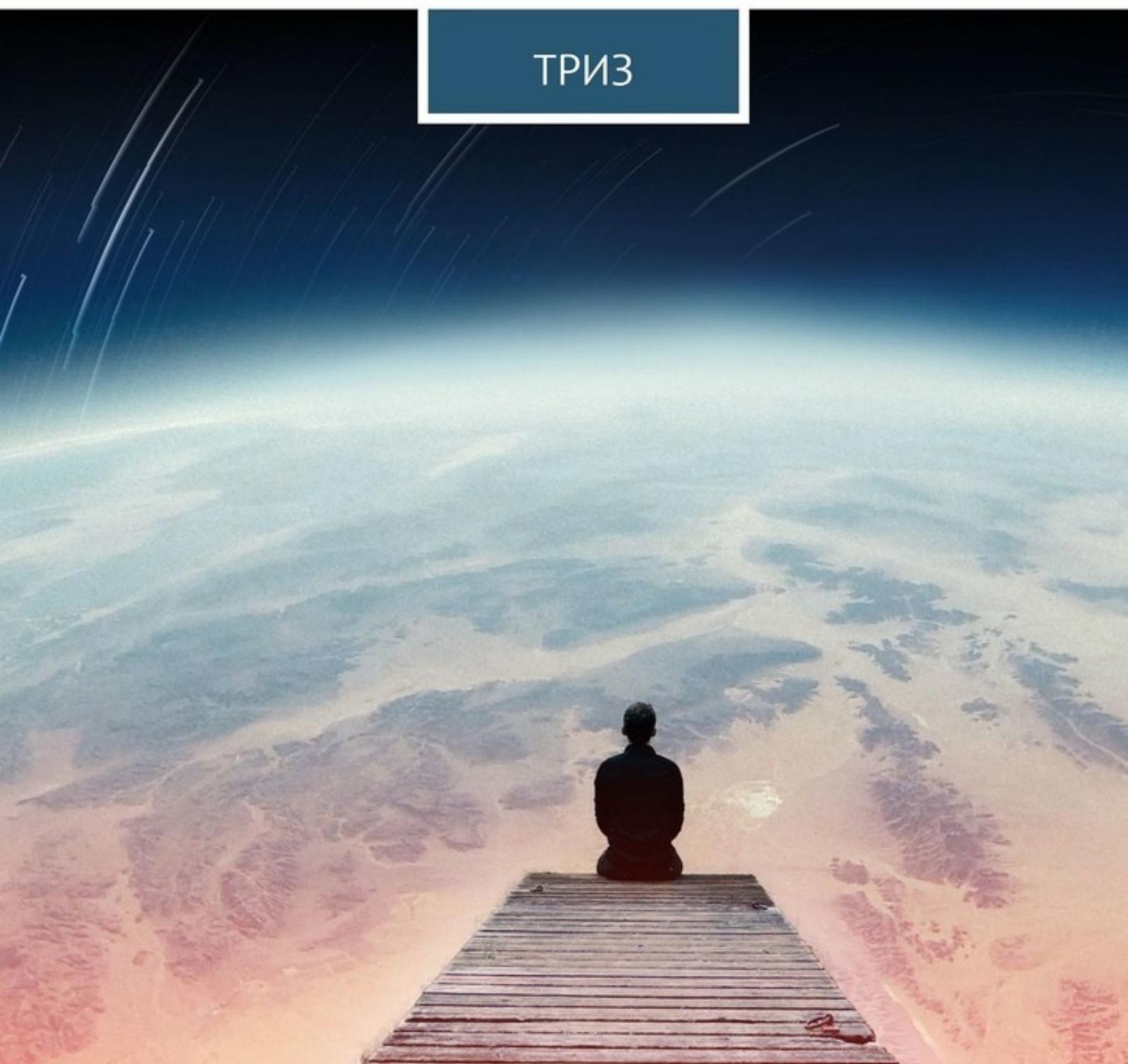


ВЛАДИМИР ПЕТРОВ

---

# Талантливое мышление

ТРИЗ



Владимир Петров

**Талантливое мышление. ТРИЗ**

«Издательские решения»

**Петров В.**

Талантливое мышление. ТРИЗ / В. Петров — «Издательские решения»,

ISBN 978-5-44-935785-4

Это учебник талантливого мышления, которое включает: системное мышление, эволюционное мышление, мышление через противоречия, мышление с использованием ресурсов, мышление с использованием моделей и развитие творческого воображения. Основное внимание уделено отработке навыков талантливого мышления. Книга рассчитана на широкий круг читателей от детей до взрослых (бизнесменов, менеджеров, проектировщиков, преподавателей ТРИЗ и т. п.). Она будет полезна тем, кто хочет быстро получать новые идеи.

ISBN 978-5-44-935785-4

© Петров В.  
© Издательские решения

# Содержание

Благодарности	6
Введение	7
Глава 1. Понятие о талантливом мышлении	8
1.1. Качества талантливого мышления	8
1.2. Способы развития талантливого мышления	10
1.3. Контрольные вопросы	11
Глава 2. Системный подход	12
2.1. Несистемный подход	13
2.2. Основные понятия системного подхода	15
2.3. Системность	22
2.4. Системный оператор	25
2.5. Учет влияний	28
2.6. Динамическое программирование	29
2.7. Примеры	31
2.8. Выводы	35
2.9. Самостоятельная работа	36
Глава 3. Эволюционное мышление	40
3.1. Обзор	41
3.2. Выявление закономерностей развития	42
3.3. Использование законов развития систем	47
Конец ознакомительного фрагмента.	51

# Талантливое мышление ТРИЗ

**Владимир Петров**

© Владимир Петров, 2018

ISBN 978-5-4493-5785-4

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

Это учебник талантливого мышления, которое также называют творческое, сильное, изобретательское мышление.

Талантливое мышление состоит из следующих составляющих:

- *системное мышление;*
- *эволюционное мышление;*
- *мышление через противоречия;*
- *мышление с использованием ресурсов;*
- *мышление с использованием моделей;*
- *развитие творческого воображения.*

Данная книга описывает все составляющие этого мышления. Основное внимание уделено отработке навыков талантливого мышления.

Книга рассчитана на широкий круг читателей от детей до взрослых разных специальностей (бизнесменов, политиков, менеджеров, проектировщиков, преподавателей ТРИЗ и т. п). Она будет полезна тем, кто хочет быстро получать новые идеи и иметь развитое талантливое мышление.

## **Благодарности**

Я премного благодарен Генриху Альтшуллеру, автору теории решения изобретательских задач – ТРИЗ, моему учителю, коллеге и другу, за то, что он создал эту увлекательную теорию. Признателен ему за незабываемое время, проведенное вместе с ним, и за то, что он изменил мою жизнь, сделал ее разнообразнее и интереснее. Некоторые из материалов этой книги обсуждались с Генрихом Альтшуллером.

## Введение

Данный учебник содержит введение, 7 глав, заключение и приложение.

**Введение** описывает предназначение и структуру книги.

**Глава 1** описывает качества и способы развития талантливого мышления.

**Глава 2** посвящена системному мышлению.

**Глава 3** рассматривает две составляющие эволюционного мышления:

- выявление закономерностей развития;
- использование законов развития систем.

**Глава 4** описывает мышление через противоречия, которое главным образом использует логику решения нестандартных задач.

**Глава 5** посвящена отработке навыков применения ресурсов.

**Глава 6** представляет методы моделирования и их использования для решения задач.

**Глава 7** учит комплексному использованию всех составляющих изобретательского мышления.

В **заключении** приведены рекомендации по отработке навыков изобретательского мышления.

В **приложениях** представлен авторский разбор задач.

Учебник написан в последовательности, в которой рекомендуется осваивать его.

Теоретическая часть иллюстрируется большим количеством примеров, задач и графического материала (около 200 примеров и задач и около 80 иллюстраций). В конце каждой главы приводятся задания для самостоятельной работы.

Книга предназначена для широкой публики. Она также может быть полезна бизнесменам, студентам, аспирантам, преподавателям университетов, инженерам, изобретателям, ученым и людям, решающим творческие задачи, и занимающимся ТРИЗ со старшими школьниками.

**Желаю успехов, ДОРОГОЙ ЧИТАТЕЛЬ!**

## Глава 1. Понятие о талантливом мышлении

*Всегда старайся сначала подумать, а потом лучше промолчи.*  
Айзек Азимов.  
«Я, робот»

*Мысль нуждается в упорядочении.*  
Эмманюэль Мунье

*Думать – вот самая тяжелая работа, и поэтому мало кто за нее берется.*  
Генри Форд

*Надо развивать ум, читая много, а не многих авторов.*  
Марк Фабий Квинтилиан

*Разум есть способность, дающая нам принципы априорного знания.*  
Иммануил Кант

### 1.1. Качества талантливого мышления

Это мышление также называют **Сильное, Творческое, Изобретательское** или **ТРИЗ-ное** мышление.

Оно включает составляющие:

- **Эволюционное мышление;**
- **Мышление через противоречия;**
- **Мышление через ресурсы (ресурсное мышление);**
- **Мышление по моделям;**
- **Развитие творческого воображения (РТВ).**

Под **системным мышлением** автор понимает умение видеть составные части системы, ее элементы, иерархию системы, взаимовлияние элементов системы, системы с надсистемой и окружающей средой, учет изменений *во времени и по условию, историческое развитие*, цепочку по постановке цели, выявления потребностей, построение функциональной модели, дерева принципов действия, системный уровень. Системное мышление рассмотрено в главе 2.

**Эволюционное мышление** (глава 3) имеет две составляющие:

а) **Выявление закономерностей развития** (трендов) в любых явлениях, например, как это делается в тестах на логику или IQ (например, последовательность: треугольник, квадрат, пятиугольник... что дальше?).

б) **Использование законов развития систем** для развития конкретной системы.

