

Владимир Петров

Израиль,

E-mail: AtrI@bigfoot.com

История разработки законов развития технических систем

1. Введение

Данная статья написана по материалам исследований, которые собрал автор для разработки законов развития технических систем. Впервые эта работа была сделана в 1973 году. В дальнейшем автор периодически пополнял их. Эти материалы использовались автором для чтения лекций по законам развития технических систем. Материал находился в виде картотеки и рукописи, и никогда ранее не публиковался.

Преимущественно материал излагается в историческом порядке. В некоторых частях статьи этот порядок нарушен для лучшего понимания отдельных направлений или для улучшения логики изложения.

Проделанная работа не претендует на полноту и глубину охвата всех материалов аналитического обзора работ по законам развития технических систем. Чтобы провести глубокие аналитические исследования этого направления, у автора в настоящее время не хватает информации (часть нашего архива утрачена и нет возможности воспользоваться другими архивами).

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

Автор умышленно не дает оценки работам, упомянутым в данной статье, что бы каждый читатель мог сделать свои выводы.

2. Исследования по развитию техники

Разработка законов развития технических систем велась уже достаточно давно. Первую, известную автору, работу по законам развития техники написал Гегель в параграфе «Средство» работы «Наука логики»¹. «Техника механическая и химическая потому и служит целям человека, что ее характер (суть) состоит в определении ее внешними условиями (законами природы)».

В 1843 году 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»².

¹ Гегель Г.Ф. Наука логики. Кн.3. Соч., т. 6.-М.: Соцэкгиз, 1939.

² Wilhelm Schulz „Die Bewegung der Produktion“. Zurich, 1843. p. 38

Чуть позже некоторые законы развития техники были описаны К. Марксом и Ф. Энгельсом. К. Марк описал эти законы в разделе «Развитие машин»³, «... различие между орудием и машиной устанавливает 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.»⁴. 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, изменяет, если это необходимо, его форму, например, превращает из перпендикулярного в круговое, распределяет его и переносит на рабочие машины. Обе эти части механизма существуют только затем, чтобы сообщить движение машине-орудию, благодаря чему она захватывает предмет труда и целесообразно изменяет его. ... Первоначально «машина-орудие» (рабочая машина) представляла в очень измененной форме, все те же аппараты и орудия, которыми работают ремесленник или мануфактурный рабочий, но это уже орудия не человека, а орудия механизма, или механические орудия»⁵.

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.⁶. Некоторые зачатки законов развития техники и ее взаимодействия с человеком и обществом изложены в работах К.Маркса⁷

Определенным вкладом в понимании техники и ее законов было создание «философии техники». Этот термин ввел немецкий ученый Эрнест Капп. В 1877 году он выпустил книгу «Основные линии философии техники»⁸. Основное развитие этого течения проходило в начале XX века. В основном, развитием «философии техники» занимались немецкие ученые Ф.Дессауер⁹, М.Эйт¹⁰, М.Шнейдер¹¹. и др. В России эту

³ 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.

⁴ Там же с. 383.

⁵ Там же с. 383-384.

⁶ Указанные работы опубликованы в: Маркс К., Энгельс Ф. *Сочинения*. Изд. 2-е. – М.: Политиздат, 1959, Т. 15.

⁷ 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

⁸ Капп Е. *Grundlinitn einer Philosophie der Technic*. Braunschweig, 1877.

⁹ 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.

¹⁰ Eyth M. *Poesie und Technic*. Berlin, 1908.

¹¹ Schneider M. *Uber Technic, technische Denken und technische Wirkungen*. Nurnberg, 1912.

тематику разрабатывал П.К.Энгельмейер. В 1911 году он выпустил книгу «Философия техники»¹². 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 в последние два выпуска посвящены человеческой деятельности и техническому творчеству.

Вопросами истории техники, классификации и определения понятий техники занимались многие ученые в различных странах К.Туссман¹³ и И.Мюллер¹⁴ (в Германии), В.И.Свидерский¹⁵, А.А.Зворыкин¹⁶, И.Я.Конфедератов¹⁷, С.В.Шухардин¹⁸ (в России) и др. В 1962 году был выпущен фундаментальный труд по истории техники¹⁹.

3. Понятия и определения

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 веществами. Это закон функционирования²⁰.

ЗАКОН, необходимое, существенное, устойчивое, повторяющееся отношение между явлениями в природе и обществе. Понятие закон родственно понятию сущности. Существуют три основные группы законов: специфические, или частные (напр., закон сложения скоростей в механике); общие для больших групп явлений (напр., закон сохранения и превращения энергии, закон естественного отбора); всеобщие, или универсальные, законы. Познание закона составляет задачу науки²¹.

