

Закономерности развития искусственных систем

В. Петров^а,

^а*Innovation Technology, Raanana, Israel*

Аннотация

Статья посвящена уточнению системы законов и закономерностей развития искусственных систем и некоторых из закономерностей.

Ключевые слова: ТРИЗ, системный подход, законы и закономерности развития систем.

Abstract

The article is devoted to clarifying the system of laws and patterns of development of artificial systems and some of the patterns.

Keywords: TRIZ, systems approach, laws and patterns of system development.

1. Введение

Первая система законов развития технических систем была описана Г. Альтшуллером в [1]. Эта система была уточнена Б. Злотиным в [2]. Общая история законов развития систем изложена в [3].

Видение автора на законы и закономерности развития систем изложено в монографии [4].

В данной статье будет сделана попытка усовершенствовать систему законов, изложенную в [4].

2. Вновь введения в понятия и систему законов

2.1. Вновь введенные понятия

Новая система законов и закономерностей разбита на *обязательные* и *необязательные*. Обязательные будем называть **законами**, а необязательные – **закономерностями**. Обязательные – это те, не соблюдение которых приводит к неработоспособности системы. Необязательные – это статистические закономерности, которые в определенных условиях могут и должны соблюдаться, а при других условиях могут и не соблюдаться.

2.1.1. Законы

К законам мы относим законы диалектики, закон увеличения степени системности, законы построения системы и закон неравномерности развития системы.

2.1.2. Закономерности

К закономерностям мы относим закономерности эволюции систем.

2.2. Вновь введения в структуре законов и закономерностей

Изменения внесены только в структура законов построения систем. К этой группе относятся законы: соответствия, полноты и избыточности, проводимости и минимального согласования.

Введен новый закон – **закон соответствия**. Ранее он рассматривался как одно из необходимых условий работоспособности системы.

Закон полноты включает функциональную и структурную полноту и избыточность. Структурная полнота и избыточность включает полноту и избыточность частей и связей системы.

Вновь введена – *полнота и избыточность связей*.

2.3. Вновь введения в закономерности

Изменена только одна из закономерностей увеличения степени управляемости. К общей тенденции увеличения степени управляемости добавлен переход центрального управления к распределенному и самоорганизующемуся управлению.

3. Новая система законов и закономерностей

Законы и закономерности развития систем могут быть:

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

Всеобщие законы и закономерности не изменялись по сравнению с [4],

3.1. Законы и закономерности развития систем

Законы и закономерности развития систем предъявляют требования к построению и развитию систем.

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

Системность – это *свойство, заключающееся в согласовании всех взаимодействующих объектов, включая окружающую среду*.

Такое взаимодействие должно быть полностью сбалансировано.

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

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

Закономерности развития систем можно разделить на две группы:

- **законы построения систем** (определяющие *работоспособность системы*);
- **закономерности эволюции систем** (определяющие *развитие систем*).

Закономерности построения систем должны обеспечивать требования **системности:**

- *предназначение;*
- *работоспособность.*

Закономерности эволюции систем должны обеспечивать другие требования **системности:**

- *конкурентоспособность;*
- *не влиять отрицательно на окружение;*
- *учитывать закономерности развития систем.*

3.2. **Законы построения систем**

Системное требование *предназначение* осуществляется с помощью **закона соответствия.** Этот закон говорит о необходимости соблюдения соответствия структуры и главной функции системы. Структура системы должна обеспечивать выполнение главной функции системы. Структура обеспечивает необходимый набор частей, связей и взаимодействий между ними. Связи обеспечивают единство системы и возможность прохода потоков.

Системное требование *работоспособности* определяется **законами полноты и избыточности, проводимости и минимального согласования.**

3.2.1. *Закон полноты и избыточности*

Закон полноты и избыточности включает *функциональную* и *структурную* полноту и избыточность.

Закон функциональной полноты определяется набором минимально необходимых основных функций, а **закон функциональной избыточности** – набором основных, вспомогательных и дополнительных функций для обеспечения работоспособности (выполнения) главной функции системы.

