

Владимир Петров



ИДЕАЛЬНОСТЬ

Теория решения изобретательских задач
(ТРИЗ)

Владимир Петров

**Идеальность. Теория решения
изобретательских задач (ТРИЗ)**

«Издательские решения»

Петров В.

Идеальность. Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) /
В. Петров — «Издательские решения»,

ISBN 978-5-44-967939-0

В книге описывается самый главный закон эволюции искусственных систем — идеализация — закон изменения степени идеальности. Используя только этот закон, можно решать сложные изобретательские задачи и предвидеть направление развития искусственных систем.

ISBN 978-5-44-967939-0

© Петров В.
© Издательские решения

Содержание

Введение	6
Глава 1. Общие представления	7
Глава 2. Общие понятия закона увеличения степени идеальности	8
Глава 3. Виды степеней идеализации системы	9
3.1. Система появляется в нужный момент в нужном месте	10
3.2. Самоисполнение	12
3.3. Идеальная система – функция	15
3.4. отказ от функции	17
Глава 4. Показатель степени идеальности	19
Глава 5. Способы и виды идеализации	22
5.1. Общие способы идеализации	22
5.2. Модульные принципы построения систем	23
Конец ознакомительного фрагмента.	25

Идеальность Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ)

Владимир Петров

© Владимир Петров, 2019

ISBN 978-5-4496-7939-0

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

В книге описывается самый главный закон эволюции искусственных систем – идеализация – закон изменения степени идеальности.

Используя только этот закон можно решать сложные изобретательские задачи и предвидеть направление развития искусственных систем.

Введение

Законы **эволюции искусственных систем** имеют определенную структуру.

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

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

Детально законы развития искусственных систем описаны в монографии¹.

¹ Петров Владимир. Законы развития систем: ТРИЗ. Изд. 2-е, испр. и дополненное / Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2019. – 922 с. – ISBN 978-5-4490-9985-3

Глава 1. Общие представления

Понятие об идеальной машине – одно из фундаментальных для всей методики изобретательства.

Г. С. Альтшуллер²

*Самая лучшая деталь в танке та, которой в нем нет!
Действительно – она уж точно не сломается и не сгорит...*

М. И. Кошкин,

главный конструктор танка Т-34

Закон изменения степени идеальности является основным из законов эволюции систем (рис. 1).



Рис. 1. Структура законов эволюции систем

Закон изменения степени идеальности включает два закона (рис. 2):



Рис. 2. Структура закона изменения степени идеальности

1. **Закон увеличения степени идеальности;**
2. **Закон уменьшения степени идеальности (антиидеальность).**

² Альтшуллер Г. С. Алгоритм изобретения. 2-е изд. – М: Московский рабочий, 1973, 296 с., С. 83

Глава 2. Общие понятия закона увеличения степени идеальности

Общее направление развития систем определяется **законом увеличения степени идеальности**. Это **самый главный закон эволюции систем**.

Г. Альтшуллер сформулировал это закон следующим образом:

«Развитие всех систем идет в направлении увеличения степени идеальности»³.

Автор незначительно изменил эту формулировку⁴.

Закон увеличения степени идеальности заключается в том, что *любая система в своем развитии стремится стать идеальнее*.

Как показано выше (рис. 1), общее направление идеализации определяется законами **изменением степени управляемости и динамизации, согласования-рассогласования, переходом в над- и подсистему, переходом на микро- и макроуровень и свертывания-развертывания**.

³ Альтшуллер Г. С. **Творчество как точная наука**. Теория решения изобретательских задач. – М.: Сов. радио, 1979. – 184 с. – Кибернетика. – С. 125.

⁴ Петров В. М. **Механизмы закона увеличения степени идеальности**. – Доклад на Петрозаводской конференции 1982 г. – Л.: 1982. Петров В. М. **Идеализация технических систем**. – Областная научно-практическая конференция «Проблемы развития научно-технического творчества ИТР». Тезисы докладов. Горький, 1983, С. 60—62. Более детально закон изменения степени идеальности изложен в монографии **Петров Владимир. Законы развития систем: ТРИЗ / Владимир Петров**. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 894 с. – ISBN 978-5-4490-9985-3

Глава 3. Виды степеней идеализации системы

Условно можно выделить четыре степени идеализации системы.

