

ВЛАДИМИР ПЕТРОВ

---

# История развития законов

ТРИЗ



Владимир Петров

**История развития законов. ТРИЗ**

«Издательские решения»

## **Петров В.**

История развития законов. ТРИЗ / В. Петров — «Издательские решения»,

ISBN 978-5-44-936079-3

Книга написана 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. Они использовались автором для чтения лекций по законам развития технических систем. Данные материалы могут быть полезны преподавателям и разработчикам ТРИЗ и использованы как для изучения истории ТРИЗ, так и для развития самой теории.

ISBN 978-5-44-936079-3

© Петров В.  
© Издательские решения

# Содержание

Посвящение	6
Введение	7
Глава 1. Исследования по развитию техники	8
Глава 2. Понятия и определения	10
Конец ознакомительного фрагмента.	22

# История развития законов ТРИЗ

**Владимир Петров**

© Владимир Петров, 2020

ISBN 978-5-4493-6079-3

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

Книга написана 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<sup>1</sup>. Они использовались автором для чтения лекций по законам развития технических систем.

Данные материалы могут быть полезны преподавателям и разработчикам ТРИЗ и используются как для изучения истории ТРИЗ, так и для развития самой теории.

---

<sup>1</sup> 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.

## **Посвящение**

*Работа посвящается светлой памяти  
учителя, коллеги и друга **Генриха Альтшуллера**  
**Владимир Петров**  
*vladpetr@013net.net**

## **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.

## Глава 1. 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»<sup>2</sup>. «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»<sup>3</sup>.

Чуть позже некоторые законы развития техники были описаны К. Марксом и Ф. Энгельсом.

К. Маркс описал эти законы в разделе «Развитие машин»<sup>4</sup>: «... различие между орудием и машиной устанавливается 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.»<sup>5</sup>. 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 из маховых колес, подвижных валов, шестерен, эксцентриков, стержней, передаточных лент, ремней, промежуточных приспособлений и принадлежностей самого разного рода, регулируют движения, изменяют, 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»<sup>6</sup>.

Некоторые дополнительные материалы можно найти в работах

Ф. Энгельса по истории развития военной техники и ведения войн. Это работы 1860–1861 гг., в частности: «О нарезной пушке», «История винтовки», «Оборона Британии», «Французская легкая пехота» и др.<sup>7</sup>. Некоторые зачатки законов развития техники и ее взаимодействия с человеком и обществом изложены в работах К. Маркса<sup>8</sup>.

<sup>2</sup> Гегель Г. Ф. *Наука логики*. Кн.3. Соч., т. 6. – М.: Соцэкгиз, 1939.

<sup>3</sup> 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).

<sup>4</sup> 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.

<sup>5</sup> Там же. – С. 383.

<sup>6</sup> Там же. – С. 383–384.

<sup>7</sup> 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»<sup>9</sup>. Этот термин ввел немецкий ученый Эрнст Капп. В 1877 г. он выпустил книгу «Основные линии философии техники»<sup>10</sup>. Основное развитие этого течения проходило в начале XX в. Развитием «философии техники» занимались немецкие ученые Ф. Дессауер<sup>11</sup>, М. Эйт<sup>12</sup>, М. Шнейдер<sup>13</sup> и др. В России эту тематику разрабатывал П. К. Энгельмейер. В 1911 году он выпустил книгу «Философия техники»<sup>14</sup>. 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<sup>15</sup> и И. Мюллер<sup>16</sup> (в Германии), В. И. Сви-дерский<sup>17</sup>, А. А. Зворыкин<sup>18</sup>, И. Я. Конфедератов<sup>19</sup>, С. В. Шухардин<sup>20</sup> (в России) и др. В 1962 г. был выпущен фундаментальный труд по истории техники<sup>21</sup>. Вопросы философии науки и техники изложены в книге с аналогичным названием<sup>22</sup>.

---

<sup>8</sup> 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.

<sup>9</sup> Философия техники: история и современность <http://www.philosophy.ru/iphras/library/filtech.html#a2>.

<sup>10</sup> Капп Е. Grundliniitn einer Philosophie der Technic. Braunschweig, 1877.

<sup>11</sup> Dessauer F. Technische Kultur. Munchen, 1908. Dessauer F. Philosophie der Technic. Bonn, 1927. Dessauer F. Mensch und Technic. Darmstadt, 1952. Dessauer F. Streit um die Technic. Frankfurt/M., 1956.

<sup>12</sup> Eyth M. Poesie und Technic. Berlin, 1908.

<sup>13</sup> Schneider M. Uber Technic, technische Denken und technische Wirkungen. Nurnberg, 1912.

<sup>14</sup> Энгельмейер П. К. Философия техники. Вып. 1—4. СПб., 1912.

<sup>15</sup> Tessiman K. Zur Bestimmung der Technik als gesellschaftliche Erscheinung. «Deutsche Zeitschrift fur Philosophie», 1967, Nr.5.

<sup>16</sup> Muller J. Zur Bestimmung der Begriffe «Technik» und «technische Gesetz». «Deutsche Zeitschrift fur Philosophie», 1967, Nr.12.

