

Владимир Петров



ЗАКОНЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ

ТРИЗ. Изд. 2-е, испр. и дополненное

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

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=34394816
ISBN 9785449099853

Аннотация

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

Содержание

Посвящение	6
Предисловие	7
Благодарности	10
Введение	12
1. История законов развития технических систем	14
1.1. Введение	15
1.2. Исследования по развитию техники	16
1.3. Понятия и определения	21
1.4. Работы по законам развития техники	53
1.5. Работы по законам развития техники в ТРИЗ	71
Конец ознакомительного фрагмента.	119

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

Владимир Петров

© Владимир Петров, 2019

ISBN 978-5-4490-9985-3

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

Монография переиздается по вышедшей в 2013 году кни-

ге¹.

Это второе издание, исправленное и дополненное. Первое издание вышло в 2018 г.²

Книга уникальна. Это единственное самое полное изложение законов развития систем. С такой подробностью законы развития систем еще не были изложены ни в одной книге. Книга содержит методику прогнозирования – это основа эф-

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

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

фективной методики получения перспективных идей, прогноза развития систем и обхода конкурирующих патентов, которая имеет ощутимые преимущества перед существующими подходами.

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

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

Особый интерес книга может представлять для патентных поверенных.

Посвящение

Книга посвящается светлой памяти самых близких мне людей:

*Учителю, коллеге и другу Генриху
Альтиуллеру*

*и жене и соратнику Эсфирь Златиной.
Владимир Петров*

Предисловие

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

Закон есть отражение существенного в движении универсума.
В. И. Ленин³

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

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

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

⁵ Альтшуллер Г. С. *Найти идею*. Введение в теорию решения

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

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

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

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

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

изобретательских задач. – Новосибирск: Наука, 1986, С. 86

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

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

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

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

Благодарности

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

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

Хотелось бы выразить искреннюю благодарность своим друзьям и коллегам Волюславу Митрофанову, Борису Голдовскому, Геннадию Иванову, Марату Гафитулину, Михаилу Рубину, Юрию Горину, Андрею Ефимову, Александру Кынину, Юрию Федосову, Науму Фейгенсону, Олегу Фейгенсону, Александру Кашкарову, Леониду Чечурину, Эдуарду Курги, Михаилу Шустерману, Милославе Зиновкиной, Виктору Тимохову, Сергею Фаеру, Людмиле Семеновой, Елене Гусевой, Галине Тереховой, Елене Редколис (Россия); Анатолию Гину, Игорю Девойно, Георгию Северинцу (Беларусь); Борису Злотину, Алле Зусман, Семену Литвину, Александру Любомирскому, Сергею Яковенко, Валерию Цурикову, Леониду Каплану, Валерию Прушинскому, Светлане Вишнепольской, Владимиру Просянику (США); Юрию

Бельскому (Австралия); Павлу Ливотову (Германия); Валерию Сушкову (Нидерланды); Пейсаху Амнуэлю, Якову Скиру (Израиль) за ценные советы и замечания, высказанные при составлении книги, и особенно Борису Голдовскому, Милославе Зиновкиной, Виктору Тимохову, Галине Тереховой, Елене Редколис (Россия) и Рае Кузьменко (Израиль), за редакторскую работу, а также многим другим, кто оказал поддержку и помощь при работе над этой книгой.

Введение

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

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

Безусловно, технику развивает человек.

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

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

На следующем этапе исправляют недостатки неудачной

системы. Кроме того, потребности человека постоянно растут. Для их удовлетворения разрабатываются новые технические системы, которые конкурируют друг с другом.

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

Подобный процесс свойственен и для другим искусственным системам.

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

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

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

1. История законов развития технических систем

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

Впервые эта работа была сделана в 1973 году. В дальнейшем автор периодически пополнял эти материалы⁹. Они использовались автором для чтения лекций по законам развития технических систем.

Содержание

1.1. Введение

1.2. Исследования по развитию техники

1.5. Разработка законов развития техники в ТРИЗ

1.6. Выводы

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

1.1. Введение

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

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

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

1.2. Исследования по развитию техники

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

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

Чуть позже некоторые законы развития техники были

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

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

описаны

К. Марксом и Ф. Энгельсом.

К. Маркс описал эти законы в разделе «Развитие машин»¹²: «... различие между орудием и машиной устанавливают в том, что при орудии движущей силой служит человек, а движущая сила машины – сила природы, отличная от человеческой силы, например, животное, вода, ветер и т. д.»¹³. Далее К. Маркс пишет: «Всякое развитое машинное устройство состоит из трех существенно различных частей: машины—двигателя, передаточного механизма, наконец, машины-орудия, или рабочей машины. Машина-двигатель действует как движущая сила всего механизма. Она или сама передает свою двигательную силу или как паровая машина, калорическая машина, электромагнитная машина и т. д., или же получает импульс извне, от какой-либо готовой силы природы, как водяное колесо от падающей воды, крыло ветряка от ветра и т. д. Передаточный механизм, состоящий 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, пре-

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

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

вращает из перпендикулярного в круговое, распределяет его и переносит на рабочие машины. Обе эти части механизма существуют только затем, чтобы сообщить движение машине-орудию, благодаря чему она захватывает предмет труда и целесообразно изменяет его. ... Первоначально „машина-орудие“ (рабочая машина) представляла в очень измененной форме, все те же аппараты и орудия, которыми работают ремесленник или мануфактурный рабочий, но это уже орудия не человека, а орудия механизма, или механические орудия»¹⁴.

Некоторые дополнительные материалы можно найти в работах

Ф. Энгельса по истории развития военной техники и ведения войн. Это работы 1860—1861 гг., в частности: «О нарезной пушке», «История винтовки», «Оборона Британии», «Французская легкая пехота» и др.¹⁵. Некоторые зачатки законов развития техники и ее взаимодействия с человеком и обществом изложены в работах К. Маркса¹⁶.

Определенным вкладом в понимание техники и ее зако-

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

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

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

нов было создание «философии техники»¹⁷. Этот термин ввел немецкий ученый Эрнест Капп. В 1877 г. он выпустил книгу «Основные линии философии техники»¹⁸. Основное развитие этого течения проходило в начале XX в. Развитием «философии техники» занимались немецкие ученые Ф. Дессауер¹⁹, М. Эйт²⁰, М. Шнейдер²¹ и др. В России эту тематику разрабатывал П. К. Энгельмейер. В 1911 году он выпустил книгу «Философия техники»²². Все эти работы обсуждали теоретические и социальные проблемы техники и технического прогресса.

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

Вопросами истории техники, классификации и определения понятий техники занимались многие ученые в раз-

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

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

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

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

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

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

личных странах К. Туссман²³ и И. Мюллер²⁴ (в Германии), В. И. Свидерский²⁵, А. А. Зворыкин²⁶, И. Я. Конфедератов²⁷, С. В. Шухардин²⁸ (в России) и др. В 1962 г. был выпущен фундаментальный труд по истории техники²⁹. Вопросы философии науки и техники изложены в книге с аналогичным названием³⁰.

²³ **Tessman K. Zur Bestimmung der Technik als gesellschaftliche Erscheinung.** «Deutsche Zeitschrift für Philosophie», 1967, Nr.5.

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

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

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

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

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

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

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

1.3. Понятия и определения

Приведем некоторые определения.

ЗАКОН – *внутренняя существенная и устойчивая связь явлений, обуславливающая их упорядоченное изменение.*³¹

Закон, необходимое, существенное, устойчивое, повторяющееся отношение между явлениями. Закон выражает связь между предметами, составными элементами данного предмета, между свойствами вещей, а также между свойствами внутри вещи. Но не всякая связь есть закон. Связь может быть необходимой и случайной. Закон – это необходимая связь. Он выражает существенную связь между сосуществующими в пространстве вещами. Это закон функционирования³².