- 1. Появляться в нужный момент в нужном месте.*
- 2. Самоисполнение.*
- 3. Идеальная система – это функция.*
- 4. Функция становится не нужной.*

3.1. Система появляется в нужный момент в нужном месте

Идеальная система должна появляться в нужный момент в необходимом месте и нести полную (100%) расчетную нагрузку.

В остальное (не рабочее) время этой системы быть не должно (она должна исчезнуть) или выполнять другую полезную работу (функцию).

Нужное действие должно появляться в нужный момент в необходимом месте или *при необходимом условии*.

Приведем пример идеального воздействия (процесса), совершаемого в нужном месте в нужный момент, не причиняя вреда окружению.

Пример 1. Остановка крови

Внутренние кровотечения в полевых условиях практически невозможно остановить. Это часто приводит к смертельным исходам. Особенно это важно во время ведения боевых действий.

Американские ученые разработали технологию DBAC (Deep Bleeder Acoustic Coagulation), позволяющую быстро свертывать кровь путем нагрева до температуры свертывания (от 70° С до 95° С) под воздействием ультразвука.

Обнаружение кровотечения осуществляется с помощью эффекта Допплера.

Для обнаружения кровотечения прибор подает ультразвуковые импульсы и в месте кровотечения наблюдает максимальное смещение частоты сигнала. Так локализуется место кровотечения.

Ультразвуковые волны воздействуют только на пораженный участок и совершенно не влияют на работу расположенных рядом органов (рис. 3).



Рис. 3. Остановка крови

Пример 2. Печать по требованию (Print-on-Demand)

Традиционно книги печатают офсетным способом. Это очень производительная и качественная печать. После этого продукцию необходимо доставить в необходимую страну на конкретный склад, где она храниться до тех пор, пока не будет вся распродана.

Идеально, что бы печаталось только необходимое в данный момент количество экземпляров и в нужном месте.

С появлением цифровой печати стало возможным печатать продукцию по требованию. Такая технология получила название Print-on-Demand. Это высококачественная печать, позволяющая выпустить даже одну книгу. Продукция не хранится на складах, а сразу поступает к заказчику.

Предмет должен появиться только *в нужный момент в необходимом месте*.

Можно использовать *убирающиеся, складные, надувные, заменяемые и съёмные предметы* или *их части*. Они не занимают лишнее место и «появляются» в тот момент, когда они нужны.

3.2. Самоисполнение

Идеальная система *должна выполнять все процессы (действия) самостоятельно (САМА) без участия человека.*

Пример 3. Каменщики в Петербурге

Для строительства Петербурга не хватало каменщиков. Они не хотели ехать в далекую новую столицу.

Царь Петр I издал указ об освобождении петербургских каменщиков от податей, но эта мера не помогла.

Каменщики *сами* по собственному желанию должны прибыть на строительство Петербурга.

Петр I издал другой указ, запрещающий возводить во всей России «всякое каменное строение какого бы имени ни было, под страхом разорения всего имения и ссылки». Каменные здания стали возводиться только в Петербурге, что и вызвало приток каменщиков.⁵

Достаточно много технических систем, в названии которых есть слово «сам» – без непосредственного участия человека. Уменьшение участия человека в работе технической системы осуществляется с помощью *механизации, автоматизации и кибернетизации*, в частности, *компьютеризации и интеллектуализации*.

3.2.1. Механизация

Механизация труда позволяет облегчить выполнение отдельных операций, повысить их производительность и точность изготовления. Создаются специализированные инструменты, приспособления и механизмы.

Пример 4. Надевание автомобильных шин на конвейере

Одна из операций при сборке автомобилей – надевание колес. Конвейер находится на определенной высоте, для удобства сборки. При надевании колеса на вал, его нужно или поднимать вручную, или иметь специальное устройство для его поддержания.

Колесо должно подниматься само.