**Мышление через противоречия** – предусматривает выявление и разрешение противоречий (глава 4).

**Ресурсное мышление** – это умение выявлять и использовать ресурсы (глава 5).

**Моделирование** (глава 6) – это умение решать задачи с помощью моделирования. Часто используется мыслительное моделирование. В ТРИЗ моделирование осуществляется с помощью веполей, маленьких человечков, компонентно-структурное и функциональное модели-

рование. Помимо различных методов мыслительного моделирования желательно выполнять простейшие модели из картона, пластилина и т. д. Желательно использовать различные виды математического и компьютерного моделирования.

**РТВ** нацелено на *управление психологической инерцией*. Для развития творческого воображения используются все известные в ТРИЗ приемы и методы, применяя которых в отдельности или комплексно поможет значительно расширить творческое воображение человека. В данной книге не будут изложены материалы РТВ. Они подробно описаны в [2] и [14].

## 1.2. Способы развития талантливое мышления

Талантливое мышление развивается с помощью постоянного применения каждого из описанных видов.

**Системное мышление** развивается использованием *системного подхода* (глава 2):

- умения видеть *иерархию* систем;
- *взаимосвязи* и *взаимовлияния* отдельных частей системы на систему, системы на над-систему и окружающую среду, обратное взаимодействие;
- учет любых *изменений во времени и по условию*, вызванных *влиянием* и *взаимовлиянием*;
- *историческое развитие*;
- *постановка целей*;
- выявление и прогнозирование *потребностей*;
- построение *функциональной модели*;
- выявление *принципа действия* системы;
- построение *структурной* и *поточковой модели*;
- определение *работоспособности* и *конкурентоспособности* системы.

**Эволюционное мышление** развивается *выявлением закономерностей* в различных явлениях, системах, процессах, последовательностях и использованием *законов развития систем* (глава 3) для прогнозирование развития этих систем.

**Мышление через противоречия** развивается выявлением и разрешением противоречий (глава 4).

**Ресурсное мышление** развивается выявлением и использованием ресурсов (глава 5).

**Моделирование** развивается построением мысленных, компьютерных и вещественных моделей для решения определенных задач.

**Творческое воображение** развивается с помощью специальных приемов и методов РТВ, чтения научной фантастики и оценки научно-фантастических произведений.

### **1.3. Контрольные вопросы**

1. Опишите качества талантливого мышления.
2. Что такое системное мышление?
3. Что такое эволюционное мышление?
4. Что такое мышление через противоречия?
5. Что такое ресурсное мышление?
6. Что такое моделирование?
7. Как развивается творческое воображение?

## Глава 2. Системный подход

*В России две напасти: Внизу – власть тьмы, а наверху – тьма власти.*

*В. А. Гиляровский*

*Когда долго всматриваешься в бездну, бездна начинает всматриваться в тебя.*

*Фридрих Ницше*

*Самая большая глупость – это делать то же самое и надеяться на другой результат*

*А. Эйнштейн*

*Кто в океане видит только воду,*

*Тот на земле не замечает гор.*

*В. Высоцкий*

### **Содержание главы 2:**

- 2.1. Несистемный подход
- 2.2. Основные определения системного подхода
  - 2.2.1. Системное мышление
  - 2.2.2. Система
  - 2.2.3. Иерархия
  - 2.2.4. Взаимосвязи и взаимовлияния
- 2.4. Системный оператор
- 2.5. Учет влияний
- 2.6. Динамическое программирование
- 2.7. Примеры
- 2.8. Выводы

## 2.1. Несистемный подход

Приведем примеры несистемного подхода.

### Пример 2.1. Притча о слепцах

К слепым подвели по очереди слона и просили описать, что это такое (рис. 2.1).

Один из них потрогал ногу и сказал, что это что-то круглое и толстое, похожее на столб.

Другой потрогал хобот и сказал, что это что-то гибкое, похожее на змею.

Третий потрогал хвост и сказал, что это что-то тонкое, похожее на веревку.

Четвертый потрогал бок и сказал, что это похоже на стену.

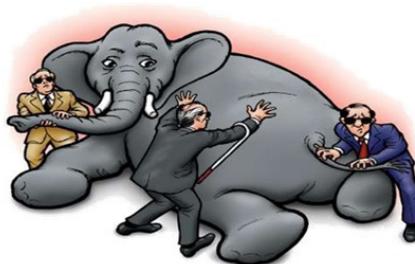


Рис. 2.1. Слепцы

Это типичный пример несистемного мышления.

Вспомним миф о Мидасе.

### Пример 2.2. Мидас

Царь Мидас с почетом принял в своем дворце учителя Диониса Силена, отставшего от Диониса. В награду Дионис предложил Мидасу выбрать себе любой дар.

Мидас воскликнул:

– О, великий бог Дионис, сделай так, чтобы все, к чему прикоснусь, превращалось в чистое, блестящее золото!

Мидас не подумал, что пища и его близкие тоже будут превращаться в золото.

### Пример 2.3. Штраф

Водителя оштрафовали за пересечение сплошной полосы. Сведения об этом работникам дорожной полиции сообщила кинокамера.

Оказалось, что сплошную полосу пересекла тень автомобиля, а не сам автомобиль (рис. 2.2).<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> ГИБДД признала ошибкой штраф за тень, которая «пересекла» сплошную полосу URL: <https://ria.ru/incidents/20160829/1475509363.html> (пример прислал Анатолий Гин).

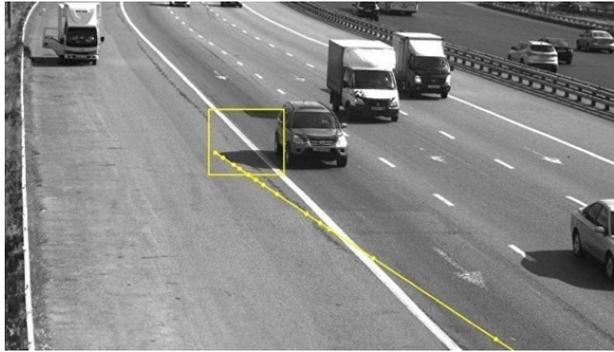


Рис. 2.2. Пересечение сплошной полосы

## 2.2. Основные понятия системного подхода

Часто, решая задачи или исследуя какую-то систему, мы похожи на этих слепцов. Мы рассматриваем только маленькую часть задачи или часть системы, а этого, как правило, бывает недостаточно. Мы даже не всегда знаем ее составляющие – подсистемы, а тем более части этих составляющих – подподсистемы, не видим, куда входит данная система. Все это показывает отсутствие системного подхода.

Ниже приведем основные понятия и составные части системного подхода.

### 2.2.1. Системное мышление

**Системное мышление** – это мышление, которое использует *системный подход* и является одним из элементов *талантливое мышления*.

**Системный подход** – рассмотрение объекта как целостного множества элементов в совокупности отношений и связей между ними, то есть рассмотрение объекта как *системы*.

Основным объектом рассмотрения в системном подходе является **система**.

### 2.2.2. Система

**Система** (от латинского «*systema*», от греческого «*σύστημα*» — «составленный», целое, составленное из частей, соединение) – это множество *элементов*, взаимосвязанных и взаимодействующих между собой, которые образуют единое *целое*, обладающее *свойствами*, не присущими составляющим его элементам, взятым в отдельности.

Такое свойство называют **системный эффект** или **эмерджентность**.

**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»<sup>2</sup>.

#### Пример 2.4. 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, элементы приобрели новое свойство – летать – **системный эффект**.

#### Пример 2.5. 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, приобретают 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.

#### Пример 2.6. Телефон

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

---

<sup>2</sup> Эмерджентность – материал из Википедии.

Ни один из этих элементов не обладает свойством передавать звук на расстоянии. Соединенные в единую *систему* – телефон, элементы приобрели новое свойство – *передавать звук на расстоянии* – **системный эффект**.

### Пример 2.7. 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, который приобрел новое свойство – *конкретный результат* – **системный эффект**.

Часто такое свойство также называют **синергетический эффект** (от греч. «συνεργός» — вместе действующий) — возрастание эффективности деятельности в результате интеграции, слияния отдельных частей в единую систему за счет так называемого системного эффекта.

**Синергия** (греч. «Συνεργία» — сотрудничество, содействие, помощь, соучастие, сообщничество; от греч. «Σύν» — вместе, греч. «ἔργον» — дело, труд, работа, (воз) действие) — суммирующий эффект взаимодействия двух или более факторов, характеризующийся тем, что их действие существенно превосходит эффект каждого отдельного компонента в виде их простой суммы<sup>3</sup>.

### Пример 2.8. Синергетический эффект

Обмен вещами не приводит к синергетическому эффекту, так как их остается столько же, сколько и было. Обмен идеями приводит к синергетическому эффекту, так как в результате у одного человека идей становится больше.

### 2.2.3. Иерархия

Опишем иерархию системы (рис. 2.3):

- собственно, *система*;
- ее *подсистемы*;
- *надсистема*;
- *внешняя среда*.

Можно рассматривать много уровней подсистем и надсистем. Необычайно важно знать соседние системы и внешнюю среду. Таким образом, системное мышление должно рассматривать **иерархические системные уровни**.

---

<sup>3</sup> Синергия – материал из Википедии.

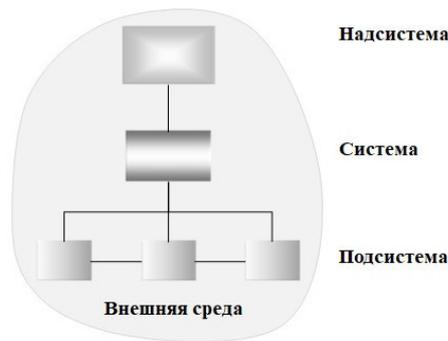


Рис. 2.3. Системные уровни

**Подсистема** – составные части системы.

**Надсистема** – это объект, куда входит система в качестве подсистемы.

Иерархия может иметь более высокие ранги, например наднадсистема, и более низкие ранги, например подподсистема.