ЗАКОН, необходимое, существенное, устойчивое, повторяющееся отношение между явлениями в природе и обществе. Понятие закон родственно понятию сущности. Существуют три основные группы законов: специфические, или

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

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

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 науки³³.

ЗАКОН, объективно существующая необходимая связь между явлениями, внутренняя существенная связь между причиной и следствием³⁴.

ЗАКОН, не зависящая ни от чьей воли, объективно наличествующая непреложность, заданность, сложившаяся в процессе существования данного явления, его связей и отношений с окружающим миром³⁵.

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

Законы существуют *объективно*, независимо от сознания людей.

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

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

³⁵ **Закон** – Толковый словарь русского языка. <http://mega.km.ru/ojigov/encyclor.asp?TopicNumber=9101>.

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ОБЩЕСТВЕННАЯ, объективно существующая, повторяющаяся, существенная связь явлений общества, жизни или этапов исторического процесса, характеризующая поступательное развитие истории³⁶.

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. Действие закономерности общественной проявляется в виде тенденций, определяющих основную линию развития общества³⁷.

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ, обусловленность объективными законами; существование и развитие соответственно законам³⁸.

В. П. Тугаринов дает следующее определение закона: «За-

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

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

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

кон есть такая взаимосвязь между существенными свойствами или ступенями развития явлений объективного мира, которая имеет всеобщий и необходимый характер и проявляется в относительной устойчивости и повторяемости этой связи»³⁹.

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

Понятие «закономерность» отличается от закона по своему содержанию и принятому употреблению. Достаточно 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 исключают, а подразумевают частичное совпадение со-

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

держания этих понятий»⁴⁰.

История возникновения и формирования понятия закона подробно описана Л. А. Друяновым⁴¹. Кроме того, он выделяет две черты, присущие закону, а описывает четыре (иерархия этих черт и выделение текста выполнены автором статьи):

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

– **Необходимость.** *«...всякий объективный закон (закон природы) носит необходимый характер; закон, закономерная связь всегда является в то же время необходимой связью, которая, в отличие от случайной связи, при наличии*

⁴⁰ Мелешенко Ю. С. Техника и закономерности ее развития. – Л.: Лениздат, 1970, 248 с. – С. 163.

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

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

определенных условий неизбежно должна иметь место (произойти, наступить) ... Следовательно, существенная закономерная связь (закон) является в то же время и необходимой связью. Другими словами, необходимость – это важнейшая черта закона, закономерности. Всякий закон природы представляет собой, таким образом, выражение необходимого характера существенных связей в объективном мире»⁴³.

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

– **Повторяющийся характер.** «Легко видеть, какое значение имеет существование стабильности, повторяемости, порядка в природе для человека, для науки и практической деятельности людей. Если бы в природе ничего не повторялось и происходило всякий раз по-новому, ни человек, ни жи-

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

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

вотные не могли бы приспособиться к окружающим условиям, стала бы невозможна целесообразная деятельность, научное познание, да и сама жизнь... Поскольку повторяемость, упорядоченность... составляют важную характеристику объективных законов, научные поиски закономерных связей в природе начинаются обычно с констатации повторяемости определенной стороны или свойства изучаемых объектов... Следовательно, науку интересуют не любые повторяющиеся связи объектов, а лишь такие, которые носят в то же время существенный характер, т. е. ее интересуют существенные повторяющиеся связи»⁴⁵.

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

Б. С. Украинцев сформулировал общие особенности объективных законов техники⁴⁷:

– 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 зако-

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

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

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

ны по своей сущности являются законы целеосуществления».

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

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

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

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

вития».

А. И. Половинкин сформулировал требования, которым должны удовлетворять законы техники⁴⁸:

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

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

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

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

характера их действия), которые отвечают на вопрос «почему?». На все вопросы обычно отвечает теория, опирающаяся на несколько законов.

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

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

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

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

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

Система⁴⁹ (от лат. *systema*, от греч. σύστημα, «составленный», целое, составленное из частей; соединение) – множество **элементов**, взаимосвязанных и взаимодействующих между собой, которые образуют единое *целое*, обладающее

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

свойствами, не присущими составляющим его элементам, взятым в отдельности.

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

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

Часто такое свойство так же называют **синергетическим эффектом** (от греч. *συνεργός* – вместе действующий) — возрастание эффективности деятельности в результате интеграции, слияния отдельных частей в единую систему за счет так называемого системного эффекта⁵¹.

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

Синергия (греч. *Συνεργία* — сотрудничество, содействие, помощь, соучастие, сообщничество; от греч. *Σύν* — вместе, греч. *ἔργον* — дело, труд, работа, действие) — суммирующий эффект взаимодействия двух или более факто-

⁵⁰ **Эмерджентность** — материал из Википедии.

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

ров, характеризующийся тем, что их действие существенно превосходит эффект каждого отдельного компонента в виде их простой суммы⁵²

Целостность⁵³ – характеристика системы, выражающая автономность и единство системы, противостоящей окружению. Она связана с функционированием системы и присутствующими 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.

Свойство⁵⁴ – 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.

Отношение⁵⁵ – взаимосвязь, взаимозависимость и соотношение элементов системы. Это мысленное сопоставление

⁵² **Синергия** — материал из Википедии.

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

⁵⁴ **Свойство** – БСЭ.

⁵⁵ Подробнее см. **Отношение** — БСЭ.

различных объектов и их сторон.

Пример 1.1. Предложение (в языке)

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

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

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

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

Системам свойственно понятие **иерархии**.

Иерархия систем:

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

Иерархия систем

Пример 1.2. Телефон

Система – *телефон*.

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

Надсистема – *АТС*, *телефонные сети* и т. д.

Внешняя среда – чаще всего *помещение*, *воздух*.

Пример 1.3. Автомобиль

Система – *автомобиль*.

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

Надсистема – *дороги, автозаправочные станции, автостоянки, система управления движением* и т. д.

Внешняя среда – открытое пространство и атмосферные явления.

Законы мы будем рассматривать:

– для **анализа существующих искусственных (антропогенных) систем**;

– **создания (синтеза) искусственных систем**.

Антропогенная система⁵⁶ (от греч. *anthropos* – человек, *genesis* – происхождение, становление развивающегося явления) – система, созданная в результате сознательно направленной человеческой деятельности.

Пример 1.4. Антропогенные системы

Это широкий класс систем, созданных человеком: язык, понятия, мысли, знания, наука, литература и искусство, социальные группы (племена, сообщества, государства и т. д.), сельскохозяйственные системы, искусственно созданные

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

объекты фауны и флоры (генная инженерия, биотехнологии и т. п.), технические системы и т. д.

Основное внимание будет уделено рассмотрению одного класса антропогенных систем – **технических систем**.

Техническая система (ТС) – это *система*, создающаяся с конкретной **целью** для удовлетворения определенной **потребности**. Она выполняет **функцию**, осуществляя *процесс*, основанный на определенном **принципе действия**.

ТС имеет определенную *структуру* и *потоки*.

Примечание. Техническая система может включать, как *искусственные*, так и *природные элементы*.

В качестве примеров технических систем можно назвать: *самолет, автомобиль, кондиционер, телефон, телевизор, компьютер, Интернет* и т. д.

Пример 1.5. Самолет

Самолет состоит из *крыльев, фюзеляжа, двигателя, шасси* и т. д.

Ни один из этих элементов не обладает свойством летать. Соединенные в единую *систему* – самолет приобрел новое свойство – *летать* – *системный эффект*.

Пример 1.6. Телефон

Телефон состоит из *микрофона, наушника, клавиатуры,*

дисплея, памяти и т. п.

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

Пример 1.7. Алгоритм

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

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

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

Анализ и синтез технических систем должны использовать системный подход.