Колесо размещают на тележке сверху (рис. 4а). Когда необходимо надевать колесо, рабочий нажимает кнопку, тележка наклоняется, колесо падает вниз (рис. 4б), ударяется о пол, подскакивает (само поднимается). Когда колесо оказывается на уровне оси, рабочий направляет колесо на ось.

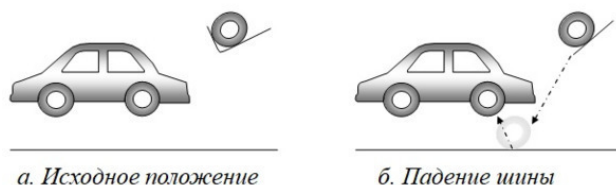


Рис. 4. Надевание автомобильных шин

3.2.2. Автоматизация

⁵ Ферсман А. Е. Рассказы о самоцветах. М.: Детгиз, 1957, С. 24.

Автоматизация труда избавляет человека от выполнения физического труда. Все операции выполняются самостоятельно. Человек выполняет только функции управления или вообще не касается этого процесса.

Пример 5. Стиральная машина

Стиральная машина сама (по программе) выполняет необходимую работу.

Более высокий уровень автоматизации – **использование эффектов**.

Пример 6. Самоочищающееся стекло

В английской компании *Pilkington* создали первое в мире оконное стекло, которое само себя очищает от грязи, разрушая органическую грязь, используя солнечный свет и дождевую воду. Его назвали *Pilkington Activ* (рис. 5).

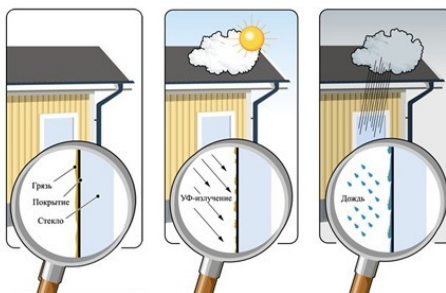


Рис. 5. Самоочищающееся стекло

Уничтожение грязи ведется непрерывно, а ее смыв происходит тогда, когда идет дождь, или при омовении стекла водой из шланга.

В наружной поверхности стекла вмонтирована тонкая прозрачная пленка из окиси титана (диоксида титана – TiO_2). Под действием света происходит **фотокаталитический процесс**, который разрушает грязь. TiO_2 – белый порошок, поэтому чтобы пленка была прозрачной ее сделали толщиной 15 микрон. Чтобы грязь не приставала к стеклу его поверхность сделали **гидрофобной**. Использовали **физический эффект**.

Стекло имеет эффект зеркала и синеватый отлив.

Наиболее дешевый способ идеализации – **использование ресурсов**.

Пример 7. Капсульная эндоскопия

Эндоскопия – способ осмотра некоторых внутренних органов при помощи эндоскопа. Эндоскоп представляет собой прибор, имеющий камеру, которая с помощью волоконной оптики передает изображение на экран телевизора. Продвижение камеры осуществляет врач.

Выпускается капсула (рис. 6), позволяющая исследовать тонкий кишечник. Такую капсулу проглатывают и она сама посредством перистальтики передвигается по желудочно-кишечному тракту и передает фотографии тонкого кишечника на датчики.

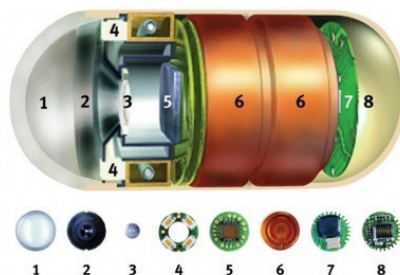


Рис. 6. Видео капсула

1 – оптическое окно; 2 – крепление объектива; 3 – объективы; 4 – светодиодное освещение; 5 – камера; 6 – батареи; 7 – передатчик; 7 – антенна.

Информация записывается на специальном приборе, который вешается на пояс пациента с помощью специальной сумки. Пациент не ощущает никаких неудобств и неприятных ощущений, которые происходят при традиционной эндоскопии.

3.2.3. Кибернетизация

Кибернетизация труда избавляет человека от управления процессом. Более высокие степени кибернетизации (компьютеризация, интеллектуализация) – это автоматизация мыслительной деятельности.