Наднадсистема – это объект, куда входит надсистема, а подподсистема – это элементы, из которых состоит подсистема. Количество рангов может быть достаточно большое.

### **Пример 2.9. Компьютер**

Система – персональный компьютер.

Подсистемы: системный блок и устройства ввода – вывода (например, клавиатура, мышь, монитор, принтер, сканер, камера и т. п.).

Подподсистемы системного блока – это процессор, материнская плата, видеокарта, оперативная память, жесткий диск, дисковод, звуковая карта, сетевая карта, блок питания и т. д.

Надсистема – компьютерные сети и т. д.

Наднадсистема – это всемирная паутина, интернет.

Внешняя среда – это среда, в которой находится компьютер, например помещение, воздух и т. д.

### **Пример 2.10. Телефон**

Система – телефон.

Подсистемы: микрофон и наушник, клавиатура, дисплей, память и т. п.

Подподсистемы – это элементы, из которых состоят микрофон, наушник, клавиатура, дисплей, память и т. д.

Надсистема – АТС, телефонные сети и т. д.

Наднадсистема АТС – это региональная и мировая телефонная сеть.

Внешняя среда – чаще всего, помещение и воздух.

### **Пример 2.11. Автомобиль**

Система – автомобиль.

Подсистемы: колеса, двигатель, бензобак, система управления и т. п.

Подподсистемы двигателя – это поршень и цилиндр, шатун, свеча, клапаны, коленчатый вал, картер и т. д.

Надсистема – дорожное движение, к которой относятся: дороги, автозаправочные станции, автостоянки, система управления движением, гаражи, ремонтные службы, заводы изготовители и т. д.

Наднадсистема – это региональная и мировая сеть дорожного движения.

Внешняя среда – открытое пространство и атмосферные явления.

### Пример 2.12. Дерево

Система —дерево (рис. 2.4).

Подсистемы: ствол, крона и корни.

Подподсистемы кроны – ветви.

У ветвей имеются свои подсистемы: листья, плоды.

У листьев имеются подсистемы: черешок, жилки, ткани листа (строение листа показано на рис. 2.5 и 2.6).

Надсистема – это лес.

Внешняя среда: для корней – это почва; для ствола и кроны – воздух и атмосферные явления.



Рис. 2.4. Иерархия дерева

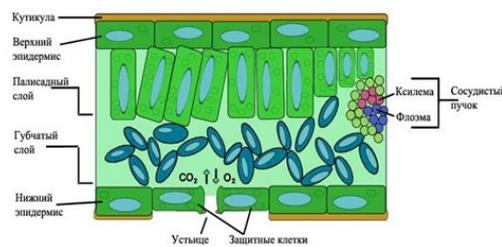


Рис. 2.5. Поперечный разрез листа

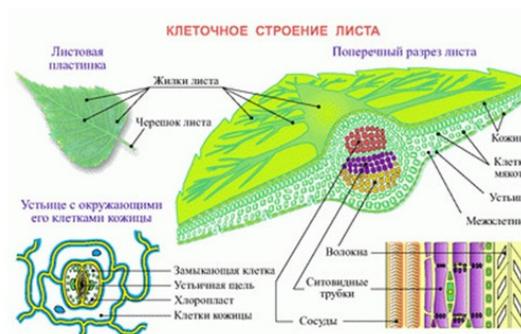


Рис. 2.6. Клеточное строение листа

### 2.2.4. Взаимосвязи и взаимовлияние

Но только знания этих уровней недостаточно. Необходимо учитывать **влияние** подсистем на систему, системы на надсистему и окружающую среду, и обратное воздействие надси-

стемы и окружающей среды на систему и подсистемы. Без учета этих влияний мы не только сделаем плохо работающую систему или вообще неработоспособную, но можем оказать отрицательное воздействие на подсистемы, соседние системы, надсистему или окружающую среду.

Покажем взаимовлияние подсистем на систему, системы – на надсистему и окружающую среду на примере дерева.

### **Пример 2.12. Дерево (продолжение).**

Вид дерева и его подсистем существенным образом зависит от окружающей среды. Так, на севере и высокогорных районах растут, например, карликовые деревья (рис. 2.7), в пустыне – растения, способные запасать влагу (суккуленты), например кактусы, запасающие влагу в стеблях, алоэ – в сочных листьях (рис. 2.8).



Рис. 2.7. Тундра



Рис. 2.8. Растительность пустыни

От условий внешней среды зависят и подсистемы растений. Суккуленты имеют мясисто-сочные стебли, листья или корневища, луковицы, клубни, способные запасать и долгое время бережно использовать запасенную воду. Кожица стеблей и листьев суккулентов покрыта эластичной лакоподобной пленкой – кутикулой, хорошо отражающей солнечные лучи. Кактус собирает влагу и из воздуха, путем ее конденсации на волосках и колючках (ареолах), общая площадь которых получается очень большой.

В свою очередь растения влияют и на окружающую среду, выделяя или поглощая из атмосферы кислород или углекислый газ в различное время суток (рис. 2.9).



Рис. 2.9. Фотосинтез

### Пример 2.13. Морская игуана

Морская игуана обитает исключительно на Галапагосских островах. Она питается морскими водорослями и имеет уникальную среди современных ящериц способность проводить под водой около часа. Они научились задерживать дыхание на этот срок, замедлять под водой сердечный ритм и пускать отток крови только к жизненно важным органам. Это произошло в результате эволюционных изменений способа питания – пища добывается в воде (морские водоросли), а не на суше. Это пример приспособления к внешней среде.

У морских игуан на суше и в воде есть маленькие помощники – крабы и рыбы абудельдугф. Это чистильщики, питающиеся паразитами, доставляющими морским ящерицам немало проблем.

Это пример самоорганизующейся системы.

Такие связи имеют причины и следствия, их называют **причинно-следственные связи**.

### Пример 2.12. Дерево (продолжение).

Почему на севере и в высокогорье растут низкие (карликовые) деревья, стелящиеся по земле? Потому что период, когда они могут расти, очень короткий, зимой очень сильный холод и сильные ветры. **Причина** – это сильные морозы и ветры, а **следствие** – что деревья низкие и стелются вдоль поверхности земли. Это и есть причинно-следственная связь.

Деревья выживают в такой сильный мороз, так как они полностью укрыты снегом. В результате действия морозов растения закаляются, становятся морозоустойчивыми, увеличивается содержание сахара и изменяется соотношение его компонентов – сахарозы и глюкозы. Задолго до сильных морозов, еще в осеннее время клетки деревьев обезвоживаются, запасенные крахмальные питательные вещества превращаются в сахара, связывающие воду, что предотвращает разрыв клеток, который мог бы произойти при сильных морозах.

Проследите самостоятельно причинно-следственные связи эволюции галапагосских игуан.

### Пример 2.14. Бегун

Если поставить цель бегуну – победа в соревнованиях, то логично говорить, что он должен бежать как можно быстрее. Но что произойдет, если спортсмен на длинную дистанцию начнет быстро бежать с самого старта? Он быстро выдохнется и может не дойти до конца дистанции.

Вспомните стихи Владимира Высоцкого:

*Десять тысяч и всего один забег  
остался.*

*В это время наш Бескудников Олег  
зазнался.  
Я, мол, болен, бюллетеню, нету сил.  
И сгинул.  
Вот наш тренер мне тогда и предложил:  
беги, мол.  
Я ж на длинной на дистанции помру,  
не охну.  
Пробегу всего, быть может, первый круг —  
и сдохну.  
Но сурово тренер мне: Что за дела?  
Мол, надо Федя,  
Главное, чтобы воля тут была  
к победе.  
Воля волей, если сил невпоровот,  
а я увлекся,  
Я рванул на десять тыщ как на пятьсот, —  
и спекся...*

Это типичный пример причинно-следственных связей.

Почему спортсмен не смог закончить дистанцию (*следствие*), потому что ему не хватило сил бежать с большой скоростью (*причина*).

Выявив причину и учтя ее, можно изменить следствие. Соответственно, необходимо выбирать другую стратегию и тактику бега.

## 2.3. Системность

### 2.3.1. Общие понятия

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 своему предназначению, жизнеспособен и отрицательно не влияет на расположенные рядом объекты и окружающую среду. Таким образом, чтобы объект был выполненным системно, он должен отвечать определенным требованиям.*

#### Системные требования

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

**Системные требования** (рис. 2.10) представляют собой составляющие **закона увеличения степени системности**.



Рис. 2.10. Структура системности

**Предназначение системы** описывается *главной функцией системы*, выполнять *главную цель системы*, удовлетворять определенную *потребность*.

**Жизнеспособность** технической системы определяется ее **работоспособностью** и **конкурентоспособностью**.

Система будет **жизнеспособна**, если она **работоспособна** и **конкурентоспособна**.

**Работоспособность** – это способность выполнять заданную функцию с параметрами, установленными техническими требованиями, в течение расчетного срока службы.

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-

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

**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, которая является структурой **закона увеличения степени системности** (рис. 2.11).



Рис. 2.11. 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*.

### 2.3.2. Отсутствие системности

#### Пример 2.15. 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 2.16. 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.

### 2.3.3. Эволюционное развитие

Системность также учитывает и закономерности **исторического развития исследуемого объекта** – **эволюционное развитие**. Это последнее требование системности. Оно учитывается при прогнозировании развития объекта исследования путем учета выявленных

тенденций исторического и логического развития данного объекта, а также учета общих законов развития систем. В результате получают общую тенденцию развития исследуемого объекта и концептуальное представление его следующих поколений.

## 2.4. Системный оператор

Системный оператор разработал автор ТРИЗ Г. С. Альтшуллер. Его структура представлена на рис. 2.12.

