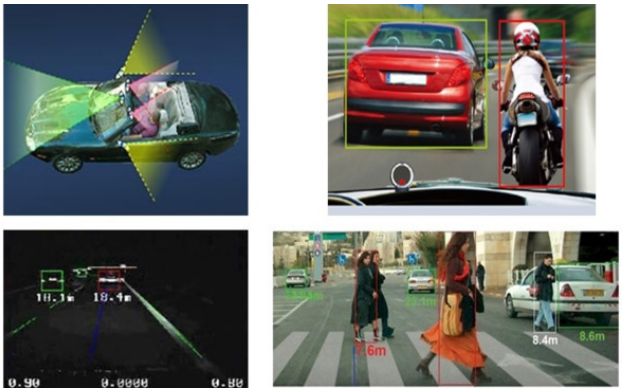

Рис. 5.4. Система предотвращения столкновения *Mobileye*

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, показывает, что человек отвлекается от вождения автомобиля, телефон отключается. И подается сигнал, заставляющий водителя усилить внимание. Такие датчики можно будет поместить, например, в специальных очках или на лобовом стекле, ремне безопасности, сидении, руле и т. д. Подбор подаваемых водителю сигналов будет строго индивидуален. Для каждого человека будут подбираться свои, наиболее эффективно на него воздействующие сигналы.

Перейдем к проблеме засыпания за рулем. 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, в 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 только начинает терять внимание. Для этого нужно следить за состоянием водителя. В этом случае можно использовать систему, описанную выше.

5.4. Закон согласования функций

Согласование функций может осуществляться:
– во времени;
– в пространстве;
– по условиям.
В частности, может быть **динамическое согласование**.

Пример 5.8. Посудомоечная машина

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

Пример 5.9. Жилое помещение

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

Согласование по условию должно обязательно проводиться для операций, которые могут быть выполнены только тогда, когда выполнена предыдущая операция.

Пример 5.10. Аппарат по заполнению тары

Аппарат по заполнению тары каким-то содержимым, например, жидкостью, 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.

5.5. Закон перехода к моно- или полифункциональности

Закон перехода к моно- или полифункциональности осуществляется механизмами **свертывания** или **развертывания функций.**

Схематически это изображено на рис. 5.5.

Рис. 5.5. Схема закона перехода к моно- или полифункциональности

Ниже опишем закономерности свертывания и развертывания функций.

5.5.1. Закономерности свертывания функций

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

Свертывание функций осуществляется:

– устранением лишних и вредных функций;

– передачей функции другому элементу системы или надсистеме;

– выполнением только нужной функции;

– когда функция становится ненужной.

Приведем примеры на свертывание функций.

Пример 5.11. Перевозка шлака

Расплавленный шлак (температура около 1000 ^{o}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 шлака остается в ковше. Затвердевший шлак выбивают из ковша с помощью отбойных молотков и отправляют в отвалы.

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.

Необходимо *свернуть крышку* и ее *функцию* (теплоизоляция) передать *другому элементу*, имеющемуся в системы, т. е. ковшу и/или 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 – теплозащиту. Но корка создает и вредную функцию – не пропускает шлак. Видимо, устранение этой вредной функции должна осуществлять корка. Это можно осуществить, если делать ***корку*** в виде **пены**. Пена – хороший теплоизолятор и легко разрушается потоком шлака при его выливании. Такую шлаковую пену делают, подавая в струю воды в место падения струи расплава во время наполнения ковша[280].

Таким образом, в данной задаче продемонстрировано свертывание путем:

– передачи функции другому элементу;

– ликвидации вредной функции.

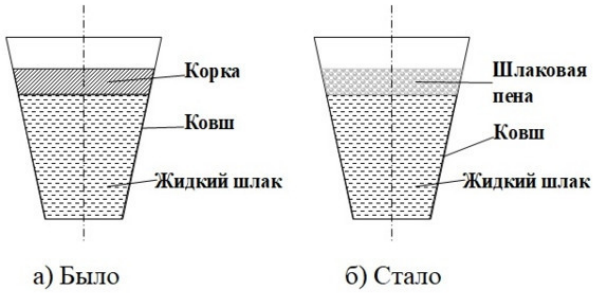

Рис. 5.6. Перевозка шлака

Пример 5.12. Дуговая сварка

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

Свернем функцию передвижения электрода.