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

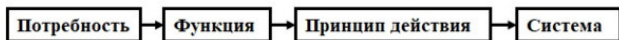


Рис. 1.1. Последовательность синтеза технической системы

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

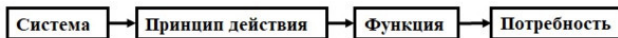


Рис. 1.2. Последовательность системного анализа

В дальнейшем могут быть выбраны или разработаны альтернативные системы, использующие тот же принцип дей-

ствия, 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 активности⁵⁷.

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*»⁵⁸.

В дальнейшем будем использовать более краткую формулировку функции.

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

⁵⁷ Экономический словарь <http://abc.informbureau.com/html/iiodaaiinou.html>.

⁵⁸ Функция – <http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc1p/51082>.

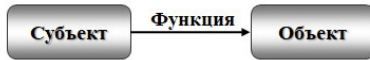


Рис. 1.3. Функция

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

Функция записывается в виде *глагола*.

Пример 1.8. Самолет

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

Пример 1.9. Кофе

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

Пример 1.10. Компьютер

Компьютер *обрабатывает* информацию. Компьютер – *субъект*, обрабатывает – *функция*, информация – *объект*.

Обрабатывать – это значит *изменять* объект (информацию).

Пример 1.11. Компьютерная память

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

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

Процесс можно определить, как⁵⁹:

- последовательную смену состояний стадий развития.
- совокупность последовательных действий для достижения какого-либо результата (например, производственный процесс – последовательная смена трудовых операций).

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

Пример 1.12. Приготовление кофе

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

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

7 – ждут, пока пенка опустится. Операции 5—7 повторяются несколько раз.

Пример 1.13. Компьютерная программа

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

Пример 1.14. Алгоритм Евклида

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

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

Описание алгоритма нахождения НОД делением.

– Большое число делим на меньшее.

– Если 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 1.15. Компилятор

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

Компилятор состоит из следующих этапов.

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

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

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

– Оптимизация. Выполняется удаление излишних кон-

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

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

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

Продолжим рассматривать понятие *функции*.

Функции можно классифицировать:

- *по полезности;*
- *степени их выполнения.*

Опишем классификацию функций:

- ***по полезности:***
- *полезные;*
- *бесполезные;*
- *вредные.*
- ***по степени выполнения полезных функций:***
- *достаточные;*
- *избыточные;*
- *недостаточные.*

Полезная функция – функция, обеспечивающая *работоспособность системы*.

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

Вредная функция – функция, создающая *нежелательный эффект*.

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

Избыточная функция – функция, создающая *избыточное действие*.

Недостаточная функция – функция, создающая *недостаточное действие*.

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

Пример 1.16. Холодильник

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

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

Вредная функция холодильника – шум компрессора.

Достаточная функция холодильника – нормальное охлаждение до заданной температуры.

Избыточная функция холодильника – избыточное

охлаждение (переохлаждение) – ниже требуемой температуры.

Недостаточная функция холодильника – недостаточное охлаждение – выше требуемой температуры.

Пример 1.17. Газовая плита

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

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

Вредная функция газовой плиты – утечка газа.

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

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

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

Пример 1.18. Компьютер.

Функция компьютера – это *обрабатывать* информацию.

Бесполезная функция – это затраты энергии, когда на компьютере 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 1.19. Телефон

Функция телефона – *передать* 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 слы-

шен.

Пример 1.20. Автомобиль

Функция автомобиля – *перевозить* людей.

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

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

Достаточная функция – нормальная работа автомобиля.

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

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

Иерархия функций:

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

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

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

Главная функция

Пример 1.21. Телефон

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

Пример 1.22. Автомобиль

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

Основная функция

Пример 1.23. Телефон

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

Пример 1.24. Автомобиль

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

Вспомогательная функция

Пример 1.25. Телефон

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

Пример 1.26. Автомобиль

Вспомогательная функция автомобиля – *обеспечить*

двигатель энергией. Это полезная функция.

Вредная, недостаточная, избыточная функции

Пример 1.27. Телефон

Генерирование шумов – вредная функция.

Плохая слышимость – недостаточная функция.

Слишком громкий звук – избыточная функция.

Пример 1.28. Автомобиль

Выделение углекислого газа – вредная функция.

Невозможность проехать по пересеченной местности – недостаточная функция.

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

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

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

Связи могут быть *внутренние* и *внешние*.

Внутренние связи – связи между элементами системы (подсистемами).

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

Элементы и связи могут быть:

- *вещественные*;
- *энергетические*;
- *информационные*.

Внутренние связи

Пример 1.29. Телефон

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

Пример 1.30. Автомобиль

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

Внешние связи

Пример 1.31. Телефон

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

Пример 1.32. Автомобиль

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

Работа системы осуществляется вследствие прохождения **потоков:**

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

Потоки **вещества** могут быть:

- *твердые;*
- *жидкие;*
- *газообразные;*
- *смешанные.*

В свою очередь *твердые потоки* могут быть:

- монолитными;
- в виде отдельных частиц (порошка).

Потоки вещества

Пример 1.33. Поток автомобилей

Поток твердого монолитного вещества.

Пример 1.34. Поток масла

Поток жидкого вещества.

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

Поток газа.

Потоки энергии

Пример 1.36. Телефон

Поток электроэнергии по проводам.

Пример 1.37. Автомобиль

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

Поток электроэнергии по проводам.

Потоки информации

Пример 1.38. Телефон

Поток электрических и звуковых сигналов.

Пример 1.39. Автомобиль

Поток сигналов управления и сигналов от датчиков.

1.4. Работы по законам развития техники

На основе изучения истории техники К. Маркс сформулировал некоторые законы развития техники⁶⁰:

- *Закон возникновения и возрастания потребностей.*
- *Закон ускоренного развития средств производства.*
- *Закон непрерывного развития новых видов промышленности.*

Различные ученые описывали требования к разработке техники и технических наук. Делались попытки классификации законов и закономерностей техники. К ним относятся работы Дж. Бернала⁶¹, Д. Киллефера⁶², Я. Клаучо и Е. Дуды, Л. Тондла⁶³, И. Мюллера, Д. Тейхмана⁶⁴, К. Тессмана⁶⁵, Л.

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

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

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

⁶³ **Tondl L. Über die Abgrenzung der Naturwissenschaften und der technischen Wissenschaften.** Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität Dersden. 15, 1966, Heft 4.

⁶⁴ **Teichmann D. Zur Integration von technischen Wissenschaften und Gesellschaftswissenschaften.** Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität Dersden. 15, 1966, Heft 4.

⁶⁵ **Teichmann K. Die Anwendung der experimentellen Methode in den technischen Wissenschaften.** – Struktur und Funktion der experimentellen

Штирибинга⁶⁶, Б. М. Кедрова⁶⁷, О. Д. Симоненко⁶⁸, В. М. Розина⁶⁹.

Рассмотрим более детально некоторые из них.

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

– *Законы структуры и функционирования систем.*

– *Законы развития систем.*

А. С. Мамзин и В. П. Рожин отмечали: *«Различие законов функционирования и законов развития объектов материальной действительности связано с тем, что в первом случае мы имеем дело с такого рода законами, которые характеризуют внутреннюю связь элементов системы и выступают как важное условие сохранения целостности и ненарушимости материальной структуры объекта в процессе непрерывных изменений. Во втором случае мы имеем дело с законами, характеризующими определенную последова-*

Method. – Rostock, 1965

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

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

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

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

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

тельность, ритм, темп и т. п. в переработке самих материальных структур, связь между различными состояниями системных объектов»⁷¹.

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

Рассмотрим и другие классификации.