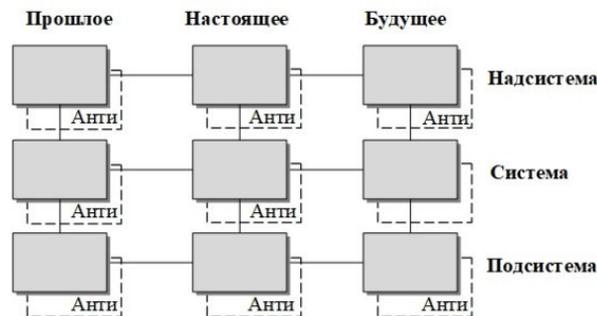


Рис. 2.12. Системный оператор

Человек с рутинным мышлением рассматривает только саму систему. Более углубленный подход – выявить и исследовать части, из которых состоит система – подсистемы. Опытные люди выявляют, куда входит система, – определяют надсистему и окружающую среду. Это **иерархическая структура** (п. 2.2.3, рис. 2.3).

Это первая составляющая системного оператора.

Вторая составляющая системного оператора – это учет **динамики развития системы**, ее *подсистем* и *надсистем*. Необходимо рассмотреть историческое развитие системы, ее подсистем и надсистем. Эту составляющую мы будем называть **эволюционным** или **генетическим развитием**. Для этого выявляют, какие системы, подсистемы и надсистема были в *прошлом*, и прогнозируют их развитие на *будущее*.

Последняя составляющая системного оператора – выявление **антисистем** на всех уровнях и их использование с учетом динамики развития.

**Антисистема** – это система, которая осуществляет противоположную функцию, по сравнению с исследуемой. Такое рассмотрение позволяет расширить представление о системе.

Таким образом, системный оператор имеет следующие составляющие:

- **Структура системы** и ее **иерархические уровни** (система, подсистемы, надсистема и окружающая среда);
- **Динамика развития систем** на всех уровнях – **эволюционное развитие** (настоящее, прошедшее и будущее);
- Учет и использование **антисистем, антифункций и анти-действий**.

Приведем примеры использования системного оператора.

### Пример 2.12. Дерево (продолжение)

Система – дерево (рис. 2.13). Подсистемы дерева мы рассматривали выше в примере 2.12. В этом примере выберем плод, например фрукт. Надсистема – лес. Это мы рассмотрели *иерархическую линию*.

Прошлое дерева – это семя. Прошлое плода – цветок и его ДНК. Прошлое леса – земля. Рассмотрим будущее. Одно из будущих дерева – это древесина. Одно из будущих фрукта (плода) – пирог. Одно из будущих леса – уголь. Это *эволюционная составляющая*.



Рис. 2.13. Системный оператор – дерево

**Пример 2.17. Машина (автомобиль)**

Система – машина (автомобиль) (рис. 2.14). Надсистемой может быть: автострада, система дорожного движения, включающая систему управления дорожным движением (разметка на дороге, дорожные знаки, светофоры, дорожная полиция и т. д.), автозаправочные станции, ремонтные мастерские, заводы, изготавливающие машины и т. д.

Прошлое машины – это карета. Прошлое двигателя – лошадь. Прошлое автострады – проселочная дорога. Прошлое управления дорожным движением – его отсутствие. Каждый ездил как хотел и где хотел. Прошлое автозаправочных станций – почтовые станции, где менялись экипажи с лошадьми, где лошади отдыхали и их кормили овсом. Ремонтные мастерские в прошлом представляли собой кузнечную мастерскую, а заводы по изготовлению машин – каретные мастерские и фермы, где выращивали лошадей.

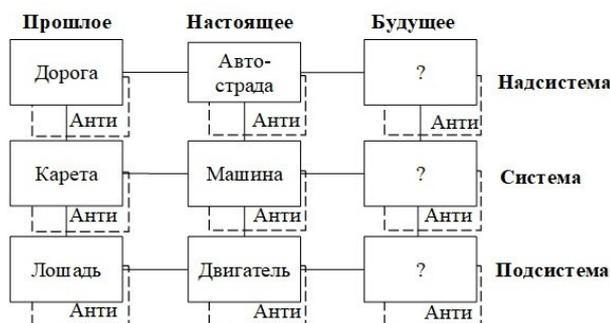


Рис. 2.14. Системный оператор – машина

Каждый может себе представить свое видение будущего автомобиля, его подсистем и надсистемы. Прежде всего, будущее машины зависит от того, из каких подсистем она будет состоять и в какую надсистему она будет входить. Например, уже сегодня разработаны машины с электрическими двигателями, имеются двигатели, работающие на водороде и даже сжатом воздухе. Это все приведет к изменению надсистемы. В будущем будет отсутствовать дорожная полиция – все будет автоматизировано. Автомобили будут «общаться» друг с другом, не допуская дорожных происшествий. Дороги могут проходить под землей или над землей, не занимая дорогого места на земле.

**Рассмотрим АНТИсоставляющую**

Функция машины – перемещать (двигать) пассажира. Анtifункция – сдерживать (оставлять на месте). В качестве такой системы может быть тюрьма, домашний арест для пассажира или «арест» машины (ее эвакуация) полицией, например за неправильную парковку.

У подсистемы двигателя функция – перемещение поршня. Антифункция – стопорение (фиксирование). Этой системой может служить любой зажим, например тиски; рыболовные снасти, например невод; сачок и т. д. Для автомобиля это может быть блокировка колеса из-за неправильной парковки (рис. 2.15).



Рис. 2.15. Блокировка колеса

Если в качестве подсистемы взять «газ», у которого функция увеличить обороты двигателя (ускорение движения), то антифункцию – уменьшить обороты (замедление движения) – выполняет тормоз.

У подсистемы колеса две функции: перемещение автомобиля и его поддержание на определенном расстоянии от дороги. Антифункция перемещения – фиксация. Эту функцию осуществляет то же колесо в режиме тормоза. Антифункция поддержания – это притягивание или отталкивание. Притягивание к дороге осуществляет антикрыло. В качестве отталкивания может быть воздушная подушка или воздушный шар (дирижабль и т. п.).

Надсистема автострада имеет функции опоры и указания направления движения. Антифункция опоры – отталкивание (см. выше). Антифункция указания направления движения – отсутствие указания направления. У самолетов, ракет, судов, подводных лодок и торпед нет указания направления движения в виде дороги. Указание осуществляется виртуально с помощью системы управления.

Надсистема управление дорожным движением имеет одноименную функцию. Антифункция – отсутствие управление дорожным движением. Это система, в которой отсутствуют все элементы (см выше). Должна быть самоуправляемая система. Каждая машина связывается с другой машиной. Все вместе они образуют самоорганизующуюся систему (наподобие муравьев или пчел).

Остальные антиэлементы рассмотрите самостоятельно.

## 2.5. Учет влияний

Системный подход подразумевает **учет любых изменений и их влияний** на систему. Изменения могут происходить **во времени и по условию**.

### **Пример 2.18. Изменения во времени**

Типичные изменения во времени – это смена дня и ночи и времен года. Такие изменения учитываются, например, включением и выключением света, обогревом и охлаждением помещений и т. д.

### **Пример 2.19. Изменения по условию**

Типовым изменением по условию в природе являются фазовые переходы, например при температуре  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  при атмосферном давлении лед превращается в воду. На большой глубине высокое давление. В космосе – невесомость и т. д.

Каждый из нас сталкивается с изменениями по условию в дорожном движении. При красном свете светофора – нет движения, а при зеленом – имеется.

Каждое изменение должно быть учтено при создании новых систем.

Учет всех изменений – одна из важных составляющих системного подхода.

Системное мышление должно применяться к любому объекту, к любому явлению и к любому процессу.

## 2.6. Динамическое программирование

Системный подход особенно важен для решения создания сложных (больших) систем, например таких как исследование космоса, разработка сложных государственных и межгосударственных программ и т. п.

Решение сложных задач зачастую невозможно «в лоб», поэтому задачу **разбивают на подзадачи**. Это используется в динамическом программировании.

**Динамическое программирование** в математике и теории вычислительных систем – способ решения сложных задач путём разбиения их на более простые подзадачи. Он применим к задачам с оптимальной подструктурой, выглядящим как набор перекрывающихся подзадач, сложность которых чуть меньше исходной. В этом случае время вычислений, по сравнению с «наивными» методами, можно значительно сократить<sup>4</sup>.

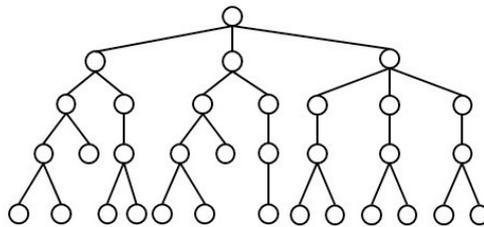


Рис. 2.16. Графическое изображение динамического программирования

Рассмотрим пример на динамическое программирование.

### Пример 2.20. Утро Бэтмена

Как Бэтмену одеться?



Рис. 2.17. Утро Бэтмена

Можно предложить два пути (рис. 2.18).

<sup>4</sup> Динамическое программирование – материал из Википедии.

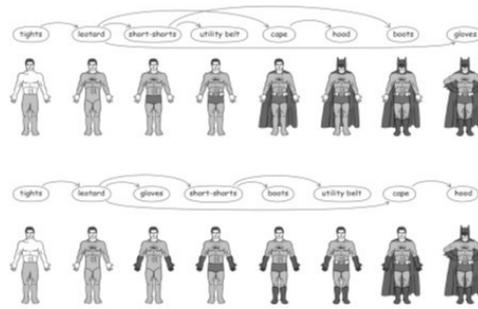


Рис. 2.18. Два разных способа одевания утром<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> URL: <http://bix.ucsd.edu/bioalgorithms/book/excerpt-ch6.pdf>.

## 2.7. Примеры

### Пример 2.21. Лечение душевнобольных

В последнее время применяют новую систему лечения душевнобольных.

Раньше они лечились только в специальных лечебных заведениях. Сейчас все чаще лечение происходит на дому. Специальная группа врачей обучает домашних, как нужно общаться с больными. Эта группа работает не только с домочадцами, но и с окружением. Если человек работает, то с сотрудниками, с которыми больной связан. Если человек учится, то с коллективом, где он учится, и так далее.