Приведем некоторые решения.

– Предложено в разделку шва укладывать зигзагообразный электрод. По мере плавления электрода дуга перемещается сама[281] (рис. 5.7а).

– Вдоль шва ставят электроды на расстоянии не более пятна действия дуги[282]. Ток к электродам подключают постепенно. Дуга перемещается от электрода к электроду (рис. 5.7б).

– Самое идеальное решение перемещать только дугу. Перемещение дуги осуществляется магнитным полем[283].

Функция перемещения электрода **стала ненужной**.

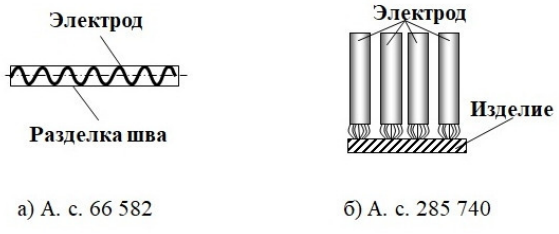

Рис. 5.7. Дуговая сварка

[280] А. с. 400 621.

[281] А. с. 66 582

[282] А. с. 285 740

[283] А. с. 172 932, 221 867.

Пример 5.13. Свеча Яблочкова

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 (рис. 5.8а). 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 (рис. 5.8б, в).

Функция перемещения электрода **стала ненужной**.

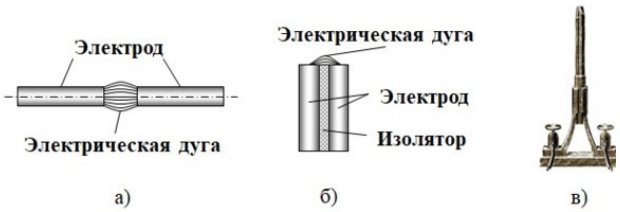

Рис. 5.8. Свеча Яблочкова

Таким образом, **свертывание функций** может проводиться следующими путями:

– **ликвидацией** ненужных или вредных функций (пример 5.1 – перевозка шлака);

– **передачей функции** другой части системы или надсистеме (пример 5.1 – перевозка шлака);

– выполнением необходимого действия **заранее**, или заменой процесса на более **прогрессивный** (пример 5.12 —дуговая сварка – а. с. 66 582, 28 5740 и пример 5.13 – свеча Яблочкова);

– когда **функция** становится **не нужной** или выявлением более **общей функции** и определением других путей ее осуществления, не требующих выполнения первоначальной функции (пример 5.12 – дуговая сварка – перемещение дуги вместо электрода – а. с. 172 932, 221 867);

– выделением необходимой (**специальной**) функции из системы или подсистемы и созданием специализированной системы (специальные суда, станки), выполняющей эту функцию.

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

Пример 5.14. Заделка трещин

При появлении трещины в трубе необходимо определить, где эта трещина находится. Свертываем функцию обнаружения – 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, которое позволяет заделать трещину[284].

[284] Пат. США 3 709 712.

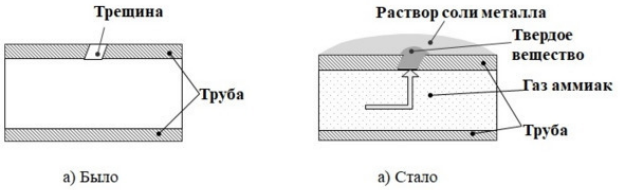

Рис. 5.9. Заделка трещин

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

Пример 5.15. Течь в холодильнике

Необходимо обнаружить и заделать течь в холодильнике, использующим в качестве хладагента фреон. Горелку проводят вдоль трубы, в месте течи пламя изменяет цвет. Запаивают до тех пор, пока не восстановится цвет пламени.

В наиболее свернутом (общем) виде функции можно представить, как:

– преобразование (переработка);

– передача (обмен);

– хранение (задержка);

– управление этими функциями.

Определение более общей (**главной функции**) можно проводить в следующей последовательности[285]:

– Определение функции в решаемой задаче.