В качестве примеров можно привести шахматные компьютерные программы, программы – переводчики текстов на различные языки, экспертные системы и системы искусственного интеллекта и т. д.

Идеальная информация должна появляться САМА, без затрат времени и усилий на ее поиск.

3.3. Идеальная система – функция

Идеальной системы быть не должно, а ее **работа выполняется как бы сама собой**, по мановению волшебной палочки.

Функция должна выполняться без средств.

Идеальная система – это система, которой **не существует** – ее нет, а ее **функции выполняются** в нужный момент времени, в необходимом месте (причем в это время система несет 100% расчетную нагрузку), не затрачивая на это вещества, энергии, времени и финансов.

Таким образом, **идеальная система** должна выполнять **полезные функции** в нужный момент времени, в необходимом месте, **иметь нулевые затраты** и не иметь **нежелательных эффектов**.

Использование информации, если она не требует финансовых затрат, не относится к затратам. Система тем идеальнее, чем больше она использует бесплатной информации.

Тенденция: материальная система заменяется **виртуальной** или **программным обеспечением**.

Пример 8. DVD-ROM

Сегодня в квартирах часто имеется несколько компьютеров, которые объединяют в единую местную сеть. Тогда встает вопрос, как сэкономить на отдельных частях компьютеров, например, не покупать для каждого компьютера DVD-ROM.

Идеальный DVD-ROM – это отсутствующий DVD-ROM, который выполняет его функцию.

Можно использовать виртуальный DVD-ROM за счет программного обеспечения, которое имеется в операционной системе; например, в *Windows* эта операция называется «подключение сетевого диска». Таким же образом можно подключать дополнительный жесткий диск с другого компьютера, находящегося в местной сети.

Пример 9. Идеальная клавиатура компьютера

Клавиатуры быть не должно, а ее функция должна остаться. Клавиатуру проектируют на ровную поверхность, например, письменный стол (рис. 7). Нажатие клавиши определяется по пересечению пальцем определенного луча, проецирующего изображение.

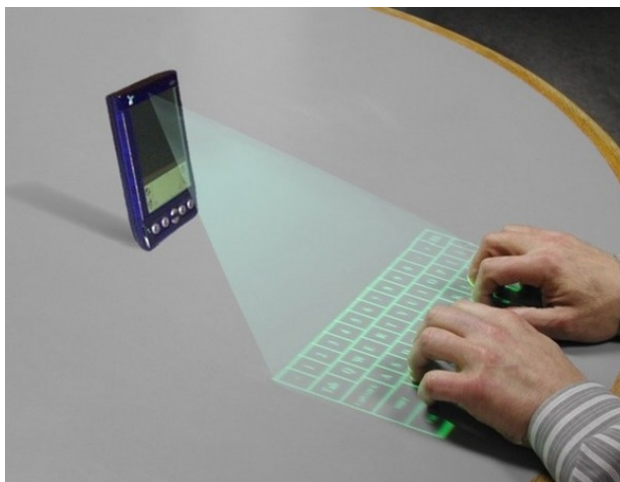


Рис. 7. Идеальная клавиатура

Виртуальная клавиатура имеется и в планшетах, и смартфонах.

Другое решение подавать все команды голосом, которые с помощью компьютерной программы распознают голос (*voice recognition*).

Еще один проект (*Project Soli*) представляет собой чип, помогающий управлять любыми устройствами, не касаясь их. Трехмерное движение кисти и пальцев воспринимаются с помощью радара. Размеры чипа небольшие (5х5мм), что позволит встраивать его даже в небольшие гаджеты, браслеты или смарт-часы (рис. 8).



Рис.8. Проект *Project Soli*

Пример 10. Идеальный экран

Идеальный экран для проектора – это его отсутствие (его быть не должно), а функция должна выполняться.

Можно использовать стену (лучше белого цвета) или доску, на которой пишут фломастерами. Тогда появляется еще дополнительный эффект – на изображение можно наносить изображения фломастерами.

Идеальная информация – нет информации, а выполняется только ее функция – действие, процесс, которые должны происходить с использованием данной информации. Например, принято решение, для которого собиралась данная информация.