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

И. Мюллер выделяет три группы законов⁷³:

– *Структуры и развития техники, как определенного целого.*

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

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

М. Корах⁷⁴ сформулировал, по его мнению, четыре фун-

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

⁷² Klauco I., Duda E. Fenomen techniky. Bratislava, 1967, С 43.

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

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

даментальных закона:

- Закон стоимостной переменной.
- Закон большого числа переменных.
- Закон шкального эффекта.
- Закон автоматизации.

Наиболее детально характеристику технического объекта дал В. В. Чешев⁷⁵. Он пишет «...технический объект представляют в виде определенной совокупности элементов, в виде определенной вещественной структуры. ...он представляет собой особую „целесообразную форму“ проявления некоторого закона природы и должен описываться со стороны технических свойств, проявляемых им при практическом использовании в производственной (или какой-либо другой) сфере деятельности, а также должен быть описан со стороны своего внутреннего содержания как процесс, определяемый законом природы. Описывая техническое устройство совокупностью технических и естественных свойств, мы получаем обобщенное представление о техническом объекте».

В. В. Чешев выделяет две основные группы понятий:

- отражающие структуру технического объекта;
- описывающие функционирование технического объекта в качестве средства целесообразной деятельности.

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

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

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

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

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

Имеются работы, описывающие отдельные принципы построения техники, например:

– **Системность**⁷⁶ частично описана В. И. Свидерским: *«Говоря об элементах, мы должны подразумевать под ними не просто дробные части данного целого, а лишь такие из них, которые, вступая в определенную систему отношений, непосредственно создают данное целое».* Под элементами он понимает: *«в самом общем значении под элементами следует понимать любые явления, процессы, образующие в своей совокупности данное явление, данный процесс»*⁷⁷.

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

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

– **Принцип агрегатирования и унификации** описали Х. Габель и С. А. Майоров. Х. Габель⁷⁸ описывает принцип агрегатирования и унификации применительно к станкам и автоматическим линиям. Станки собираются из унифицированных блоков, а линии из агрегатных станков. С. А. Майоров рассматривает этот принцип применительно к цифровым управляющим машинам (сегодня более привычен термин компьютер). Он пишет: *«В связи с непрерывно увеличивающейся потребностью в цифровых управляющих машинах назрела необходимость в более эффективной разработке прогрессивных принципов проектирования ЦУМ на основе простейших унифицированных функциональных узлов и блоков, позволяющих механизировать и автоматизировать основные производственные процессы производства этих узлов, повысить надежность и сократить сроки разработки и освоения новых, более совершенных управляющих машин»*⁷⁹.

– **Закон растущей дифференциации техники** предложен немецким ученым О. Киенцле⁸⁰.

⁷⁸ Габель Х. Компонировка агрегативных станков и автоматических линий. – М.: Машгиз, 1959, С. 56.

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

⁸⁰ Kitnzle O. Die Grundpfeiler der Fertigungstechnik. – VDI – Zeitschrift, 1956,

Систематизацией техники достаточно много занимались немецкие ученые. В 30-х годах этим занимался В. Бишоф. Затем эти работы продолжил Ф. Ханзен. Он назвал их «*систематика конструирования*». Он выявил закономерности, связанные со структурно-функциональным представлением техники⁸¹.

Ю. С. Мелешенко глубоко и обстоятельно исследовал развитие техники, технических и естественных наук. В своей работе он дал глубокий анализ: концепций, понятий, определений и классификации техники; системы связи техники с другими общественными явлениями; развития техники, и научно-технических революций. Это наиболее фундаментальный труд того времени по закономерностям развития техники⁸².

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

- *Законы структуры и функционирования техники.*
- *Законы развития техники.*

Кроме того, Ю. С. Мелешенко выделяет две крупные

№ 23, P.1386.

⁸¹ **Fingerratetechnik**, 1961, № 10; 1967, № 9.

⁸² **Мелешенко Ю. С. Техника и закономерности ее развития.** – Л.: Лен-издат, 1970, 248 с. – С. 166 – 232.

групп закономерностей развития техники⁸³:

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

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

Изложение закономерностей развития техники, разработанных Ю. С. Мелешенко дается в кратком, несколько упрощенном, но более структурированном, иерархическом и более наглядном, по мнению автора, виде. Формулировки законов оставлены в оригинальном виде. Выделение текста сделано автором.

Внутренние закономерности имеют две подгруппы:

а) закономерности, характеризующие сдвиги в субстанциональной стороне техники;

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

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

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

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

⁸³ Там же, С. 169.

⁸⁴ Там же, С. 170.

– Изменения в применении **материалов**.

– Расширение ассортимента природных материалов, применяемых в технике⁸⁵.

– Вовлечение материалов природы в сферу технического использования⁸⁶.

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

– Растущая целенаправленность в применении материалов, из которых создана техника⁸⁸.

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

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

– Закономерности, связанные с изменениями в **использовании процессов природы**. Большую часть этой группы

⁸⁵ Там же, С. 171—172.

⁸⁶ Там же, С. 172—174.

⁸⁷ Там же, С. 175.

⁸⁸ Там же, С. 176.

образуют закономерности, которые выражают сдвиги в энергетических и других *процессах*, используемых в технике⁸⁹.

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

– Использование все более **глубоких и мощных источников энергии**. От использования мускульной энергии человека и животных, к использованию энергии движения воды и воздуха, тепловой энергии (паровой двигатель, двигатель внутреннего сгорания), электроэнергии, атомной энергии⁹¹.

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

– Постоянное **возрастание степени целенаправленности** используемых энергетических и других **процессов**. «Смысл и назначение техники и состоит в том, чтобы не просто осуществить какой-то процесс, а *максимально направ-*

⁸⁹ Там же, С. 170, 176

⁹⁰ Там же, С. 177—178.

⁹¹ Там же, С. 178—179.

⁹² Там же, С. 180.

вить его в нужную сторону, сделать его наиболее полезным и рациональным»⁹³. Это осуществляется двумя путями:

- Усовершенствование выбранного принципа действия
- Переход к принципиально новой технике.
- Закономерности, связанные с *изменением ее элементов, структуры и функций*.

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

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

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

Интересно отметить также, что понимает Ю. С. Мелешенко под дифференциацией и специализацией. Он пишет: «Характерно также усиление дифференциации и специализации

⁹³ Там же, С. 181.

⁹⁴ Там же, С. 183.

элементов технических устройств и систем. Примером тому служит классическая система машин трехзвенного состава, включающая в себя **рабочую машину, передаточный механизм и двигатель**. На ступени автоматизации она дополняется таким специализированным элементом, как **управляющее устройство»**⁹⁵.

– Процесс **усложнения и интеграции** техники.

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

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

⁹⁵ Там же, С. 185.

⁹⁶ Там же, С. 194.

⁹⁷ Там же, С. 197.

⁹⁸ Там же, С. 198.

гресса»⁹⁹

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

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

Следует обратить внимание на сформулированные Ю. С. Мелешенко группы критериев технического прогресса¹⁰⁰.

Группы критериев технического прогресса

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

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

– Критерии **структурного** порядка. «Технический прогресс – антиэнтропийный процесс, связанный с *повышением организации и упорядоченности системы, надежности ее функционирования*. Это реализуется за счет диф-

⁹⁹ Там же, С. 204.

¹⁰⁰ Там же, С. 225—227.

¹⁰¹ Там же, С. 225.

ференциации и специализации, повышения интегративных свойств и рациональности конструкции».

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

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

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

– **Социальные** критерии. Эстетические, нравственные, влияние технической среды на человека и общество¹⁰³.

Ю. С. Мелешенко указал и «...генеральную линию по-

¹⁰² Там же, С. 226.

¹⁰³ Там же, С. 226—227.

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

Опишем систему законов техники, разработанную А. И. Половинкиным¹⁰⁵. Он их разделяет на две группы: *законы строения технических объектов* и *законы развития техники*.