– Определение недостатков, связанных с выполнением этой функции в решаемой задаче.

– Определение системы, в которую входит рассматриваемая задача.

– Определение главной функции системы.

– Определение недостатков, связанных с выполнением главной функции системы известным способом.

– Определение надсистемы, в которую входит рассматриваемая система.

– Определение главной функции надсистемы.

– Определение недостатков, связанных с выполнением главной функции надсистемы известным способом.

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

Под недостатками понимаются не только вредные функции, но и ненужные, лишние, недостаточные и избыточные. Кроме того, под вредными функциями мы будем понимать бездействие (холостой ход, простой и т. д.).

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

---

[285] 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. Опубликована 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.

5.5.2. Закономерности развертывания функций

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

Увеличение (расширение) функций может осуществлять 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 операций:

– динамизация-стабилизация;

– ускорение-замедление;

– увеличение-уменьшение.

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

Частично эта система представлена в табл. 5.1. 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).

Функции	Вещество			Энергия			Информация		
	Пространство	Время	Условие	Пространство	Время	Условие	Пространство	Время	Условие
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									

Таблица 5.1. Развертывание функций

Вид дерева функций показан на рис. 5.10. Аналогичное дерево может быть построено и для второстепенной функции, если ее принять за главную.

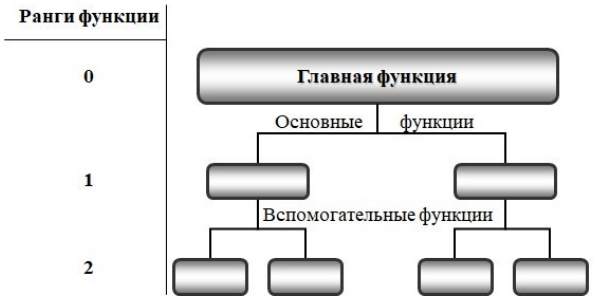

Рис. 5.10. Дерево функций

Развертывание функций осуществляется путем выявления и использования новых функций в имеющихся системах[286].

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 вспомогательных 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 составляются морфологические матрицы взаимодействия подсистем в системе, системы с различными надсистемами, системы с различными средами и надсистемы с различными средами. По этим матрицам получаются новые системные свойства (см. табл. 5.2).

[286] **Петров В. М. Предпосылки к теории применимости**. Материалы к краткосрочному семинару «Практика патентно-лицензионной работы». – Л.: ЛДНТП, 1978 **Петров В. М. Резервы изобретательства.** Материалы к краткосрочному семинару «Практика патентно-лицензионной работы». – Л.: ЛДНТП, 1984. **Петров В. М. Принципы разработки теории использования ресурсов** . – Л.: 1985. – 12 с. (рукопись) – Петрозаводск -85 **Петров В. М. Технология использования ресурсов**. – Доклад на Петрозаводской конференции в 1985 г. – Л. 1985. – 27 с. **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. **Петров В. М. Технология использования ресурсов** . – Теория и практика обучения техническому творчеству. – Челябинск, 1988, С.29.

Система	Функции		Свойства	
	Основные	Вспомогательные	Основные	Вспомогательные
Надсистема				
Система				
Подсистема				

Таблица 5.2. Выявление системных свойств.

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 – *обрабатывание материала* или вообще – *обработкой*, которая подразумевает обработку или преобразование не только вещества, но и энергии и информации.

Приведем примеры развертывания функций.

Пример 5.16. 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 общая —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 являются 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, 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.

Пример 5.17. 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 канавокопа-

тель, 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 населением.

Рассмотрим механизм развертывания функций на примере автопокрышек.

Пример 5.18. Автопокрышка

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 автомобильных дорог[287], берегозащитные сооружения[288], покрытие откосов гидротехнических сооружений[289], в дренажных колодцах[290], как строительные блоки для гаражей, складов, мастерских[291], для закрывания водоемов, в качестве добавки при изготовлении асфальта и т. д.

[287] А. с. 1 011 700.
[288] А. с. 1 222 745.
[289] А. с. 1 312 130.
[290] А. с. 1 137 150.
[291] А. с. 1 399 418.