В этом случае системно учтены все уровни иерархии, с которыми приходится сталкиваться больному.

Такое лечение показало не только значительно большую эффективность возвращения человека к нормальной жизни, но и стоит значительно дешевле, так как не затрачиваются все ресурсы специальных лечебных заведений.

Здесь практически используются почти все составляющие системного подхода.

- **Иерархия** систем – работа не только с *системой* (больным), но и с:
  - *надсистемой* (его семья, с сотрудниками и всеми другими, с кем связан больной);
  - *подсистемой* (особенности больного);
  - *окружающей средой* (создаются специальные условия дома и на работе).
- Учтены все **взаимосвязи** системы с надсистемой и окружающей средой.
- **Причинно-следственные связи**. Что нужно делать каждому, с кем имеет контакт большой, как повлияет окружающая обстановка на него и т. д.
- **Учет изменений и их влияний**. Постоянно отслеживаются малейшие изменения в больном, и принимается соответствующее решение коррекции поведения окружающих, и, если это нужно, то происходит смена обстановки.
- **Системный эффект**. Все эти действия приводят к определенному результату – выздоровлению больного и возвращению его к нормальной жизни.

### Пример 2.22. Ядерное оружие

Ядерное оружие является сдерживающим фактором в развязывании войны с применением этого вида вооружения. Руководители государств, начавшие ядерную войну, не могут сами быть в безопасности, как в войне с конвенциональным оружием.

Пример на *причинно-следственные связи, учет изменений и их влияний*.

### Пример 2.23. Гласность

Развитие гласности делает почти невозможным сокрытие политиком существенных «грешков» – в странах демократии она заставляет политиков строго придерживаться моральных норм, не дает идти в политику людям, чем-то запятанным, могущим подвергаться шантажу и т. п.

Пример на *причинно-следственные связи, учет изменений и их влияний*.

### Пример 2.24. Сообщающиеся сосуды

Инженер В. Москалев утверждает, что закон о равенстве уровней жидкости в сообщающихся сосудах сформулирован неполно<sup>6</sup>:

«Основные причины, при наличии которых в сообщающихся сосудах будет существенно нарушаться равенство уровней:

---

<sup>6</sup> Техника молодежи, №5, 1976

- 1) Жидкость в одном из сосудов существенно холоднее (или теплее), чем в другом<sup>7</sup>;
- 2) В одном сосуде стенки смачиваются жидкостью, а в другом – нет, размеры же поперечных сечений сосудов невелики;
- 3) Каждый из сосудов в районе мениска жидкости представляет собой капилляр, причем диаметры их различны;
- 4) Система сообщающихся сосудов движется по кривой, причем ось мгновенного вращения находится на различных расстояниях от сосудов. Если сообщающиеся сосуды присоединены к трубопроводу, в котором жидкость движется, то уровни в них могут существенно отличаться из-за различных соотношений статического и динамического напоров, и еще целый ряд «если». Так коварно на практике выглядит применение, казалось бы, простейшего закона...»<sup>8</sup>

Пример на изменение стереотипов (психологической инерции) с помощью *учета влияний* на систему и получения новых знаний.

### **Пример 2.25. Колея железной дороги**

Создание железнодорожного транспорта – типичный пример системного подхода.

Необходимо создавать не только локомотив (паровоз), но и колею. Одно без другого невозможно.

Далее будем говорить только о колее, а вернее, о ее ширине.

Создатель паровоза Джордж Стефенсон принял для первых английских железных дорог ширину колеи в 1435 мм (4 фут. 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub> дюйм.), которая получила название *стефенсоновской*, или *европейской колеи*.

Первоначально он исходил из размера колеи конки 1372 мм (4 фут. 6 дюйм.), которая была выбрана из расчета средней ширины конского крупа. Однако на этой платформе ему никак не удавалось разместить котел и цилиндры с поршнями. Стефенсон увеличил ширину колеи только на два с половиной дюйма. Так появился и надолго, если не навсегда, закрепился «странный размер» – 4» 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub>«. В метрической системе это 1435 мм.

В дальнейшем в разные годы в разных странах и для разных целей создавались колеи различной ширины – от 3000 мм в Германии в конце 1930-х годов до 1269 мм в Великобритании (Rudyard Lake Steam Railway).

Чем шире колея, тем более устойчив вагон, и тем больше груза при заданной высоте транспортного средства он может перевезти.

В США появилась колея в 5» или же 1524 мм. Эту ширину колеи перенес в Россию американский железнодорожный инженер Джордж Уистлер. Он полностью спроектировал двухколейную железную дорогу длиной 685 км. Им были спроектированы все необходимые сооружения и мосты. Таким образом появилась *русская колея*.

В процессе унификации ширины колеи не всегда принимают самую выгодную, с технической стороны, широкую колею. В Англии в 40-е годы XIX века отказались от колеи в 2140 мм, так как для прокладки новой колеи нужно было бы расширять насыпи и выемки, менять мосты, туннели и т. д. Поэтому в Англии, США и в Европе и победила колея шириной 1435 мм<sup>9</sup>.

Самостоятельно укажите, какие элементы системного мышления использованы в данном примере.

### **Пример 2.26. В такси (анекдот)**

---

<sup>7</sup> Нарушение условия однородности жидкости. Расширенный закон гласит, что «отношение уровней жидкостей в сообщающихся сосудах обратно пропорционально отношению их плотностей».

<sup>8</sup> Латыпов Н. Н. Инженерная эвристика.

<sup>9</sup> В примере использованы материалы из работы: Романенко, В. Н. Практика работы в области инноваций: общие сведения о законах и технике творческой работы / Владимир Романенко, Галина Никитина. – Saarbrücken: Lambert acad. publ. (LAP), cop. 2015. – 90 с.: ил.; 22 см.; ISBN 978-3-659-80864-7.

Приехал Чукча в Москву. Едет в такси по городу. Вдруг наперерез – старушка. Водитель – вправо, и старушка – вправо, водитель – влево, и старушка – влево. Еле-еле разминулись. Оглядывается и видит, старушка лежит на мостовой. Чукча говорит:

– Русский охотник – плохой охотник. Если бы Чукча дверцу не открыл – ушла бы добыча!

Укажите самостоятельно, какие элементы системного мышления использованы в данном примере.

### Пример 2.27 Авиаконструктор

«Самолет представляет собой такое сооружение, в котором непременно борются два начала: прочность и вес. Машину необходимо сделать прочной и легкой, а прочность и легкость все время воюют между собой», – пишет в своей книге «Рассказы авиаконструктора» А. Яковлев, создатель прославленных ЯКов.

У авиаконструктора много помощников (рис. 2.19) и каждый из них по-своему представляет себе идеальный самолет: для специалиста по аэродинамике главное – предельная обтекаемость; специалист, рассчитывающий самолет на прочность, видит идеальный самолет неудоболомаемым; для технолога важнее всего простота изготовления; специалист по моторам считает, что идеальный самолет – это большой мотор и маленькие крылышки; представитель Аэрофлота мечтает о вестимом летающем салоне для пассажиров...».<sup>10</sup>

Укажите самостоятельно, какие элементы системного мышления использованы в данном примере.

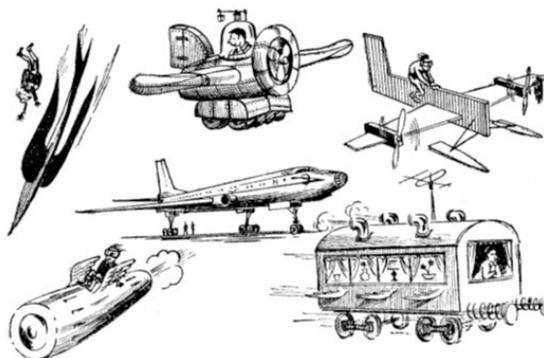


Рис. 2.19. Разные представления о самолете

### Пример 2.28. Удаление заусенцев

При нарезании зубьев шестеренки фрезой образовывались заусенцы, которые потом удаляли.

Оказалось, что на участке сборки изготовленную шестеренку насаживают на вал двигателя и приваривают к нему. Заусенцы оказываются внутри сварного шва. Затем с торца шестеренки шлифованием снимались наплывы металла, образованные сваркой.

При операции шлифования автоматически удаляются и заусенцы. Проблема исчезла.

Укажите самостоятельно, какие элементы системного мышления использованы в данном примере.

### Пример 2.29. На сердитых воду возят

Петр I издал указ – на тех, кто публично выражал свою злость или сердитость, вешали коромысло с наполненными водой ведрами и заставляли бегать вокруг водоема. Ведра качались, вода лилась на «сердитого», и он мигом успокаивался.

<sup>10</sup> Альтшуллер Г. С. Как научиться изобретать. Тамбовское кн. изд-во, 1961. С. 39–39.

Отсюда пошла поговорка «на сердитых воду возят».

Укажите самостоятельно, какие элементы системного мышления использованы в данном примере.

### **Пример 2.30. Легенда о происхождении Тибета**

В Восточном Тибете, где нередки землетрясения, бытует легенда о том, что Тибет покоится на гигантской рыбе по имени Нядинба-ба. Голова рыбы находится как раз под Восточным Тибетом. Иногда рыба устаёт держать землю Тибета, шевелится, вертит головой, это и вызывает землетрясения<sup>11</sup>.

Укажите самостоятельно, какие элементы системного мышления использованы в данном примере.

### **Пример 2.31. Притча о царе Соломоне**

Однажды к царю Соломону, известному своей мудростью, пришли на суд две женщины-блудницы. Они жили в одном доме и были соседями. Обе недавно родили ребенка.

Прошлой ночью одна из них задавила своего младенца и подложила его к другой женщине, а живого у той взяла себе. Утром женщины стали спорить, каждая доказывала, что живой ребенок ее, а мертвый – соседки.

Так же спорили они и перед царем. Выслушав их, Соломон приказал принести меч.