- **Законы строения технических объектов**
- **Законы симметрии технических объектов.**
- **Закон двухсторонней симметрии.**

¹⁰⁴ Там же, С. 229.

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

- Закон осевой симметрии.
- Закон центральной симметрии.
- **Законы корреляции параметров технических объектов.**
- Закон гармонического соотношения параметров технического объекта.
- Закон корреляции параметров одного ряда технических объектов.
- **Закон гомологических рядов технических объектов.**
- **Законы соответствия между функцией и структурой технического объекта.**
- **Законы развития техники**
- **Законы расширения множества потребностей-функций.**
- Закономерности возникновения и сохранения потребностей-функций.
- Систематика потребностей и их иерархия.
- Расширение множества потребностей-функций.
- **Закон стадийного развития технических объектов.**
- **Закон прогрессивной конструктивной эволюции технических объектов.** – **Закон возрастания разнообразия технических объектов**
- **Закон возрастания сложности технических объектов.**

Закономерности эволюции антропогенных (искус-

ственных) систем описал в своей монографии Е. М. Балашов¹⁰⁶. Главное внимание он уделил техническим системам. Приведем основные из рассмотренных закономерностей:

– **Сохранение основных функций развивающихся систем.**

– **Относительное и временное разрешение противоречий в антропогенных системах.**

– **Повышение функциональной и структурной целостности систем.**

– **Преимственность функционально-структурной организации многоуровневых систем.**

– **Адекватность функционально-структурной организации назначению системы.**

– **Сжатие этапов развития систем.** Постепенное сжатие по временной оси диалектической спирали развития является общей закономерностью эволюции систем¹⁰⁷.

Кроме того, Е. М. Балашов рассматривает:

– **Принцип многофункциональности**¹⁰⁸.

– **Методологию эволюционного синтеза систем**¹⁰⁹.

– **Структурный синтез систем**¹¹⁰.

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

¹⁰⁷ Там же, С. 108.

¹⁰⁸ Там же, С. 94—116.

¹⁰⁹ Там же, С. 117—131.

¹¹⁰ Там же, С. 132—155.

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

Принцип многофункциональности¹¹³ устанавливающий взаимосвязь изменений функций и структуры многоуровневых систем в процессе развития и определяющий основные тенденции и этапы развития антропогенных систем.

¹¹¹ Там же, С. 121.

¹¹² Там же, С. 132.

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

1.5. Работы по законам развития техники в ТРИЗ

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

Первая система законов развития техники в ТРИЗ была разработана ее автором Г. С. Альтшуллером в 1956 году. Первоначально она выглядела так¹¹⁴.

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

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

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

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

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

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

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

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

В 1963 г. Г. Альтшуллер сформулировал следующие тен-

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

денции развития техники¹¹⁶:

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

– Увеличение удельных характеристик машин и процессов.

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

– «Динамизация» машин: машины с фиксированными характеристиками (вес, объем, форма и т. д.) вытесняются меняющимися в процессе работы машинами; «жесткие» конструкции вытесняются «гибкими». Это заметная тенденция в развитии современной техники – разделение машины на несколько гибко сочлененных секций.

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

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

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

– Материал «идеальной машины» работает так, что его

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

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

свойства используются наилучшим образом, например, металлические части работают только на растяжение, деревянные части – только на сжатие и т. д.

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

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

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

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

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

В середине 70-х годов Г. Альтшуллер разработал другую систему законов, которая была описана в двух работах «Линии жизни» технических систем и «О законах развития технических систем», которые были распространены в школах ТРИЗ¹¹⁸. В дальнейшем они были опубликована в книге «Творчество как точная наука»¹¹⁹ и сборнике Дерзкие фор-

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

¹¹⁹ Альтшуллер Г. С. Творчество как точная наука. Теория решения изобр-

мулы творчества¹²⁰. Законы были разбиты на три группы: **статика, кинематика и динамика**. Приведем эти законы.

Статика

1. Закон полноты частей системы

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

Каждая техническая система должна включать четыре основные части: двигатель, трансмиссию, рабочий орган и орган управления¹²¹.

Следствие из закона 1:

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

2. Закон «энергетической проводимости» системы

Необходимым условием принципиальной жизнеспособности технической системы является сквозной проход энергии

ретательских задач. – М.: Сов. радио, 1979. – 184 с. – Кибернетика. – С. 113—127.

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

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

по всем частям системы.

Следствие из закона 2:

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

3. Закон согласования ритмики частей системы

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

Кинематика

4. Закон увеличения степени идеальности системы

Развитие всех систем идет в направлении увеличения степени идеальности.

5. Закон неравномерности развития частей системы

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

6. Закон перехода в надсистему

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

Динамика

7. Закон перехода с макроуровня на микроуровень

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

8. Закон увеличения степени вепольности

*Развитие технических систем идет в направлении увеличения степени вепольности.*¹²²

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

Закон увеличения степени динамичности Альтшуллер описал так:

«... для каждой системы неизбежен этап „динамизации“ – переход от жесткой, не меняющейся структуры к структуре гибкой, поддающейся управляемому изменению. ... „Зрелые“ и „пожилые“ системы тоже динамизируются, что ком-

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

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

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

пенсирует увеличение их размеров». ... «Вводят шарниры и упругие элементы, применяют пневмо- и гидроконструкции, используют вибрацию, фазовые переходы... Выбор способа динамизации зависит от конкретных обстоятельств, но сама **динамизация – универсальный закон**, определяющий направление развития всех технических систем, даже таких, которые по самой своей природе, казалось бы, должны оставаться жесткими»¹²⁵. Практически это развитие тенденции, высказанной Г. Альтшуллером в 1963 г.

Механизмы закона перехода в надсистему¹²⁶ Генрих Альтшуллер представил в виде перехода **МОНО-БИ-ПОЛИ-СВЕРТЫВАНИЕ**.

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

2. Эффективность би- и поли-систем может быть повышена **увеличением различия между элементами системы**: от однородных элементов к элементам со сдвинутыми характеристиками, а затем – к разнородным элементам и ин-

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

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

версным сочетаниям типа «элемент и анти-элемент».

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

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

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

1.5.2. Законы развития технических систем, сформулированные другими авторами

Законы формулировались и совершенствовались и дру-

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

гими авторами. Отметим некоторые из работ.

– Закон увеличения степени **идеальности**: В. Петров¹²⁸, Ю. Саламатов и И. Кондраков¹²⁹, Э. Каган¹³⁰, В. Фей¹³¹, В. Митрофанов¹³², Г. Иванов¹³³, А. Любомирский¹³⁴.

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

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

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

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

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

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

¹³⁴ **Lyubmirsky A. Ideality Equation.** / International research conference «TRIZfest-2013». – Kiev, Ukraine, August, 01—03, 2013: conf. proc. / MATRIZ.

– Закон увеличения степени динамичности – И. Кондраков¹³⁵.

Подзаконы динамичности:

а) увеличения пустотности — Г. Альтшуллер и И. Верткин¹³⁶;

б) увеличение степени дробления – В. Петров¹³⁷;

в) цепочка развития капиллярно-пористых материалов (КПМ)

Г. Альтшуллер¹³⁸, И. Рябкин¹³⁹, Ю. Саламатов¹⁴⁰, В. Пет-

SPb.: Publishing house of the Polytechnic University, 2013. – 300 p., p. 16—25.

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

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

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

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

¹³⁹ Рябкин И. П. КПМ – вещество умное. – Магический кристалл физи-

ров¹⁴¹.

– Закон **сквозного прохода энергии** – Г. Иванов¹⁴².

– Закон **согласования** технических систем разрабатыва-
ли: С. Литвин¹⁴³, Б. Злотин и А. Зусман¹⁴⁴, В. Петров и Э.
Злотина¹⁴⁵.