5.6. Выводы

К законам изменения функций относятся законы: **идеализации, динамизации** и **согласования функций**, а также их **свертывания и развертывания**.

Изложенные законы позволяют прогнозировать будущие функции и тенденции их изменения. Использование выявленных, таким образом, функций позволяет разработать новые товары и услуги, которых еще не был на рынке.

6. Законы организации систем

Необходимым условием принципиальной жизнеспособности технической системы является наличие основных частей системы и минимальная их работоспособность.
Г. С. Альтшуллер[292]

Законы развития систем подразделяются на:
– Законы организации систем.
– Законы эволюции систем.

Законы развития систем

[292] **Альтшуллер Г. С. Творчество как точная наука**. – М.: Сов. Радио, 1979. – Кибернетика. – С. 123.

6.1. Введение

Законы организации используются при разработке *новых систем* и должны служить ориентирами при их ***работоспособности***.

В главе 2 мы уже приводили определение работоспособности.

Работоспособность – это качественное выполнение главной функции системы.

Законы организации технических систем

– закон полноты и избыточности системы;

– закон проводимости потоков;

– закон минимального согласования всех элементов системы между собой, с надсистемой и внешней средой.

Структура этих законов представлена на рис. 6.1.

Рис. 6.1. Структура законов организации технических систем

Рассмотрим каждый из законов.

6.2. Закон полноты и избыточности системы

6.2.1. Закон полноты системы

Необходимым условием принципиальной **работоспособности** ***системы является обеспечение ее предназначения и наличие основных работоспособных частей системы.***

Предназначение системы определяется ее ***главной функцией.***

К **основным** ***частям*** **системы** относятся

– рабочий орган;
– источник и преобразователь вещества, энергии и информации;
– связи;
– система управления.

Рис. 6.2. Основные элементы системы

Это ***минимально необходимый*** **набор** ***частей системы***, который обеспечивает ее ***работоспособность***.

Рабочий орган

Рабочий орган (иногда его называют «исполнительный элемент» или «инструмент») выполняет *главную функцию системы*. Именно рабочий орган непосредственно взаимодействует с изделием, для которого предназначена данная система.

Остальные части системы предназначены для обеспечения ***работоспособности рабочего органа***.

Рабочий орган

Пример 6.1. Телефон

Телефон имеет два рабочих органа:
– микрофон;
– наушник.
Функция микрофона – преобразование звука в электрические колебания.
Функция наушника – преобразование электрических колебаний в звук.

Пример 6.2. Автомобиль

В транспортных системах рабочим органом является **движитель**.
Он существенно зависит от среды, в которой будет перемещаться транспорт.

Для перемещения по поверхности **земли**, могут использоваться, например, ***колеса***, ***гусеницы, лыжи (полозья), ноги*** и т. д.

Перемещение в **воздухе** или в **воде** может осуществляться, например, с помощью ***винта реактивной струи*** воздуха или воды, соответственно.

В автомобиле рабочий орган – это **колесо**.

Колесо имеет две функции: *перемещать автомобиль* и *поддерживать* его на определенном расстоянии от поверхности дороги. Перемещение – главная функция автомобиля.

Источник и преобразователь

Существуют разнообразные ***источники вещества, энергии*** и ***информации***.

Имеются природные и искусственные **источники вещества**. К природным источникам вещества можно отнести, например, *полезные ископаемые*, *древесину* и т. д., а к искусственным – полученные в результате направленной деятельности человечества.

Среди источников энергии можно назвать, например, *солнце, ветер, электричество, топливо* и т. д.

Источники энергии могут быть *внешние*, *внутренние* и *смешанные*.

Источники информации могут быть:

– ***по виду поля***: звуковые (акустические); электромагнитные, включающее электрическое и магнитное поля и весть спектр электромагнитных излучений (радиоволны, терагерцовые, инфракрасные – включая тепловые, видимый свет, ультразвуковые, рентгеновские и жесткие); вкусовые; запаховые; тактильные и т. д.;

– ***по виду хранения***: наскальные, письменные (книги, журналы, газеты и т. д.), электронные (все виды запоминающих устройств, Интернет и т. д.), произведения искусств и т. п.

Известны различные **преобразователи *вещества, энергии*** и ***информации***.