<sup>17</sup> Сви-дерский В. И. Некоторые особенности развития в объективном мире. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1965.

<sup>18</sup> Зворыкин А. А. О некоторых вопросах истории техники. – Вопросы философии, 1953, №6.

<sup>19</sup> Конфедератов И. Я. Предмет и метод истории техники. – Материалы к семинарским занятиям по истории техники. Вып. 1. М., 1956.

<sup>20</sup> Шухардин С. В. Основы истории техники. – М.: Изд-во АН СССР, 1961.

<sup>21</sup> Зворыкин А. А., Осьмова Н. И., Чернышев В. И., Шухардин С. В. История техники. – М.: Соцэкгиз, 1962. – 772 с.

<sup>22</sup> 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.: Гардарики; 1999. – 400 с. ISBN 5-7762-0013-X. [http://www.gumer.info/bibliotek\\_Buks/Science/Step/index.php](http://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Science/Step/index.php).

## Глава 2. Понятия и определения

Приведем некоторые определения.

**ЗАКОН** – *внутренняя существенная и устойчивая связь явлений, обуславливающая их упорядоченное изменение.*<sup>23</sup>

**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<sup>24</sup>.

**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<sup>25</sup>.

**ЗАКОН**, объективно существующая необходимая связь между явлениями, внутренняя существенная связь между причиной и следствием<sup>26</sup>.

**ЗАКОН**, не зависящая ни от чьей воли, объективно наличествующая непреложность, заданность, сложившаяся в процессе существования данного явления, его связей и отношений с окружающим миром<sup>27</sup>.

**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<sup>28</sup>.

**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-

---

<sup>23</sup> **Закон** – Философский словарь - <http://ksana-k.narod.ru/Book/Filosof/main.html>

<sup>24</sup> **Закон** – Большая Советская Энциклопедия. Т. 9. – М.: Советская энциклопедия, 1972. – С. 305.

<sup>25</sup> **Закон** – Универсальная энциклопедия. [http://mega.km.ru/bes\\_98/encyclp.asp?TopicNumber=22239](http://mega.km.ru/bes_98/encyclp.asp?TopicNumber=22239).

<sup>26</sup> **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.

<sup>27</sup> **Закон** – Толковый словарь русского языка. <http://mega.km.ru/ojgov/encyclp.asp?TopicNumber=9101>.

<sup>28</sup> **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<sup>29</sup>.

**ЗАКОНОМЕРНОСТЬ**, обусловленность объективными законами; существование и развитие соответственно законам<sup>30</sup>.

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»*<sup>31</sup>.

*«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»*<sup>32</sup>.

История возникновения и формирования понятия закона подробно описана Л. А. Друяновым<sup>33</sup>. Кроме того, он выделяет две черты, присущие закону, а описывает четыре (иерархия этих черт и выделение текста выполнены автором статьи):

**1. 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»*<sup>34</sup>.

**2. Необходимость.** *«...всякий объективный закон (закон природы) носит необходимый характер; закон, закономерная связь всегда является в то же 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*

---

<sup>29</sup> **Закономерность общественная** – Универсальная энциклопедия. [http://mega.km.ru/bes\\_98/encyclop.asp?TopicNumber=22251](http://mega.km.ru/bes_98/encyclop.asp?TopicNumber=22251).

<sup>30</sup> **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.

<sup>31</sup> Тугаринов В. П. **Законы объективного мира, их познание и использование**. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1954. – 196 с.

<sup>32</sup> Мелешенко Ю. С. **Техника и закономерности ее развития**. – Л.: Лениздат, 1970, 248 с. – С. 163.

<sup>33</sup> Друянов Л. А. **Законы природы и их познание**: Кн. для внеклас. чтения. 8–10 кл. – М.: Просвещение, 1982. – 112 с. – С. 13–17.

<sup>34</sup> Друянов Л. А. **Законы природы и их познание**. – С. 19.

собой, таким образом, выражение необходимого характера существенных связей в объективном мире»<sup>35</sup>.

**3. 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»<sup>36</sup>.

**4. 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»<sup>37</sup>.

«...можем определить объективный закон (закон природы) как существенную связь, которая носит необходимый, всеобщий, повторяющийся (регулярный) характер»<sup>38</sup>.

Б. С. Украинцев сформулировал общие особенности объективных законов техники<sup>39</sup>:

**1. Целеосуществование – 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 целеосуществования».

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

**3. 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».

**4. 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 целеосуществования, то данная техника малоэффективна и общество нуждается в другой технике, удовлетворяющей требованиям и принципам эффективности техники».

<sup>35</sup> Друянов Л. А. Законы природы и их познание. – С. 20.

<sup>36</sup> Друянов Л. А. Законы природы и их познание. – С. 20–22.

<sup>37</sup> Друянов Л. А. Законы природы и их познание. – С. 22–24.

<sup>38</sup> Друянов Л. А. Законы природы и их познание. – С. 24.