ки. – Дерзкие формулы творчества / (Сост. А. Б. Селюцкий). – Петрозаводск: Карелия, 1987. – 269 с. – (Техника-молодежь-творчество), С. 159—165. <http://rus.triz-guide.com/2903.html>.

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

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

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

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

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

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

– Модификацию закона перехода в надсистему осуществили:

С. Литвин и В. Герасимов¹⁴⁶, Г. Френклах и Г. Езерский¹⁴⁷, А. Пиняев¹⁴⁸.

– Закон увеличения степени вепольности – В. Петров¹⁴⁹.

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

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

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

¹⁴⁹ Петров В. М. О вепольном анализе. – Л., 1973. Петров В. Закон увеличения степени вепольности. – Л. 1981. Петров В. М. Тенденции развития вепольных систем. – Л. 1986. Петров В., Злотин Э. Вепольный анализ. Учебное пособие. Тель-Авив, 1992. Петров В. Злотина Э. Структурный вещественно-полевой анализ. – Тель-Авив, 1997. Петров В., Злотина Э. Структурный вещественно-полевой анализ. – Тель-Авив, 1999. <http://www.trizland.com/trizba/pdf-books/vepol.pdf>. Петров В. Структурный вещественно-полевой анализ. Тель-Авив, 2002 <http://www.trizland.ru/trizba.php?id=111>. Петров В. Вепольный анализ для профессионалов. – Тель-Авив, 2003. Петров В. Закон увеличения степени вепольности. Международная научно-практическая конференция «ТРИЗфест-2012». Лаппеенранта; С. Петербург, 2—4 августа, 2012 г.: сб. тр. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 154 с., С. 50—57. Petrov V. The Law of Increasing Degree of Su-Field. The CIL Journal. <http://thecontinualimprovementlab.com/wp-content/uploads/2012/10/V-Petrov-Su-Field-Paper-English-10-15-12.pdf>. Петров В., Воронов Г. Новый подход к вепольному (структурному) анализу / Развитие вепольного анализа и изобретательского мышления. / Сбор-

– Закон идеальности механизмов свертывания: С.

Литвин и

В. Герасимов¹⁵⁰, В. Дубров¹⁵¹.

– Закономерность точка – линия – объем В. Петров¹⁵²,

А. Любомирский¹⁵³.

– Системный анализ, системные исследования, тео-

ник научных работ. Библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ. Выпуск 5. Киев, 2013. – 258 с., С. 33—55. <http://www.triz-summit.ru/file.php/id/f5677/name/Petrov%20V.%20Voronov%20G.%20A%20new%20approach%20to%20Su-Field%20structu.pdf>. Petrov V., Voronov G. A New Approach to Su-Field (structural) Analysis / Further development of Su-Field Analysis. Development of Inventive Thinking. / Collection of Scientific Papers. TRIZ Developers Summit Library. Issue 5. Kiev, 2013. – 258 pages, p. 166—188. <http://www.triz-summit.ru/file.php/id/f5682/name/Petrov%20V.%20Voronov%20G.%20A%20new%20approach%20to%20Su-Field%20structu-ENG.pdf>.

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

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

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

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

рия систем – В. Петров¹⁵⁴, А. А. Быстрицкий¹⁵⁵.

– Использование *законов при проведении ФСА* – С. Литвин и

В. Герасимов¹⁵⁶.

С 1965 г. В. Петров изучал и использовал на практике теорию автоматического управления и кибернетику, а с 1968 г. – теорию систем, системные исследования, системный анализ и системный подход. Исследования в основном проводились с целью создания новых систем автоматического управления и контроля для различных объектов¹⁵⁷.

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

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

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

¹⁵⁷ **Петров В. М. Система адаптивного управления.** – Конференция студенческих работ ЛКИ. – Л., 1965. **Петров В. М. Адаптивная система управления с моделью.** – Конференция студенческих работ ЛКИ. – Л., 1966. – Конференция студенческих работ ЛКИ. – Л., 1968. **Петров В. М. Самонастраивающаяся система автоматического управления с подстраиваемой моделью.** – Конференция студенческих работ ЛКИ. – Л., 1967. **Петров В. М. Системный анализ систем автоматического управления. Пет-**

Исследования развития техники автор начал в 1972 г. с анализа работ в этой области¹⁵⁸.

Указанные и другие работы послужили фундаментом для разработки законов развития технических систем. Эти исследования автор ведет с 1973 года. Первоначально была сделана попытка перенести законы диалектики (единство и борьбы противоположностей, перехода количественных изменений в качественные и отрицания отрицания)¹⁵⁹ на развитие техники.

В 1973 году по аналогии с приемами разрешения технических противоречий, разработанных Г. С. Альтшуллером¹⁶⁰, автор решил разработать несколько тенденций: дробление (прием 1. Принцип дробление), управление весом (прием 8. Принцип антивеса) и переход от точки к линии, плоскости и объему (прием 17. Принцип перехода в другое измерение

ров В. М. Аналитический обзор литературы по системным исследованиям. – Л. 1969 (рукопись).

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

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

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

и прием 7. Принцип «Матрешки»). Эти работы обсуждались с Г. Альтшуллером.

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

Цепочку управления весом (позже автор назвал ее «гра-виполи») первоначально автор представил в виде: использование *силы Архимеда* в *газе* и *жидкости*, *крыло* и *набегающий поток*, *магнитное* и *электрическое* поля¹⁶².

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

В этот период наиболее сильные теоретические работы по законам развития технических систем, кроме Г. Альтшуллера, были сделаны Б. Голдовским¹⁶⁴, который рассмотрел

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

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

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

¹⁶⁴ Голдовский Б. И. О противоречиях в технических системах. Материалы к семинару преподавателей методики изобретательства. – Горький, ОЛМИ при ЦС ВОИР, 1974, 28 с. (рогапринт). <http://>

понятия и механизмы по узловому компоненту, противоречиям и оператору отрицания и ввел понятие главной полезной функции системы (ГПФ).

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

www.metodolog.ru/00001/00001.html.

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

не 70-х она имела вид, используемый автором и сегодня¹⁶⁶. В начале 80-х к этой цепочке автор присоединил цепочку капиллярно-пористых материалов.

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

Детальнее опишем историю формулировки закона **согласования**.

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

Наибольший вклад в развитие этого закона (насколько это известно автору) внесли представители Ленинградской школы ТРИЗ. Основные идеи этого закона были предложены Б. Злотиным, Э. Злотиной, С. Литвиным и В. Петровым в 1975

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

¹⁶⁷ Злотин Б. Л. Анализ процессов. – Л., 1979

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

—1980 гг. Этот закон и многие другие направления ТРИЗ неоднократно обсуждались в этом коллективе. Были разработаны общие подходы, например, что понятие этого закона должно быть значительно расширено, но, тем не менее, каждый имел и свой взгляд на этот закон.

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

С. Литвин рассматривал четыре вида согласования¹⁶⁹.

1. Компонентное согласование материалов, веществ.

2. Структурное – согласование размеров, форм, структуры.

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

4. Функциональное – согласование основных функций.

Кроме того, С. Литвин рассматривает:

1. Согласование подсистем одной ТС.

2. Согласование ТС и внешней среды.

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

- 3. Согласование изделия и инструмента.**
- 4. Согласование инструментов между собой.**
- 5. Согласование изделий между собой.**

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

1. Согласование—рассогласование параметров.

1.1. Прямое и обратное.

1.2. Однородное и неоднородное.

1.3. Внутреннее и внешнее.

2. Согласование—рассогласование систем:

2.1. Непосредственное.

2.2. Условное.

3. Согласование—рассогласование материалов.

4. Согласование—рассогласование форм и размеров.