К ***преобразователям вещества*** можно отнести химические реакции, электричество (например, электролиз, гальванопластика и т. д.), нанотехнологии и т. д.

Среди ***преобразователей энергии*** можно назвать *двигатели, генераторы, трансформаторы, выпрямители, преобразователи частоты, химические реакции* и т. д.

Источник и преобразователь

Пример 6.3. Телефон

Источник вещества **– завод-изготовитель.**

Преобразователь вещества **– отсутствует.**

Источник энергии **– электричество.**

Стационарный телефон имеет только *внешний источник энергии* – телефонная сеть. Радиотелефон и мобильный телефоны имеют *внешний* и *внутренний* источники энергии, т. е. *смешанные источники*. В трубке радиотелефона имеются аккумуляторы, а база присоединена к электрической сети. Мобильный телефон тоже имеет аккумулятор, который заряжается от электрической сети.

Преобразователь энергии **– магнитное поле, пьезо-** или **магнитострикционный преобразователи.**

Источник информации **– звук (голос).**

Преобразователь информации **– телефон в целом.**

Пример 6.4. Автомобиль

Источник вещества **– завод изготовитель и топливо.**

Преобразователь вещества **– двигатель.**

Источник энергии **– топливо**.

Топливо имеется внутри автомобиля в бензобаке – *внутренний источник энергии*, который пополняется извне – заправочная станция (*внешний источник*).

Преобразователь энергии* – двигатель**. Он же является ***преобразователем вещества.

Кроме того, в автомобиле имеются *источники электрической энергии*: **аккумулятор** и *преобразователь* механической энергии в электрическую – **генератор**. Пополнение электрической энергии осуществляется за счет вращения коленчатого вала.

Связи

Связи должны обеспечивать:

– ***подвод необходимых и достаточных***:

– *веществ;*

– *энергии;*

– *информации*;

– ***организацию потоков*** *(вещества, энергии и информации);*

– ***обеспечение системных свойств***.

– ***отсутствие вредных воздействий*** (***вредных потоков***)*:*

– *внутренние* не должны осуществлять *вредных воздействий* **между элементами системы** (*вредные потоки*);

– *внешние* связи не должны осуществлять *вредных воздействий* системы **на надсистему и окружающую среду** и **противостоять вредным воздействиям** окружающей среды и надсистемы на систему (*вредные потоки*).

Связи можно разделить по признакам.

– **Уровень взаимодействия**:

– *внутренние связи*;

– *внешние связи*

– **Вид связи**:

– *вещественные*;

– *энергетические*;

– *информационные.*

– **Полезность**:

– *полезные связи*;

– *бесполезные связи*;

– *вредные связи.*

– **Наличие**:

– *присутствующая связь*;

– *отсутствующая связь.*

– **Временные характеристики**:

– *постоянная связь*;

– *временная связь*;

– *динамическая связь.*

– **Вид контакта**:

– *контактные*;

– *бесконтактные.*

Внутренние связи – это связи внутри системы. Один из видов внутренних связей – это сборка элементов системы в корпусе.

Внутренние связи в системе необходимы для:

– построения *структуры системы*;

– определения внутренней *функциональности системы*;

– выявления *нежелательных и вредных воздействий в системе*.

Внешние связи – это связи с *надсистемой*, включая изделие, для которого предназначена система, и связи с *внешней средой*. *Связь с объектом* должна обеспечивать выполнения *главной функции* системы. Связь с *объектом* обеспечивает выполнение *главной функции системы*.

Внешние связи системы определяют работоспособность системы при взаимодействии с надсистемой и внешней средой и отсутствие отрицательных внешних воздействий. Система должна оставаться работоспособной при воздействии расчетных (заранее заданных) внешний воздействий.

Вещественные связи – это контактные связи, чаще всего *механические*, например, соединение деталей в корпусе, соединение проводов, труб, трансмиссии и т. д.

К ***энергетическим связям*** могут быть отнесены, например, *электрические провода* и *кабели*, *топливные трубопроводы* и т. д.

К ***информационным связям*** могут быть отнесены, например, *провода*, по которым осуществляется передача информации, контроль и управление, все виды *беспроводной связи* и т. д., и т. п.