Меч немедленно был принесен. Ни минуты не раздумывая, царь Соломон молвил:

– Пусть будут довольны обе. Рассеките живого ребенка пополам и отдайте каждой половину младенца.

Одна из женщин, услышав его слова, изменилась в лице и взмолилась:

– Отдайте ребенка моей соседке, она его мать, только не убивайте его!

Другая же, напротив, согласилась с решением царя.

– Рубите его, пусть не достанется ни ей, ни мне, – решительно сказала она.

Тут же царь Соломон изрек:

– Не убивайте ребенка, а отдайте его первой женщине: она его настоящая мать.

Укажите самостоятельно, какие элементы системного мышления использованы в данном примере.

---

<sup>11</sup> Кычанов Е. И., Мельниченко Б. Н. История Тибета с древнейших времен до наших дней / Е. И. Кычанов, Б. Н. Мельниченко – М: Вост. лит., 2005. – 351 с. – ISBN 5-02-018365-2. – С. 9.

## 2.8. Выводы

Подведем итоги и перечислим основные элементы системного подхода:

1. Система;
2. Иерархия;
3. Взаимосвязи и взаимовлияния;
4. Причинно-следственные связи;
5. Системность и системные требования;
6. Эволюционное развитие;
7. Учет изменений и их влияний;
8. Целеполагание;
9. Подход «Анти».

Подробнее с системным подходом можно ознакомиться в [5], [9] и [15].

## 2.9. Самостоятельная работа

### 2.9.1. Контрольные вопросы

1. Дайте определение системного мышления и системного подхода.
2. Перечислите основные понятия системного подхода.
3. Дайте определение системы.
4. Опишите иерархию систем. Назовите иерархические уровни системы.
5. Приведите понятия, сопутствующее понятию система.
6. Опишите виды изменений.
7. Что такое системный оператор?
8. Кто автор системного оператора?
9. Назовите основные оси системного оператора.

### 2.9.2. Темы докладов и рефератов

1. История появления термина система. Обзор и анализ имеющихся определений системы.
2. Анализ понятия системное мышление и системный подход у различных авторов.
3. Анализ не системного подхода к природе, искусственным системам и, в частности, к технике в истории развития человечества.
4. Значение взаимовлияний в различных областях знаний.
5. Значение системного подхода в науке, технике, бизнесе и жизни.

### 2.9.3. Выполните задания

#### 1. Приведите примеры

##### 1.1. Системного подхода.

- В разработке техники.
- В природе.
- В различных науках.
- В бизнесе.
- В жизни, и т. д.

##### 1.2. Несистемного подхода

##### 1.3. Используйте системный оператор для:

- Лампы;
- Компьютера;
- Любой системы и/или процесса.

##### 1.4. Покажите учет влияний в:

- Природе.
- Технике.
- В семье, обществе и т. д.

#### 2. Решите задачи, используя системный подход

##### 2.1. Задача 2.1. Капитан Блад

Условие задачи

Капитан Питер Блад, герой романа Рафаэля Сабатини «Одиссея капитана Блада», отправляется на вражеский корабль для переговоров.

Как ему обеспечить безопасность жизни его и его товарищей?

### 2.2. Задача 2.2. Сигареты

Условие задачи

Как получить крупную сумму денег за выкуранные сигареты?

### 2.3. Задача 2.3. Инквизиция

Условие задачи

Много веков тому назад в Испании очередного подозреваемого вызывают к инквизитору. Как правило, это был смертный приговор.

Инквизитор, улыбаясь, говорит подозреваемому: «У меня сегодня хороший день, и я хочу оставить тебе шанс на жизнь. Вот две свернутые бумажки. На одной написано „Жизнь“, на другой – „Смерть“. Тяни свой жребий».

Подозреваемый побледнел, сразу понял, что на обеих написано: «Смерть».

Как ему спасти свою жизнь?

### 2.4. Задача 2.4. Охота на медведя

Условие задачи

Молодой и опытный охотник собрались на охоту на медведя.

Когда опытный охотник увидел медведя, то ранил его незначительно. Разъяренный зверь кинулся на охотников. Они бегут к деревне. Молодой говорит опытному, что медведь сейчас догонит нас, но опытный охотник не отвечает ему, а бежит дальше.

Тогда молодой обернулся и застрелил медведя.

Опытный охотник начал ругать молодого. Почему?

### 2.5. Задача 2.5. Жестокий закон

Условие задачи

Жил некогда жестокий правитель, который не желал никого впускать в свои владения. У моста через пограничную реку был поставлен часовой, вооруженный с головы до ног, и ему было приказано спрашивать каждого путника:

– Зачем идешь?

Если путник говорил неправду, часовой обязан был схватить его и тут же повесить. Если же путник отвечал правду, ему и тогда не было спасения: часовой должен был немедленно утопить его в реке.

Таков был суровый закон жестокосердного правителя, и неудивительно, что никто не решался приблизиться к его владениям.

Но вот нашелся крестьянин, который, несмотря на это, спокойно подошел к охраняемому мосту у запретной границы.

– Зачем идешь? – сурово остановил его часовой, готовясь казнить смельчака, безрассудно идущего на верную гибель.

Но ответ был таков, что озадаченный часовой, строго исполняя жестокий закон, не мог ничего поделать с догадливым крестьянином.

Каков же был ответ?

### 2.6. Задача 2.6. Учитель и ученик

Условие задачи

То, что описано ниже, произошло, говорят, в Древней Греции. Учитель мудрости, софист Протагор взялся обучить Квантла всем приемам адвокатского искусства. Между учителем и учеником было заключено условие, по которому ученик обязывался уплатить своему учителю вознаграждение тотчас же после того, как впервые обнаружатся его успехи, т. е. после первой же выигранной им тяжбы.

Квантл прошел уже полный курс обучения. Протагор ожидает платы, но ученик не торопится выступать на суде защитником. Как же быть? Протагор, наконец, решил взыскать с ученика долг по суду и подал на ученика в суд. Он рассуждал так: если дело будет им выиграно, то деньги должны быть взысканы на основании судебного приговора; если же тяжба будет им проиграна и, следовательно, выиграна его учеником, то деньги опять-таки должны быть уплачены Квантлом по уговору – платить после первой же выигранной учеником тяжбы.

Однако ученик, напротив, считал тяжбу Протагора совершенно безнадежной. Он, как видно, действительно кое-что перенял у своего учителя и рассуждал так: если его присудят к уплате, то он не должен платить по уговору – ведь он проиграл первую тяжбу; если же дело будет решено в его пользу, то он опять-таки не обязан платить – на основании судебного приговора.

Настал день суда. Судья был в большом затруднении. Однако после долгого размышления он нашел, наконец, выход – такой приговор, который, нисколько не нарушая условий соглашения между учителем и учеником, в то же время давал учителю возможность получить обусловленное вознаграждение.

Каков был приговор судьи?

#### *2.7. Задача 2.7. Проповедник*

Проповедник рассказал пастве свой сон. Ему приснилось, что он попал в старый замок. Его ввели в комнату, где стоял огромный стол, уставленный прекрасными кушаньями. За столом сидели люди. Но они ничего не ели и ругались. В чем дело?

И тут проповедник понял, в чем дело, у людей руки не сгибались в локтях. Дотянуться до своего рта они не могли.

Потом он попал в другую комнату, где был такой же стол, за которым сидели люди и у них тоже не сгибались в локтях руки, но люди были очень радостными. Почему?

#### *2.8. Задача 2.8. Четыре треугольника*

Условие задачи

Как построить четыре треугольника с помощью шести спичек?

#### *2.9. Задача 2.9. Как это сделано?*

Условие задачи

Вы видите здесь деревянный куб, составленный из двух кусков дерева (рис. 2.20). Верхняя половина куба имеет выступы, входящие в выемки нижней части. Обратите внимание на форму и расположение выступов и объясните: как ухитрился столяр соединить оба куска?<sup>12</sup>

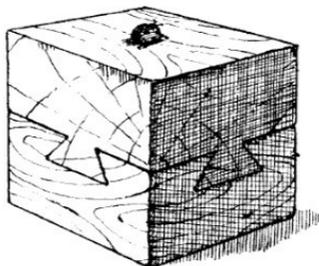


Рис. 2.20. Хитроумное соединение в собранном виде

#### *2.10. Задача 2.10. Демидов*

Условие задачи

<sup>12</sup> Перельман Я. И. Веселые задачи. Две сотни головоломок URL: <http://jsulib.ru/Lib/Articles/004/464>.

Акинфий Демидов обладал деловой хваткой, смелостью, предприимчивостью, размахом, способностью организовать и возглавить большое дело. Историки полагают, что в секретных подвалах люди Демидова чеканили серебряные рубли. Когда императрица Елизавета Петровна узнала про его незаконную деятельность, она позвала Демидова на карточную партию. А выиграв, спросила у него: «Чьи деньги ты сегодня проиграл мне?».

Как быть Демидову?

## **Глава 3. Эволюционное мышление**

*Если вы не думаете о будущем, у вас его не будет.  
А. Голсуорси*

### **Содержание главы 3**

3.1. Обзор

3.2. Выявление закономерностей развития

3.3. Использование законов развития систем

### 3.1. Обзор

*Эволюционное мышление* имеет две составляющие:

а) *Выявление закономерностей развития* (трендов) в любых явлениях, например, как это делается в тестах на логику или IQ (например, последовательность: треугольник, квадрат, пятиугольник... что дальше?). Выявление закономерностей – очень важное качество. Оно необходимо не только ученым, но и каждому человеку.

б) *Использование законов развития систем* для развития конкретной системы. В основном рассматривают группу законов эволюции систем, которые были рассмотрены в учебниках [5], [6] и [15], а подробно в монографии [14].