5. Согласование—рассогласование ритмики работы.

6. Согласование—рассогласование структуры.

7. Согласование—рассогласование потоков в системах.

8. Согласование—рассогласование живучести си-

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

стемы.

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

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

2. Виды согласования:

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

3. Согласование ритмики рабочих движений при обработке:

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

Закон согласования, сформулированный **В. Петровым** в 1975—1978¹⁷¹, имеет следующую структуру:

1. Согласование может быть:

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

1.1. Статическое.

1.2. Динамическое.

– Согласование проводится по **уровням**:

2.1. Потребностей.

2.2. Функций.

2.3. Систем.

– **Виды согласования**:

3.1. Во времени.

3.2. В пространстве.

3.3. В структуре.

3.4. По условиям.

3.5. Параметров.

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

Согласование потребностей может проводиться:

– по **самим потребностям** (согласование потребностей между собой);

– по **параметрам**;

– по **структуре**;

– по **условиям**;

– в **пространстве**;

– во **времени**.

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

Под согласованием потребностей понимается и их специальное рассогласование (максимальное увеличение разницы

между потребностями).

Согласование функций может осуществляться:

- во времени;
- в пространстве;
- по условиям.

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

На уровне **систем согласование** проводится между:

- системами;
- подсистемами;
- надсистемами;
- подсистемами с системой и надсистемой;
- системы с надсистемой и внешней средой;
- обратное согласование или рассогласование надсистемы и окружающей среды с системой и подсистемами.

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

Структура системы определяется **элементами и связями**. Они могут быть:

- вещественные;
- энергетические;
- информационные.

Системные понятия **структуры, ее элементов и связей**, и их видов (**вещество, энергия, информация**) относятся

так же к подсистемам, надсистеме и внешней среде.

Параметры могут быть:

- **технические;**
- **эргономические;**
- **экономические;**
- **экологические;**
- **эстетические;**
- **социальные;**
- **политические** и т. д.

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

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

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

Разработкой системы законов, по нашим данным, занимались

Б. Злотин и А. Зусман¹⁷², Ю. Саламатов¹⁷³, В. Петров и Э. Злотина¹⁷⁴, С. Литвин и А. Любомирский, Г. Иванов¹⁷⁵, А. Захаров¹⁷⁶, И. Девойно¹⁷⁷ и М. Рубин¹⁷⁸.

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

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

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

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

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

¹⁷⁶ Захаров А. Н. К разработке системы законов развития технических систем. – Журнал ТРИЗ, 1/95 (№10), С.19—29 http://www.triz-spb.ru/lit/95_1/Zaharov_zrts.htm. Захаров А. Н. Иерархия систем: вверх по лестнице, идущей ...вверх. – Журнал ТРИЗ, 1/96 (№11), С. 34—39. Захаров А. Н. О единстве инструментов ТРИЗ. – Технология творчества, №1, 1999, С. 19—38

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

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

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

1. Эволюция ТС.

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

2. Вытеснение человека из ТС.

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

Вытеснение на одном уровне

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

Вытеснение между уровнями

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

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

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

с информационного уровня.

3. Увеличение степени идеальности ТС .

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

4. Развертывание-свертывание ТС .

Развертывание:

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

Свертывание

Минимальное свертывание → частичное свертывание → полное свертывание.

5. Повышение динамичности и управляемости ТС .

Переход к мультифункциональности:

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

Увеличение числа степеней свободы

Нединамическая система → система, изменяющаяся механически: шарниры, механизмы, гибкие материалы и т. п. → система, изменяющаяся на микроуровне: фазовые пере-

ходы, хим. превращения и т. п. → система с изменяющимися полями.

Повышение управляемости

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

Изменение степени управляемости

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

6. Переход на микроуровень и к использованию полей.

Переход на микроуровень:

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

Переход к высокоэффективным полям:

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

Повышение эффективности действия полям:

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

7. Согласование – рассогласование ТС .

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

Виды согласования

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

Согласование взаимодействия инструмента с изделием

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

Согласование ритмики рабочих движений при обработке

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

8. Дробление ТС.

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

9. Переход на микроуровень и к использованию полей.

Топливо:

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

Топливо

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

Окислитель

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

Управление сгоранием

Неуправляемое горение → управление подачей горючего, окислителя → непосредственное управление процессом горе-

ния (катализаторы, поля).

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

Первую систему законов **В. Петров** предложил в 1976 г. по результатам анализа законов развития биологии и переноса их в технику¹⁸³. Структура законов включала три груп-

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

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

¹⁸³ Петров В. М. *Биология и законы развития техники*. – Л., 18.08.1976, 12 с. (рукопись). Работа доложена на Ленинградском семинаре преподавате-

пы: **жизнеспособность** (законы организации), **эффективность** и **эволюция** построения новых систем. В этой работе были введены и определены законы *избыточности* и *толерантности*. В 1978 г. эта система была усовершенствована¹⁸⁴. Среди законов эволюции был указан главный закон развития систем – *закон увеличения степени идеальности*, которому подчиняется общее развитие систем. Более детальная система была создана в 1979 г.¹⁸⁵ В основу этих исследований положены законы развития технических систем, разработанные Г. Альтшуллером.

лей и разработчиков ТРИЗ в 1977 г. В расширенном виде эта работа имеется на данном CD. <http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=4618> **Петров В. М. Сравнительный анализ законов развития биологии и техники.** Методы решения научно-технических задач. – Л.: ЛДНТП, 1979, С. 63—66.

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

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

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

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

Автор неоднократно обсуждал результаты исследований в Ленинградской школе ТРИЗ со своими коллегами и друзьями Волюславом Митрофановым, Борисом Злотиным, Эсфирь Злотиной, Семеном Литвиным, Игорем Викентьевым, Владимиром Герасимовым, Вадимом Канером и многими

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

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

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

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

другими. Большую работу по анализу этих работ провел мой друг Борис Голдовский. Советы этих людей и их теоретические работы существенно повлияли на формирование взглядов автора на законы развития технических систем.

В 1984 г. автор изменил систему законов, разбив их на две группы: **организации** систем и их **эволюции**¹⁹⁰. В этой работе излагалась также методика прогнозирования на основе законов развития технических систем и системного анализа. Она излагалась на примере развития судостроения и, в частности, подводных аппаратов. Методика рассматривала полный и экспресс-прогнозы. Экспресс прогноз проводился с помощью системы стандартов и законов развития технических систем. Полный прогноз предусматривал глубокие патентные исследования рассматриваемой области, смежных и ведущих областей и функциональное исследование патентов и технической литературы. Кроме того, определялись закономерности развития реально существовавших систем. В дальнейшем эта методика была уточнена и использована для прогнозирования развития сварки. Прогноз опирался на исследование 80 000 патентов¹⁹¹.

В 1986 г. автор начал разработку законов развития *по-*

¹⁹⁰ Петров В. М. Принципы и методика выбора перспективного направления НИОКР в судостроении. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук. – Л.: ЛКИ, 1985. – 20 с.

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

*требностей*¹⁹² и *функций*¹⁹³, что привело к качественно новому этапу в развитии системы законов, которая состояла из трех уровней: **потребностей**, **функций** и **систем**. Система прогнозирования так же включала эти три уровня. Разработка этой системы законов была завершена к 1987 г. и опубликована в 1989 г.¹⁹⁴. Уточненная система законов развития технических систем была изложена в подготовленном учебнике¹⁹⁵. Сегодняшнее представление В. Петрова заключается в том, что не только система законов должна иметь не только три указанные уровня законов, но и каждый закон должен содержать механизмы его применения и иметь тенденцию и антитенденцию их развития¹⁹⁶. При прогно-

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

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

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

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

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

зировании развития системы необходимо учитывать экономические законы и тенденции развития маркетинга, а при продвижении системы на рынок необходимо дополнительно учитывать тенденции развития компании и рынка¹⁹⁷.