3.4. отказ от функции

Предельная степень идеализации – функция становится не нужной.

Пример 11. Процесс мытья посуды

Раньше посуду мыли **вручную** (рис. 9а). Особо грязные места приходилось долго оттирать щеткой. При этом полированная посуда царапалась.

Развитие этого процесса осуществлялось в нескольких направлениях. Например, появились различные моющие средства (рис. 9б), убыстряющие и улучшающие процесс мытья. После нанесения таких средств нужно только смыть грязь.

Создали посудомоечную машину (рис. 9в). Она сама моет посуду.

Появилась одноразовая посуда (рис. 9г). Стал не нужен ни процесс мытья, ни сама функция – очистка посуды. Таким образом, **процесс мытья стал идеальным – он перестал существовать**.

Но необходимо собрать грязную одноразовую посуду и выбросить ее. Идеальнее не делать и этот процесс – избавиться и от этой функции. Можно **посуду сделать съедобной**, например, положить ее в питу (рис. 9д), багет, капустный лист и т. п.



Рис. 9. Процесс идеализации мытья посуды

Пример 12. Общение

Швейцарские дизайнеры из компании Iconspeak⁶ создали футболку, с помощью которой можно разговаривать на всех языках мира (рис. 10).

⁶ URL: <https://iconspeak.world/>

Глава 4. Показатель степени идеальности

Степень идеализации системы можно представить в виде формулы (1)⁷:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i F_i Q_i}{\sum_{i=1}^n \beta_i C_i + \sum_{i=1}^n \gamma_i H_i} \Rightarrow \infty; \quad (1)$$

Степень идеализации системы

где

I – степень идеализации (безразмерная величина);

F – полезная функция или полезный эффект;

Q – качество полезной функции (эффекта);

C – затраты времени и средств на осуществление полезной функции;

H – вредное действие;

i – порядковый номер функции;

n – количество функций;

α, β, γ – коэффициенты согласования.

В соответствии с формулой для увеличения степени идеальности число полезных функций следует увеличивать и улучшить их качество, а затраты и вредные функции уменьшать. В пределе, когда числитель стремится к бесконечности, а знаменатель стремится к нулю, идеальность стремится к бесконечности.

Для простоты представим формулу в упрощенном виде (2):

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n F_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \Rightarrow \infty \quad (2)$$

Степень идеальности

где

I – степень идеальности;

F – выполняемая функция или полезный эффект;

P – вредный эффект, затраты (факторы расплаты);

i – номер функции F ;

n – количество функций.

⁷ В этом виде формула предложена автором: **Vladimir Petrov, Avraam Seredinski. Progress and Ideality.** – TRIZ Futures 2005. 5th ETRIA Conference. November 16 to 18, 2005. Graz, Austria. P. 195—204 conference. – The TRIZ Journal. <http://www.triz-journal.com/archives/2006/02/01.pdf>. **Петров В. М. Формулы идеальности.** – Научно-практическая конференция «ТРИЗ-ФЕСТ 2009»: сборник трудов конференции. СПб, 2009. – 302 с. – С. 149—152 www.triz-summit.ru/file.php/.../Ideality%20formulas%20example.doc; www.patentovedam.narod.ru/download7/ideality.doc.

Проанализируем возможные значения степени идеализации, которые представлены в табл. 1.

Значения величин F и P могут либо *уменьшаться* (стрелка вниз «↓»), либо оставаться *неизменными* (знак равенства «=»), либо *возрастать* (стрелка вверх «↑»).

В клетках на пересечении строки и столбца будет показана степень идеальности. Двойные стрелки означают сильное изменение.

Функция F	Факторы расплаты P		
	↓	=	↑
↑	↑↑ 1	↑ 2	? 3
=	↑ 4	= 5	↓ 6
↓	? 7	↓ 8	↓↓ 9

Таблица 1. Возможные значения степени идеальности

В соответствии с формулой (2) рассмотрим все возможные случаи, показанные в девяти клетках табл. 1.

Увеличение степени идеальности показано в клетках **1, 2 и 4** (выделены зеленым цветом).