ЗАКОН, объективно существующая необходимая связь между явлениями, внутренняя существенная связь между причиной и следствием²².

¹² Энгельмейер П.К. Философия техники. Вып. 1-4. СПб., 1912.

¹³ Tussman K. Zur Bestimmung der Technik als gesellschaftliche Erscheinung. „Deutsche Zeitschrift für Philosophie“, 1967, Nr.5.

¹⁴ Müller J. Zur Bestimmung der Begriffe „Technik“ und „technische Gesetz“. „Deutsche Zeitschrift für Philosophie“, 1967, Nr.12.

¹⁵ Свидерский В.И. Некоторые особенности развития в объективном мире. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1965.

¹⁶ Зворыкин А.А. О некоторых вопросах истории техники. – Вопросы философии, 1953, № 6.

¹⁷ Конфедератов И.Я. Предмет и метод истории техники. – Материалы к семинарским занятиям по истории техники. Вып. 1. М., 1956.

¹⁸ Шухардин С.В. Основы истории техники. – М.: Изд-во АН СССР, 1961.

¹⁹ Зворыкин А.А., Осьмова Н.И., Чернышев В.И., Шухардин С.В. История техники. – М.: Соцэкгиз, 1962.

²⁰ Спиркин А.Г. Закон. – Большая Советская Энциклопедия (В 30 томах). Изд. 3-е. Т. 9. – М.: Советская Энциклопедия, 1972, с. 305.

²¹ Универсальная энциклопедия. http://mega.km.ru/bes_98/encyclp.asp?TopicNumber=22239.

²² 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).

ЗАКОН, не зависящая ни от чьей воли, объективно наличествующая непреложность, заданность, сложившаяся в процессе существования данного явления, его связей и отношений с окружающим миром²³.

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ОБЩЕСТВЕННАЯ, объективно существующая, повторяющаяся, существенная связь явлений общества, жизни или этапов исторического процесса, характеризующаяся поступательное развитие истории²⁴.

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 общества²⁵.

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ, обусловленность объективными законами; существование и развитие соответственно законам²⁶.

В.П.Тугаринов дает следующее определение закона: «Закон есть такая взаимосвязь между существенными свойствами или ступенями развития явлений объективного мира, которая имеет всеобщий и необходимый характер и проявляется в относительной устойчивости и повторяемости этой связи»²⁷.

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

Понятие «закономерность» отличается от закона по своему содержанию и принятому употреблению. Довольно часто, говоря о закономерности того или иного явления, подчеркивают тем самым только то обстоятельство, что данный процесс или данное явление не случайно, а подчинено действию определенного закона или совокупности законов. Последнее особенно характерно для закономерности, которая по своему содержанию шире закона и обозначает также совокупное действие ряда законов и его итоговый результат.

Различие между законами и закономерностями, не исключаящие, а подразумевающие частичное совпадение содержания этих понятий»²⁸.

История возникновения и формирования понятия закона подробно описана Л.А.Друяновым²⁹. Кроме того, он выделяет две черты, присущие закону, а описывает четыре (иерархия этих черт и выделение текста выполнены автором статьи):

²³ Толковый словарь русского языка. <http://mega.km.ru/ojigov/encyclor.asp?TopicNumber=9101>

²⁴ Андреева Г.А. **Закономерность общественная**. – Большая Советская Энциклопедия (В 30 томах). Изд. 3-е. Т. 9. – М.: Советская Энциклопедия, 1972, с. 307.

²⁵ **Универсальная энциклопедия**. http://mega.km.ru/bes_98/encyclor.asp?TopicNumber=22251.

²⁶ **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.

²⁷ Тугаринов В.П. **Законы объективного мира, их познание и использование**. – Л.: Лениздат, 1955.

²⁸ Мелешенко Ю.С. **Техника и закономерности ее развития**. – Л.: Лениздат, 1970, 248 с. (с.163).

1. **Существенная связь.** «Объективный закон...- это существенная связь явлений (или же сторон одного и того же явления). Объективный закон относится не к отдельному объекту, а к совокупности объектов, составляющих определенный класс, вид, множество, определяя характер их «поведения» (функционирования и развития)... Поскольку... в природе действуют существенные связи (объективные законы), ее поведение не является случайным, хаотичным; она функционирует и развивается закономерным образом и наряду с изменчивостью, ей присущи относительная устойчивость и гармоничность»³⁰.