Основные из **законов эволюции систем** следующие (рис. 3.1):

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

## 3.2. Выявление закономерностей развития



Рис. 3.1. Структура законов эволюции систем

Очень важно находить и уметь продлевать тенденции, закономерности. Это могут быть тенденции в поведении человека, в политике, экономике, торговле, природных явлениях, моде, повседневной жизни и т. д., во всем, что вас окружает. Они могут охватывать разные периоды жизни – от миллиардов лет до долей секунды.

### Пример 3.1. Расширение Вселенной

Имеются разные гипотезы тенденции появления Вселенной и галактик. Процессы расширения Вселенной обычно отсчитывают от Большого взрыва – примерно 14 млрд лет тому назад. Имеются основные стадии Большого взрыва<sup>13</sup>.

В 1926 году знаменитый американский астроном Эдвин Пауэлл Хаббл предложил (а в 1936 году модернизировал) классификацию галактик по их морфологии. Из-за характерной формы эту классификацию называют еще «Камертоном Хаббла».

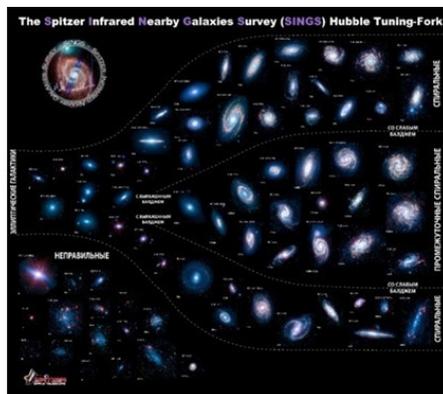


Рис. 3.2. Камертон Хаббла<sup>14</sup>

### Пример 3.2. Возникновение Земли

Земля образовалась примерно 4,5 млрд лет тому назад из частиц протопланетного облака, постепенно увеличивалась ее масса. Земля постепенно разогревалась. Предположительно, ядро образовалось за несколько сот миллионов лет. При остывании возникло твердое ядро. Другие оболочки формировались значительно дольше. Постепенно были созданы воздушная оболочка и океаны. Около 3,8 млрд лет назад сложилась первая гранитная кора.

В процессе эволюции возникли атмосфера и гидросфера Земли.

<sup>13</sup> Хронология Большого взрыва – материал из Викитедии.

<sup>14</sup> URL: <http://galspace.spb.ru/indvop.file/66.file/3big.jpg>.

Жизнь на Земле появилась приблизительно 4 млрд лет тому назад, а человек – приблизительно 200 тыс. лет назад.

Что ждет Землю в будущем? На этот вопрос можно ответить лишь с большой степенью неопределенности, абстрагируясь как от возможного внешнего, космического влияния, так и от деятельности человечества, преобразующего окружающую среду, причем не всегда в лучшую сторону.

В конце концов недра Земли остынут до такой степени, что конвекция в мантии и, следовательно, движение материков (а значит и горообразование, извержение вулканов, землетрясения) постепенно ослабнут и прекратятся. Выветривание со временем сотрет неровности земной коры, и поверхность планеты скроется под водой. Дальнейшая ее судьба будет определяться среднегодовой температурой. Если она значительно понизится, то океан замерзнет и Земля покроется ледяной коркой. Если же температура повысится (а, скорее всего, именно к этому и приведет возрастающая светимость Солнца), то вода испарится, обнажив ровную поверхность планеты. Очевидно: ни в том, ни в другом случае жизнь человечества на Земле будет уже невозможна, по крайней мере, в нашем современном представлении о ней<sup>15</sup>.

### **Пример 3.3. Развитие общества**

Рассматривают разные периоды развития общества, начиная с первобытного (каменный, медный, бронзовый и железный века), который начинается с 200 тыс. лет назад и заканчивается приблизительно 1500 н. э.

Интересно проследить тенденции развития общественных отношений, формы власти, норм поведения и возникновения религий.

«Ход человеческой истории определили три крупнейшие революции. Началось с когнитивной революции, 70 тысяч лет назад. Аграрная революция, произошедшая 12 тысяч лет назад, существенно ускорила прогресс. Научная революция – ей всего-то 500 лет – вполне способна покончить с историей и положить начало чему-то иному, небывалому»<sup>16</sup>.

Тенденции развития разных государств насчитывают он нескольких тыс. лет до нескольких десятков лет.

### **Пример 3.4. Метеорологические предсказания**

Сегодня мы получаем достаточно точный прогноз погоды от одного дня до 10 дней. С этой целью проводятся измерения изменений погодных условий во многих точках Земли и из космоса. Анализ этих данных позволяет выявить тенденции изменения погодных условий.

### **Пример 3.5. Мгновенные тенденции**

Иногда от умения быстро увидеть тенденцию развития зависит жизнь человека.

Это может быть неожиданная ситуация на дороге, и водитель должен в доли секунды правильно отреагировать. Опытный водитель, постоянно наблюдая за дорогой, может предвидеть сложные ситуации.

По перемещению ног, корпуса, а потом рук боксер может предвидеть удар, который готовит его противник. Такая же ситуация может быть и в боевых действиях.

В связи с этим очень важно уметь выявлять тенденции, как в больших интервалах времени, так за доли секунды.

### **Пример 3.6. Эволюция в моде**

---

<sup>15</sup> Эволюция Земли URL: <http://galspace.spb.ru/index17.html>.

<sup>16</sup> Харари Ю. Н. Sapiens. Краткая история человечества. М.: Синдбад, 2016.

История одежды – великолепный пример изучения изменения тенденций развития данной системы.

Существует мнение, что первые одежды появились с потерей волосяного покрова на коже человека.

Вначале люди одевались в шкуры животных, на которых охотились.

В дальнейшем шкуры животных и кожу стали шивать с помощью сухожилий и волос.

Далее менялись материалы, из которых делалась одежда, ее форма и технология изготовления.

Примерно 10 000 лет назад были одомашнены козы и овцы, и с тех пор стали ткать изделия из шерсти.

Позже стали использовать хлопок и лен, и только в 20 веке появились синтетические ткани.

В данном примере проследим только изменение форм одежды.

Начнем с одежды Древнего Египта.

Египетская одежда на протяжении многих столетий остается неизменной, постоянной и однообразной. Были только два типа одежды: мужская и женская. Разница в одежде между отдельными общественными классами заключалась только в ее отделке и материалах. Но и здесь действуют точные законы и геометрические формы.

Основной одеждой мужчин был передник (схенти) – набедренная повязка. Женская одежда гораздо больше закрывала тело (рис.3.3). Рабыни ходили практически нагими.

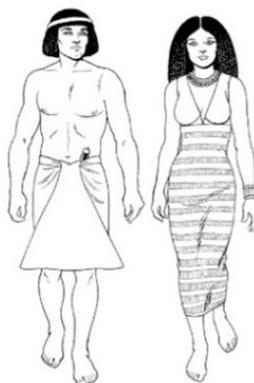


Рис. 3.3. Одежды древнего Египта<sup>17</sup>

Далее одежда стала усложняться. Вершиной сложности женского платья стал кринолин (рис. 3.4), который был моден с 1851 по 1867 годы.

---

<sup>17</sup> URL: <http://mir-kostuma.com/ancient-egypt/item/27-odezhda-kartinki>.



Рис. 3.4. Кринолин<sup>18</sup>

В дальнейшем платья стали упрощаться, уменьшался их объем. В 20 веке женщины стали одевать брюки. Сегодня одежда больше обтягивает женское тело. Общая тенденция показана на рис. 3.5.



Рис. 3.5. Эволюция женской одежды<sup>19</sup>

### Пример 3.7. Эволюция купальных костюмов

Первые женские купальные костюмы представляли собой платье (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Купальный костюм<sup>20</sup>

В дальнейшем площадь женского купального костюма стала уменьшаться. Общая тенденция показана на карикатуре (рис. 3.7).

<sup>18</sup> URL: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e5/1856crnl.gif>

<sup>19</sup> URL: <https://www.pinterest.com/adelinmiftah/fashion-timeline>.

<sup>20</sup> Эволюция купальника: от громоздких платьев до бикини URL: <http://www.kulturologia.ru/blogs/030416/29033>.

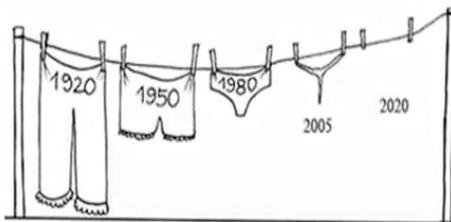


Рис. 3.7. Эволюция женского купальника<sup>21</sup>

Покажем пример выявления экономической закономерности.

### **Пример 3.8. Изменение освещенности**

Ученые-экономисты из Соединенных Штатов разработали новую методологию, благодаря которой можно измерить изменение финансового состояния стран, наблюдая их из космоса. Методика поможет наблюдать за государствами, которые не публикуют или даже скрывают официальные показатели своей экономики. К настоящему моменту результаты данной работы не были опубликованы ни одним из научных изданий. Лишь краткие выводы по исследованиям были выложены в соответствующем пресс-релизе на официальном веб-сайте Университета Брауна.

Экономисты для косвенной оценки параметром экономического роста или падения государства использовали метод измерения интенсивности ночного освещения городов. Авторы исследования считают, что для любой деловой активности в темное время суток (будь то торговля или другие услуги) необходимо наличие искусственного света. Чем больше интенсивность иллюминации, тем больше деловая активность, тем лучше покупательская способность граждан, значит тем выше ВВП государства.

Исследователи пришли к выводу, что официальная статистика стандартных показателей сильно отличается от данных, полученных новым «космическим» способом. Например, для Республики Конго зарегистрирован рост ВВП на 2,4 процента за прошедший год. По официальным же показателям, Конго имеет лишь падение, на 2,6 процента в год. Рост экономики Мьянмы зафиксирован как 3,4 процента ежегодно, хотя по официальной статистике, — на 8,6 процента в год<sup>22</sup>.

<sup>21</sup> Эволюция купальника URL: <http://elenagola.livejournal.com/3405.html>.