Закон структурной полноты определяет минимально необходимый набор частей и связей системы, **закон структурной избыточности** определяет набор дополнительных частей и связей для обеспечения работоспособности системы.

Минимально необходимый набор *элементов* системы включает:

- **рабочий орган;**
- **источник и преобразователь вещества, энергии и информации;**
- **связи;**
- **система управления.**

Минимально необходимый набор *связей* системы включает необходимые связи между минимально необходимыми элементами.

Избыточность – это закономерность, по которой приблизительно **20% функций, элементов и связей** системы выполняют около **80% работы**.

При создании работоспособной системы нужно учитывать, что для выполнения какой-либо работы, кроме основных элементов и связей (выполняющих главную функцию), необходимо еще приблизительно **80% вспомогательных**, причем они, как правило, выполняют только **20% основной работы**. Учитывая это, следует предусмотреть **лишний расход вещества, энергии и информации** (приблизительно 20% на обеспечение главной функции и 80% основных и вспомогательных).

В общем виде закономерность избыточности формулируется как «**20% усилий дают 80% результата, а остальные 80% усилий — лишь 20% результата**»¹.

Избыточность особо велика, когда к системе предъявляются *повышенные требования*.

Это наиболее характерно для *систем безопасности и спасательных средств, медицинского оборудования, военной техники, сложных научных исследований, спортивного оборудования, предметов роскоши, массовых праздников* и т. п. Все они, как правило, имеют средства дублирования, значительные запасы (мощности, энергии, провиантов, медицинских препаратов, боеприпасов и т. п.) или «излишества», роскошь.

3.2.2. Закон проводимости потоков

Вещество, энергия и информация должны проходить от источника потока до требуемого элемента, совершая необходимые преобразования и выполняя соответствующие полезные функции.

Создание правильных потоков обеспечивает необходимую **функциональность** и **работоспособность** системы. **Отсутствие** хотя бы *одного жизненно-важного потока* делает систему **не работоспособной**.

Поток может быть:

- *вещества;*
- *энергии;*
- *информации.*

Поток вещества обеспечивает транспортировку вещества в различных агрегатных состояниях (например, в твердом, гелеобразном, жидком и газообразном) или объектов. Транспортировка **веществ** может осуществляться, например, по трубопроводам, с помощью конвейерной (транспортной) ленты и т. п., а **объектов** с помощью транспортных средств, например, по железной дороге, с помощью автотранспорта, судов, самолетов, эскалаторов, транспортеров и т. д.

Энергетический поток доставляет энергию от источника к требуемому элементу. Поток может, например, доставлять механическую, электрическую, оптическую, химическую, другие виды энергии, различные излучения и т. д.

Информационный поток обеспечивает проход информации от источника к требуемым элементам, например, от системы управления к органам управления и от них к системе управления. Информационный поток может осуществляться с помощью,

¹ Закон Парето – материал из Википедии.

например, проводов, по которым осуществляется передача информации, контроль и управление и всех видов беспроводной связи и т. д. Они могут распространяться различными путями: через печатные материалы, Интернет, радио и телевидение и т. д. Носителями информации является вещество и/или поле (энергия).

3.2.2. Закон минимального согласования

Внешнее согласование:

- Согласование потребности и главной функции;
- Согласование главной функции и принципа действия;
- Согласование принципа действия и рабочего органа (рабочий орган должен обеспечить главную функцию).

Внутреннее согласование (минимальное согласование):

- Минимальное согласование преобразователя с рабочим органом;
- Минимальное согласование источника и преобразователя вещества, энергии и информации между собой и с рабочим органом и системой управления;
- Минимальное согласование системы управления с рабочим органом, источником и преобразователем вещества, энергии и информации;
- Согласование всех связей и потоков;
- Минимальное согласование всех параметров системы.

3.3. Закономерности эволюции систем

В [4] эти закономерности назывались законами. Так как эти законы носят статистический и не обязательный характер, поэтому мы их переименовали в закономерности. Они не претерпели изменений.