Самый лучший вариант *увеличения степени идеальности* – одновременное *увеличение* числителя и *уменьшение* знаменателя (клетка 1).

Клетки **2 и 4** также характеризуют рост идеальности, хотя и не такой быстрый, как в клетке 1.

Вариант, описанный в клетке **2**, – это *увеличение полезных функций* и **неизменные затраты**.

В клетке **4** представлен вариант – **неизменные полезные функции** и *уменьшение затрат*.

В клетках **6, 8 и 9** представлены варианты *уменьшения степени идеальности*, которую мы условно называли *анти-идеальность* (выделены красным цветом).

Самый худший вариант представлен в клетке **9**.

Уменьшение степени идеальности в вариантах, представленных в клетках 6 и 8 происходит медленнее, чем в варианте, представленном в клетке 9.

В клетке **6** представлен вариант – **неизменные полезные функции** и *увеличение затрат*.

Вариант, представленный в клетке **8**, – это *уменьшение полезных функций* и **неизменные затраты**.

Клетка 5 – это вариант постоянной (неизменяемой) степени идеальности.

В клетках **3 и 7** представлены варианты, где одновременно увеличиваются или уменьшаются числитель и знаменатель. Эти варианты неоднозначны и зависят от соотношения величин в числителе и знаменателе. Если числитель больше знаменателя, то происходит *увеличение степени идеальности*, в обратном случае – *уменьшение степени идеальности*.

Уменьшение степени идеальности будет показано в п. 10.

Формуле (1) соответствует 81 вариант значений степени идеализации (параметры F , Q , C и H могут *увеличиваться*, *уменьшаться* или оставаться *неизменными*). Если рассмотреть и способы их изменения, то общее количество значительно возрастает. Рассмотрим некоторые из них.

1. Увеличение числителя.

1.1. Одновременное увеличение числа полезных *функций* и *улучшение качества их выполнения*.

1.2. Увеличение числа полезных *функций* при **неизменном** *качестве их выполнения*.

1.3. Улучшение качества выполнения полезных *функций* при **неизменном** их *количестве*.

2. Уменьшение знаменателя (факторов расплаты)

2.1. Одновременное уменьшение затрат и вредных воздействий.

2.2. Уменьшение затрат не изменяя вредные воздействия.

2.3. Уменьшение вредных воздействий, не изменяя затраты.

Самый лучший вариант соответствует сочетанию пп. 1.1 и 2.1.

3. Уменьшение числителя.

3.1. Одновременное уменьшение числа полезных *функций* и *ухудшения качества их выполнения*.

3.2. Уменьшение числа полезных *функций*.

3.2.1. Функция отключена.

3.2.2. Функция недоступна.

3.3. Ухудшение качества полезных *функций*.

3.3.1. Частичное ухудшение качества полезных функций.

3.3.2. Полное ухудшение качества полезных функций – система не работоспособна.

4. Увеличение знаменателя (факторов расплаты)

4.1. Одновременное увеличение затрат и вредных воздействий.

4.2. Увеличение затрат.

4.2.1. Увеличение затрат времени на разработку, изготовление, обслуживание, ремонт и утилизацию.

4.2.2. Увеличение затрат материалов и комплектующих.

4.3.3. Использование более дорогих материалов и комплектующих.

4.3. Увеличение вредных воздействий

4.3.1 Например, война, диверсия или террор.

Самый худший вариант соответствует сочетанию п. 3.1 и 4.1.

Рассмотрим способы и виды идеализации путем изменения каждого из параметров формулы (1). Кроме того, покажем и принципиально другие способы идеализации.

Глава 5. Способы и виды идеализации

5.1. Общие способы идеализации

К общим способам идеализации можно отнести:

- 1. закономерность развертывания – свертывания;**
- 2. использование ресурсов;**
- 3. модульный принцип;**
- 4. использование одноразовых объектов;**
- 5. способы устранения нежелательных эффектов;**
- 6. принципы разрешения противоречий.**

Закономерность **развертывания—свертывания** изложена в монографии «Законы развития систем»⁸.