Полезные связи обеспечивают выполнение *полезных функций*.

Бесполезные связи – это, как правило, *лишние связи*, не создающие полезной работы и *не выполняющие полезных функций*. Это избыточные связи, которые желательно устранить.

Вредные связи – это связи, создающие *вредные действия* (*вредные функции*). Этот вид связей необходимо устранять в первую очередь.

Отсутствующая связь возникает в случаях, когда при проектировании не учли какую-то полезную связь или после проектирования возникла необходимость в новой связи, а она не предусмотрена. Такую связь мы называет *отсутствующей*.

Постоянная связь – это связь, которая не меняется в процессе работы системы, например, связь элементов в корпусе.

Временная связь – это связь, которая со временем исчезает, например, стрела имеет связь с луком только во время прицеливания.

Динамическая связь – это связь, изменяющаяся во времени, например, в телефоне имеется связь с абонентом только во время разговора, потом она отключается. При необходимости эта связь может быть восстановлена. Практически в любом электронном приборе, транзистор подключает и отключает сигнал.

Контактные связи осуществляются с помощью ***веществ*** – *вещественные связи* (механические соединения, трубопроводы, провода и т. п.).

Бесконтактные связи осуществляются с помощью ***полей*** (весь диапазон электромагнитных излучений: радиоволны, инфракрасное, видимое, ультрафиолетовое, рентгеновские и гамма-излучения; электрическое и магнитное поля; звуковые поля и т. д.).

Примеры на различные виды связей для телефона и автомобиля приведены выше (см. примеры 1.28—1.31).

Связи

Пример 6.5. Телефон

К ***вещественным связям*** относятся, например, различные *механические соединения* частей телефона, АТС и на линиях передачи.

К ***энергетическим связям*** относятся, например, *провода* и *кабели*.

К ***информационным связям*** могут быть отнесены, например, *провода*, по которым осуществляется передача голоса и управление, все виды *беспроводной связи* и т. д.

Внутренние связи – все виды связей внутри телефона: *механические крепления*, *провода* и т. д.

Внешние связи – *провода*, соединяющие телефон и розетку, розетку и распределительный щит, *кабели,* связывающие распределительный щит и АТС, *беспроводная связь* и т. д.

Пример 6.6. Автомобиль

К ***вещественным связям*** относятся, например, различные виды *механических соединений*, *креплений*, *трансмиссии* и т. д.

К ***энергетическим связям*** могут быть отнесены, например, *электрические провода* и *кабели*, *топливные трубопроводы* и т. д.

К ***информационным связям*** могут быть отнесены, например, *провода*, по которым осуществляется передача информации, контроль и управление, все виды *беспроводной связи* и т. д.

Внутренние связи – все *механические крепления* и *передачи*, *электрические провода* и т. д.

Внешние связи – *связь колеса с дорогой*, *воздействие окружающей среды* на автомобиль, воздействие автомобиля на окружающие системы и внешнюю среду и т. д.

Система управления

Система управления обеспечивает функции контроля и управления объектом.

Система управления

Пример 6.7. Телефон

Современный телефон имеет достаточно сложную систему управления, состоящую из клавишей ввода информации, процессора, памяти и т. п. Имеется отдельная система управления встроенными камерами.

Пример 6.8. Автомобиль

В систему управления автомобилем входят помимо рулевого управления и педалей бортовой компьютер, осуществляющий управление всеми элементами автомобиля.

К ***основным частям системы*** можно отнести и **корпус.** Он *не является минимально необходимым.* Отдельные системы могут обходиться и без него, но большинство систем имеют корпус.

Приведем пример системы *без корпуса*.

Пример 6.9. Лампочка

При разработке необитаемой космической станции возникла проблема размещения лампы – недостаточно места для ее размещения.

Затем вспомнили, что лампа будет работать в космосе. Следовательно, колба лампы не нужна, и лампа без корпуса свободно размещалась.

Существуют виды систем, где корпус является минимально необходимым, например, судно. В водоизмещающих суднах корпус выполнят функцию удержания на плаву.

Набор всех основных частей системы представлен на рис. 6.3.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, купив полную легальную версию на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.