- Закономерность изменения степени идеальности;
- Закономерность изменения степени управляемости и динамичности;
- Закономерность изменения степени согласования – рассогласования;
- Закономерность перехода в над- и подсистему;
- Закономерность перехода на микро- и макроуровень;
- Закономерности использования пространства.

3.4. Изменения в закономерности изменения степени управляемости и динамичности

Изменения касаются только закономерности изменения степени управляемости.

3.4.1. Общая тенденция увеличения степени управляемости

Общая тенденция увеличения степени управляемости – это переходы:

- от неуправляемой к управляемой системе;
- неавтоматического (ручного) управления к автоматическому;

- проводного управления к беспроводному;
- непосредственного управления к дистанционному;
- от центрального управления к распределенному и самоорганизующемуся управлению (вновь введенная тенденция).

Тенденция перехода от центрального к распределенному управлению уже давно используется в сложных системах, таких как самолеты (особенно военные самолеты), космические аппараты и станции, корабли, автомобили и т. д.

В последние годы такие системы используются для управления группой объектов, например, спутников, дронов. Имеются проект создания системы дорожного движения, где каждая машина будет связываться с другими ближайшими машинами и они будут вырабатывать безопасное движение.

3.5. Построение новых систем

Для построения новых систем используется системный подход, включающий системный анализ и системный синтез [4].

Системный анализ имеет два направления:

1. Выявление принципа действия, главной функции и потребности исследуемой системы;
2. Выявление недостатков.

Новую систему можно строить для существующих или альтернативных принципа действия, функций и потребностей.

Альтернативные принципы действия можно найти, используя различные виды эффектов и трансфер технологий. Альтернативные функции можно выявить, применяя закономерности изменения функций. Альтернативные потребности можно выявить, используя закономерности развития потребностей.

3.5.1. Закономерности изменения функций

Закономерности изменения функций включают [4]:

- закономерность идеализации функций;
- закономерность динамизации функций;
- закономерность согласования функций;
- закономерность перехода к моно- или поли-функциональности.

3.5.2. Закономерности развития потребностей

Закономерности развития потребностей включают [4]:

- закономерность идеализации потребностей;
- закономерность динамизации потребностей;
- закономерность согласования потребностей;
- закономерность объединения потребностей;
- закономерность специализации потребностей.

4. Заключение

В статье автор кратко изложил основные изменения в системе законов и закономерностей развития искусственных систем.

Законы и закономерности разделены на обязательные и необязательные. Обязательные названы законами, а необязательные – закономерностями.

К законам отнесены законы диалектики, закон увеличения степени системности, законы построения систем и закон неравномерности развития систем.

Изменения рассматриваются по сравнению с монографией автора [4]. Новое появилось только в закономерности увеличения степени управления. В общей тенденции добавлена тенденция перехода от центрального управления к распределенному и самоорганизующемуся управлению.

Список литературы

1. Альтшуллер Г. С. Творчество как точная наука: Теория решения изобретательских задач. – М.: Сов. радио, 1979. – 184 с. – Кибернетика.
2. Альтшуллер Г. С., Злотин Б. Л., Зусман А. В., Филатов В. И. Поиск новых идей: от озарения к технологии. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1991. – 381 с. ISBN 5 – 362 – 00147 – 7.
3. Петров Владимир. История развития законов: ТРИЗ / Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 90 с. – ISBN 978-5-4493-6079-3.
4. Петров Владимир. Законы развития систем: ТРИЗ, Изд. 2-е. Издательские решения, 2019. – 894 с. – ISBN 978-5-4490-9985-3.
5. Альтшуллер Г. С. Найти идею: Введение в ТРИЗ – теорию решения изобретательских задач. – Новосибирск: Наука, 1986. – 209 с.

Благодарность

Выражаю благодарность Борису Голдовскому за помощь в переосмыслении понятий и системы законов, изложенной в [4].

Автор для контакта:

Владимир Петров, vladpetr@013net.net