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

В 1984 г. **Ю. Саламатов** совместно с **И. Кондраковым** опубликовали работу «Идеализация технических систем»¹⁹⁸. Они предложили пространственно-временную модель эво-

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

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

люции технических систем (модель бегущая волна идеализации) на примере развития тепловой трубы. Модель показывала этапы **развертывания** и **свертывания** технических систем, используя конкретные законы. В дальнейшем система законов была усовершенствована¹⁹⁹.

В работе **С. Литвина** и **А. Любомирского** была предложена иерархическая система законов, во главе которой был поставлен закон развития по S-образной кривой²⁰⁰.

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

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

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

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

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

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

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

М. Рубин предложил систематизацию законов развития, состоящую из законов синтеза систем, законов развития систем и специальных законов развития, отражающих особенности данного типа систем: для технического вещества (техновещество), для функционирующих систем и для саморазвивающихся социально-технических систем²⁰¹.

В 2011 г. М. Рубин предложил систему, содержащую следующие законы: *закон повышения идеальности, закон перехода в надсистему, закон повышения полноты частей системы, закон неравномерного развития частей системы (противоречия), закон оптимизации потоков, закон повышения свернутости, закон вытеснения человека, закон повышения согласованности, закон повышения управляемо-*

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

*сти, закон повышения динамичности, развитие технических систем по S-образной кривой*²⁰².

Кроме того, Рубин приводит восемь линий развития:

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

В 2015 г. М. Рубин предложил новую систему законов²⁰³.

1. Закон развития систем в направлении повышения уровня и эффективности захвата ресурсов.
2. Закон повышения системных связей и разнообразия полей взаимодействия и механизмов захвата в процессе эволю-

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

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

ции систем.

3. Закон зависимости развития систем от доступных ресурсов.

4. Закон перехода от ресурсных к самоорганизующимся и к функциональным системам.

5. Закон перехода к формированию надсистемам (объединениям) и образованию или развитию подсистем.

6. Закон изменения внешней и внутренней среды системы при ее развитии;

7. Закон стремления к идеальным функциональным системам.

8. Закон сохранения структурной целостности и функциональной полноты систем.

9. Закон стремления систем к повышению степени их независимости от внешней среды.

10. Закон развития механизмов захвата от жестких к гибким, от постоянных к управляемым.

11. Закон развития через возникновение и разрешение противоречий требований.

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

Велись работы по выявлению закономерностей развития нетехнических систем разными авторами:

– **развитие научных систем** – Г. Альтшуллер²⁰⁴, В. Митрофанов²⁰⁵, И. Кондраков²⁰⁶, В. Цуриков²⁰⁷, Г. Головченко²⁰⁸, Г. Иванов²⁰⁹, Б. Злотин и – А. Зусман²¹⁰;

– **развитие биологических систем** описали – В. Петров²¹¹,

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

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

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

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

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

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

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

²¹¹ **Петров В. М. Биология и законы развития техники.** – Л., 18.08.1976, 12 с. (рукопись). Работа доложена на Ленинградском семинаре преподавателей и разработчиков ТРИЗ в 1977 г. В расширенном виде эта работа имеется на данном CD. <http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=4618>. **Пет-**

И. Захаров²¹², – В. Тимохов²¹³;

– **развитие окружающей среды** (создание бесприродного технического мира – БТМ) – Г. Альтшуллер, М. Рубин²¹⁴;

– **развитие художественных систем** – Ю. Мурашковский и

И. Мурашковска²¹⁵, Р. Флореску²¹⁶;

– **развитие литературы** (сказки) – А. Нестеренко²¹⁷, (по-

ров В. М. Сравнительный анализ законов развития биологии и техники. Методы решения научно-технических задач. – Л: ЛДНТП, 1979, С. 63—66.

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

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

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

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

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

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

словицы) С. Перницкий²¹⁸, (анатомия сюжета) А. Молдавер²¹⁹;

– развитие музыкальных форм – Э. Злотина²²⁰;

– развитие творческой личности – Г. Альтшуллер и И. Верткин²²¹;

– развитие творческого коллектива – Б. Злотин, А. Зусман, Л. Каплан²²²;

– многоуровневое непрерывное креативное образование – М. Зиновкина²²³;

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

²¹⁹ Молдавер А. Анатомия сюжета. Иерусалим, 2002, 128 с.

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

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

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

²²³ Зиновкина М. М. Инженерное мышление. (Теория и инновационные креативные педагогические технологии) Монография. – М.: МГИУ, 1996 – 283 с. Зиновкина М. М. Креативное инженерное образование (Теория и инновационные креативные педагогические технологии). М.: МГИУ. Монография. 2003. – 350 с. Зиновкина М. М. Многоуровневое непрерывное креативное образование и школа. Пособие для учителей. Приложение к жур-

- **развитие педагогики** – А. Нестеренко, В. Бухвалов²²⁴, А. Гин²²⁵;
- **развитие фокусов** – В. Л. Уральская и С. Литвин²²⁶;
- **развитие журналистики**²²⁷ и **рекламы** – И. Викентьев²²⁸;
- **закономерности развития менеджмента и предвыборной борьбы** – С. Фаер²²⁹;

налу «Учитель». – М.: Приоритет – 2002, 2006 (переиздание). – 48 с. **Зиновкина М. М. НФТМ-ТРИЗ – креативное образование XXI века** (Теория и практика) М., МГИУ, 2008. – 305 с. **Зиновкина М. М. Инженерное творчество (ТРИЗ)**. Теория и практика решения творческих инженерных задач/ Под ред. Проф. Р. Т. Гареева. Учебное пособие. М.: КНОРУС, – 2010. – 164 с.

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

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

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

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

²²⁸ **Викентьев И. Л. Приемы рекламы и Public Relations**, Ч.1, СПб, Издво ТОО «ШАНС-ТРИЗ», 1995. – 228 с.

²²⁹ **Фаер С. А. Приемы стратегии и тактики предвыборной борьбы: PR-секреты общественных отношений. «Ловушки» в конкурентной борьбе**. Механизмы

– диалектика – В. Петров²³⁰, А. Лимаренко²³¹.

Проблемами **прогнозирования** с использованием ТРИЗ занимались Г. Альтшуллер²³², Б. Злотин и А. Зусман²³³, С. Литвин и В. Герасимов, М. Рубин²³⁴, В. Петров и Э. Злотина²³⁵, И.

низмы политической карьеры. – СПб: изд-во «Стольный град», 1998. – 136 с.

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

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

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

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

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

²³⁵ **Петров В. М. Прогнозирование развития технических систем.** – Л.: НТО Машпром, 1976, 48 с. **Петров В. М. Система законов, закономерностей и тенденций развития техники.** Прогнозирование научно-технического прогресса. – Л.: ЛДНТП, 1978. **Петров В. М. Прогнозирование развития техники на основе законов развития технических систем.** – Теория и практика обучения техническому творчеству. Тезисы докладов. Челябинск: УДНТП, 1988. – С. 6—8. **Петров В. М. ФСА на этапе прогнозирования раз-**

Захаров²³⁶,

Н. Шпаковский²³⁷.

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

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

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

вития технических систем. – Petrov V.M. Hodnotove Inzinierstvo a Jeho Uloha v Intenzifikacii Ekonjmiky. – Bratislava: Dom Techniky, 1989. – С. 33—34. Злотина Э., Петров В. Прогнозирование развития технических систем с использованием ТРИЗ. – Л.: ЦНТТМ «Квант», 1989. Петров В. Прогнозирование развития систем. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-19-prognoz.pdf>.

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

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

²³⁸ Труды Международной конференции «Три поколения ТРИЗ» и Саммит

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.