С помощью закономерности *развертывания системы*, можно **увеличить количество функций** системы, а с помощью закономерности *свертывания системы* или *процессов* можно **уменьшить затраты**.

В данном разделе приведем примеры использования *ресурсов, одноразовых объектов и принципов разрешения противоречий*.

Отдельно опишем модульный принцип и способы устранения нежелательных эффектов.

⁸ Петров Владимир. Законы развития систем: ТРИЗ. Изд. 2-е, испр. и дополненное / Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2019. – 922 с. – ISBN 978-5-4490-9985-3 (п. 7.11)

5.2. Модульные принципы построения систем

5.2.1. Общие сведения

Модульный принцип построения систем заключается в том, что систему разбивают на определенные части (модули, блоки) и каждую часть (модуль) можно создавать отдельно.

Любую систему можно разделить на определенные модули (блоки), что позволяет каждый модуль создавать *в наилучшем месте, в наилучшее время, наилучшими специалистами, используя наилучшие технологии и наилучшее оборудование*. Что обеспечивает:

- **наилучшее качество системы;**
- **многофункциональность системы;**
- **наименьшие затраты;**
- **наименьшие нежелательные эффекты.**

Модули могут создаваться, например, по функциональному признаку.

«Сборка» системы из отдельных модулей может осуществляться менее квалифицированными специалистами, за меньший срок и более качественно, чем «сборка» систем из отдельных не модульных частей.

Таким образом, **модульный принцип построения систем** позволяет следующее:

1. Создавать системы с наивысшим качеством за счет:

1.1. Использование наилучших специалистов:

- 1.1.1. по разработке структуры модульной системы,
- 1.1.2. разработке структуры каждого отдельного модуля,
- 1.1.3. изготовлению каждого отдельного модуля,
- 1.1.4. сбору отдельных модулей в систему.

1.2. Каждый функциональный модуль создается в специализированном месте, где имеются:

- 1.2.1. наилучшие условия,
- 1.2.2. наиболее прогрессивные технологии по разработке, изготовлению и контролю качества и т. д.
- 1.2.3. наилучшие специалисты и т. п.

2. Делать систему с большим количеством функций, например, путем соединения модулей с дополняющими друг друга функциями.

3. Уменьшить затраты времени и средств на создание, «сборку» и реорганизацию системы (уменьшение себестоимости), например, за счет:

3.1. Уменьшения затрат времени и средств на создание модулей:

3.1.1. Каждый функциональный модуль может иметь наименьшую себестоимость, так как создаваться в специализированном месте, где имеются:

- 3.1.1.1. наилучшие условия,
- 3.1.1.2. наиболее прогрессивные технологии массового производства и наилучшее оборудование,
- 3.1.1.3. наилучшие специалисты и т. п.

3.2. Уменьшения затрат времени и средств на «сборку», ремонт и реорганизацию системы:

3.2.1. Сокращение времени на сборку, ремонт и реорганизацию системы за счет ее значительного упрощения. Ремонт и реорганизация идут путем замены полностью модуля (блока).

3.2.2. Использование менее квалифицированных, а, следовательно, и менее оплачиваемых специалистов.

4. Уменьшение нежелательных эффектов

4.1. Модульный принцип построения часто предусматривает только одну возможность соединения конкретных модулей, что *исключает ошибку в соединении модулей* (защита от «дурака»).

4.2. Варианты соединения отдельных модулей, как правило, «просчитываются» заранее, что тоже *исключает соединение нежелательных модулей*.

Пример 13. Детский конструктор

С модульным принципом построения систем мы начинаем знакомиться с детства – это детский конструктор (рис. 11), *Lego*, радио конструктор и т. п.



Рис. 11. Детский конструктор

Пример 14. Компьютер

Наиболее ярким примером модульного принципа построения технических систем является компьютер.

В основу архитектуры современных персональных компьютеров положен магистрально-модульный принцип. Модульный принцип позволяет потребителю самому комплектовать нужную ему конфигурацию компьютера и производить при необходимости ее модернизацию. Модульная организация компьютера опирается на магистральный (шинный) принцип обмена информацией между модулями.

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.