<sup>22</sup> Американцы будут оценивать ВВП стран по космическим фотографиям URL: <http://www.milkywaygalaxy.ru/news/amerikancy-budut-ocenivat-vvp-stran-po-kosmicheskim-fotografijam>

### 3.3. Использование законов развития систем

Использование законов развития систем может не только объяснить развитие существующих систем, но и прогнозировать развитие будущих.

#### Пример 3.9. Развитие принтеров

Кратко опишем историю развития принтера.

Потребность в принтере возникла в 1951 году, когда в США был создан первый серийный компьютер UNIVAC I (Universal Automatic Computer I), разработанный американской компанией Remington Rand. Каждый из компьютеров мог производить от 400 до 2000 вычислительных операций в секунду, что по тем временам считалось невероятной скоростью. Вычисления перепечатывались большим штатом машинисток.

Это не только обходилось слишком дорого, но и совершались ошибки.

В 1953 году корпорация Remington Rand создала первое печатающее устройство для компьютера UNIVAC I. Устройство получило название UNIPRINTER; часть этого названия (printer) стало именем нарицательным.

Принцип действия перенесли с электрической пишущей машинки (аналогия) с некоторыми отличиями.

Изображение формировалось в результате удара соответствующей литеры по бумаге через красящую ленту.

UNIPRINTER был **барабанным принтером** и работал так: позади листа бумаги находился ряд молоточков, управляемых электромагнитом. Перед листом находилась красящая лента, а перед лентой вращался барабан шириной во всю страницу (120 символов), несущий 120 колец, каждое из которых содержало все буквы алфавита (рис. 3.8). Барабан непрерывно вращался, и, когда нужная буква в нужной позиции строки оказывалась над бумагой, один из молоточков бил по ней. Так, за один оборот барабана удавалось напечатать всю строку, после чего бумага подавалась вверх для печати следующей строки и т. д.

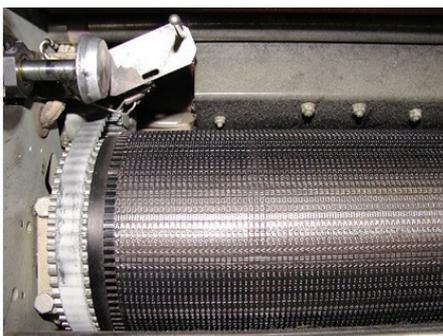


Рис. 3.8. Барабанный принтер<sup>23</sup>

Переход от электрической пишущей машинки к первому принтеру произошел благодаря использованию сразу нескольких законов.

Машинисток заменила система управления – это **закон увеличения степени управляемости**.

Каретка не двигалась – **закон увеличения степени идеальности**.

Увеличилось количество букв на барабане в 120 раз – это отход от идеальности. Это можно рассматривать и как **закон перехода в надсистему**.

<sup>23</sup> URL: <http://www.startcopy.su/forum/m/21165.html>

Кроме того, использовался *принцип наоборот*, не литера ударяла по красящей ленте, которая оставляла след на бумаге, бумага с помощью молоточка, находящегося с другой стороны бумаги, ударялась по литере.

Позже появились наборные принтеры. В них символы на барабане были не жестко закреплены, а набирались для каждой строки. В момент печати одной строки следующая набиралась, что увеличило скорость печати до 100 страниц в минуту.

В этом решении использовался **закон увеличения степени динамичности**. Символы были не жестко закреплены на барабане, а набирались предварительно. Использовался принцип предварительного исполнения – во время печати строки другая подготавливалась.

**Лепестковый принтер** (рис. 3.9) еще больше напоминал пишущую машинку. Главной деталью этих принтеров была металлическая «ромашка», на концах подвижных лепестков которой размещались рельефные символы. «Ромашка» вращалась вокруг своей оси, молоточек бил по лепестку, прижимая к бумаге через красящую ленту и оставляя оттиск. Поменяв «Ромашку», можно было изменить шрифт или алфавит. За минуту машина печатала до 78 тыс. символов, что в сотни раз быстрее скорости самой проворной машинистки.

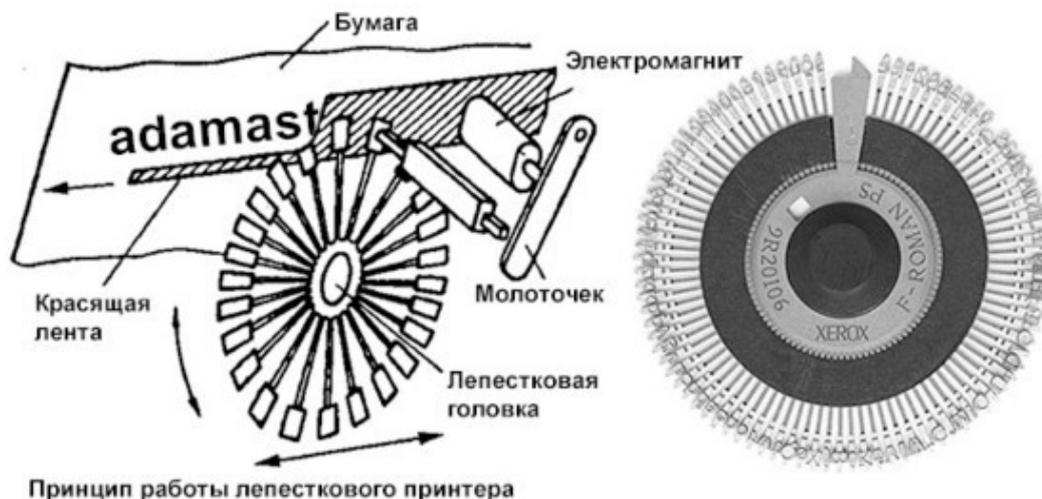
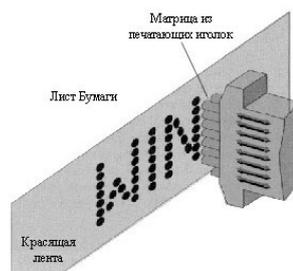


Рис. 3.9. Лепестковый принтер<sup>24</sup>

Здесь были использованы **закон увеличения степени идеальности** – количество символов сократилось и не повторялось, и **закон увеличения степени динамичности** – каждый знак подвижный.

**Матричный механизм** изобрела компания Seiko Epson в 1964 году. Принцип печати прост: матрица – набор нескольких маленьких иголок, которые и формируют необходимый символ. Иголки ударяют по бумаге через красящую ленту, и получается точечное изображение (рис. 3.10).

<sup>24</sup> История принтеров: создание и эволюция URL: <http://adamaster.ru/info/polezno/istorija-printerov-sozdanie-i-evoljucija>.

Рис. 3.10. Матричный принтер<sup>25</sup>

В данном принципе печати использовалась одна из тенденций *закона увеличения степени динамичности – закономерность увеличения степени дробления*. Каждый из знаков разбит на составляющие части – иголки. Кроме того, это использование *закона увеличения степени идеальности* – количество частей уменьшилось, нет отдельных частей с отдельными символами – универсальное устройство, создающее любой символ или рисунок.

Хотелось бы обратить внимание на тенденцию уменьшения числа используемых символов: в *барабанном принтере* – 120 комплектов символов; в *лепестковом* – один комплект символов; в *матричном* – ни одного комплекта.

**120 – 1 – 0.**

С этого момента принтеры стали изображать не только символы, но и любой рисунок, но пока только в черно-белом исполнении или ином одноцветном виде, когда вместо черного цвета использовалась лента другого цвета.

**Струйная печать** разрабатывалась параллельно с игольчатым принципом. Научную основу в этом направлении заложил британский физик и нобелевский лауреат Лорд Рэлей, который еще в XIX веке изучал распад струи жидкости и формирование капель, а патент на данный способ печати выдан Вильяму Томпсону (William Thomson) в 1867 году.

Принцип действия струйных принтеров похож на матричные принтеры – изображение на носителе формируется из точек. Вместо иголок используется матрица, микроскопические струи краски.

Существует два принципа действия выстраивания струй краски на бумагу, пьезоэлектрический и повышение температуры (технология газовых пузырьков).

В *пьезоэлектрической технологии* печати каждое сопло имеет пьезокристаллическую мембрану, которая под действием электрического импульса выгибается, выталкивая из сопла чернильную каплю. Потом в сопло из картриджа поступает новая порция чернил.

В технологии *газовых пузырьков* каждое сопло снабжено микроскопическим нагревателем, который мгновенно нагревает чернила до температуры кипения (500 °С). Образующийся пар выдавливает из сопла каплю чернил. После отключения нагрева чернила остывают, и в сопло из картриджа поступает новая порция чернил.

Струи выстреливаются через микросопла, диаметр которых меньше человеческого волоса.

История создания струйного принтера изложена в<sup>26</sup>.

<sup>25</sup> URL: <http://dubplatekillaz.ru/rubric/1493679>.

<sup>26</sup> Как работает струйный принтер URL: <http://kakrig.com/kak-rabotaet-strujnyj-print.html>.

В данном принципе печати использовалась одна из тенденций *закона увеличения степени управляемости – замена поля*. Механическое поле (удар) заменено струей краски, которая управляется или нагревом (тепловым полем) или пьезоэффектом. В случае использования пьезоэффекта – это использования *закона перехода на микроуровень*.

**Лазерный принтер.** В конце 1938 годов американец Честер Карлсон получил первое ксерографическое изображение, используя статическое электричество для переноса тонера (сухих чернил) на бумагу. На этом принципе копировальных аппаратов основана работа и лазерного принтера.

На алюминиевый цилиндр (фотобарабан), покрытый тонкой пленкой фоточувствительного полупроводника, подается отрицательный заряд, а затем лазерный луч снимает этот заряд там, где необходима печать. Далее на барабан наносится порошкообразная краска, которая прилипает в «обеззараженных» местах. И когда барабан соприкасается с бумагой, на ней остается отпечаток, который благодаря высокой температуре надежно приклеивается к поверхности (рис. 3.11).

## **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.