<sup>39</sup> Украинцев Б. С. Связь естественных и общественных наук в техническом знании. – Синтез современного научного знания. – М.: Наука, 1973. С. 77–90 (С. 84–86).

**5. 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<sup>40</sup>:

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

2. *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.*

3. *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.*

4. *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.*

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

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

7. *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**<sup>41</sup> (от лат. *systema*, 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».<sup>42</sup>

<sup>40</sup> Половинкин А. И. **Законы строения и развития техники** (Постановка проблемы и гипотезы). Учебное пособие. – Волгоград: Волгоградский политехнический институт, 1985, 208 с. – С. 12–13.

<sup>41</sup> Подробнее см. **Система** – БСЭ и **Система** – материал из Википедии.

<sup>42</sup> **Эмерджентность** – материал из Википедии.

Часто такое свойство также 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<sup>43</sup>.

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

**Синергия** (греч. *Συνεργία* — сотрудничество, содействие, помощь, соучастие, сообщество; 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<sup>44</sup>.

**Целостность**<sup>45</sup> – характеристика системы, выражающая автономность и единство системы, противостоящей окружению. Она связана с функционированием системы и присутствием 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**<sup>46</sup> – 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**<sup>47</sup> – взаимосвязь, взаимозависимость и соотношение элементов системы. Это мысленное сопоставление различных объектов и их сторон.

### **Пример 2.1. Предложение (в языке)**

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

Ни один из этих элементов не обладает свойством выражать *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.

Системам свойственно понятие **иерархии**

### **Иерархия систем:**

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

---

<sup>43</sup> **Синергетический эффект** – материал из Cybernetics Wiki.

<sup>44</sup> **Синергия** – материал из Википедии.

<sup>45</sup> Подробнее см. **Целостность** – БСЭ.

<sup>46</sup> **Свойство** – БСЭ.

<sup>47</sup> Подробнее см. **Отношение** – БСЭ.

## Иерархия систем

### Пример 2.2. 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 2.3. 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**<sup>48</sup> (от греч. anthropos – человек, genesis – происхождение, становление развивающегося явления) – система, созданная в результате сознательно направленной человеческой деятельности.

### Пример 2.4. 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 *потoki*.

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 2.5. Самолет

---

<sup>48</sup> Балашов Е. П. Эволюционный синтез систем. – М.: Радио и связь, 1985. – С. 7.

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 2.6. Телефон

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

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 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 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. 2.1).

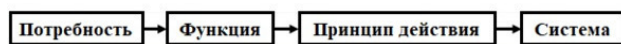


Рис. 2.1. Последовательность синтеза технической системы

**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. 2.2).

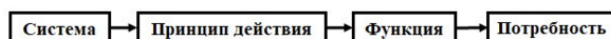


Рис. 2.2. Последовательность системного анализа

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<sup>49</sup>.

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

Кроме того, функцию определяют и как «*внешнее проявление свойств какого-либо объекта в данной системе отношений*»<sup>50</sup>.

В дальнейшем будем использовать более краткую формулировку функции.

**Функция** – это действие *субъекта* на *объект*, приводящее к определенному результату (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Функция

Результатом действия может быть *изменение* параметра объекта или его *сохранение*. Функция записывается в виде *глагола*.

#### **Пример 2.8. Самолет**

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

#### **Пример 2.9. Кофе**

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

#### **Пример 2.10. Компьютер**

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

#### **Пример 2.11. 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<sup>51</sup>:

– последовательную смену состояний стадий развития.

---

<sup>49</sup> Экономический словарь <http://abc.informbureau.com/html/iiodaaiinou.html>.

<sup>50</sup> Функция – <http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc1p/51082>.

<sup>51</sup> Процесс – БСЭ. См. также материал из Википедии.

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

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

### **Пример 2.12. Приготовление кофе**

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 2.13. Компьютерная программа**

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

### **Пример 2.14. 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 делится 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.*

$$30/18 = 1 \text{ (остаток } 12)$$

$$18/12 = 1 \text{ (остаток } 6)$$

$$12/6 = 2 \text{ (остаток } 0). \text{ Конец: НОД – это делитель. НОД (30, 18) = 6}$$

### **Пример 2.15. Компилятор**

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

Компилятор состоит из следующих этапов.

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

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

3. *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 «про-

межуточным представлением/кодом», и может быть дополненным деревом разбора, новым деревом, абстрактным набором команд или чем-то еще, удобным для дальнейшей обработки.

4. *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.

5. *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:

**1. по полезности:**

- *полезные*;
- *бесполезные*;
- *вредные*.

**2. 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 2.16. 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 2.17. 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 2.18. Компьютер**

**Функция** компьютера – это *обрабатывать* информацию.

**Бесполезная функция** – это затраты энергии, когда на компьютере не 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 2.19. 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 2.20. 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 2.21. Телефон**

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

##### **Пример 2.22. 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 2.23. Телефон**

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

##### **Пример 2.24. Автомобиль**

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

#### **Вспомогательная функция**

##### **Пример 2.25. Телефон**

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

## **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.