2. **Необходимость.** «...всякий объективный закон (закон природы) носит необходимый характер; закон, закономерная связь всегда является в то же время необходимой связью, которая, в отличие от случайной связи, при наличии определенных условий неизбежно должна иметь место (произойти, наступить)... Следовательно, существенная закономерная связь (закон) является в то же время и необходимой связью. Другими словами, необходимость – это важнейшая черта закона, закономерности. Всякий закон природы представляет собой, таким образом, выражение необходимого характера существенных связей в объективном мире»³¹.

3. **Всеобщность.** «Другая важнейшая черта всякого объективного закона – его всеобщность. Любой закон природы присущ всем без исключения явлениям или объектам определенного типа или рода... Всеобщность – это, следовательно, вторая важнейшая черта объективных законов, законов природы. Поскольку всякий закон носит необходимый и всеобщий характер, поскольку он осуществляется всегда и везде, когда и где для этого имеются схожие объекты и соответствующие условия, постольку, следовательно, закономерные связи будут устойчивыми, стабильными, повторяющимися... Закон инвариантен относительно явлений»³².

4. **Повторяющийся характер.** «Легко видеть, какое значение имеет существование стабильности, повторяемости, порядка в природе для человека, для науки и практической деятельности людей. Если бы в природе ничего не повторялось и происходило всякий раз по-новому, ни человек, ни животные не могли бы приспособиться к окружающим условиям, стала бы невозможна целесообразная деятельность, научное познание, да и сама жизнь... Поскольку повторяемость, упорядоченность... составляют важную характеристику объективных законов, научные поиски закономерных связей в природе начинаются обычно с констатации повторяемости определенной стороны или свойства изучаемых объектов... Следовательно, науку интересуют не любые повторяющиеся связи объектов, а лишь такие, которые носят в то же время существенный характер, т.е. ее интересуют существенные повторяющиеся связи»³³.

«...можем определить объективный закон (закон природы) как существенную связь, которая носит необходимый, всеобщий, повторяющийся (регулярный) характер»³⁴.

Б.С.Украинцев сформулировал общие особенности объективных законов техники³⁵:

²⁹ Друянов Л.А. **Законы природы и их познание:** Кн. Для внеклас. Чтения. 8-10 кл. – М.: Просвещение, 1982. – 112 с. (13-17).

³⁰ Друянов Л.А. **Законы природы и их познание,** с. 19.

³¹ Друянов Л.А. **Законы природы и их познание,** с. 20.

³² Друянов Л.А. **Законы природы и их познание,** с. 20-22.

³³ Друянов Л.А. **Законы природы и их познание,** с. 22-24.

³⁴ Друянов Л.А. **Законы природы и их познание,** с. 24.

1. **Целеосуществления – реализация потребностей.** «Все технические сооружения или устройства, а также их части, создаются целесообразно цели, то есть таким образом, чтобы функционируя они выполняли роль средства достижения цели человека. Поэтому все технические законы по своей сущности являются законы целеосуществления».

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

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

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

5. **Соответствие экономическим возможностям общества.** «Законы техники имеют еще один общий момент, выражаемый принципом соответствия техники экономическим возможностям общества на данной ступени его развития».

А.И.Половинкин сформулировал требования, которым должны удовлетворять законы техники³⁶:

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

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

3. Формулировка закона техники должна не только констатировать: «что?, где?, когда?» происходит (то есть упорядочивать 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 на отвечают на вопрос «почему?» или отвечают на него частично. И по-видимому, почти нет научных законов (в виду локального характера их действия), которые отвечают на вопрос «почему?». На все вопросы обычно отвечает теория, опирающаяся на несколько законов.

³⁵ Украинцев Б.С. **Связь естественных и общественных наук в техническом знании.** – Синтез современного научного знания. – М.: Наука, 1973. с. 77-90 (с. 84-86).

³⁶ Половинкин А.И. **Законы строения и развития техники** (Постановка проблемы и гипотезы). Учебное пособие. – Волгоград: Волгоградский политехнический институт, 1985, 208 с. (с. 12-13).

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

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

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

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

4. Работы по законам развития техники

На основе изучения истории техники К.Маркс сформулировал некоторые законы развития техники³⁷:

1. Закон возникновения и возрастания потребностей
2. Закон ускоренного развития средств производства
3. 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. Бернала³⁸, Д.Киллефера³⁹, Я.Клаучо и Е.Дуды, Л.Тондла⁴⁰, И.Мюллера, Д.Тейхмана⁴¹, К.Тессмана⁴², Л.Штирибинга⁴³, Б.М.Кедрова⁴⁴, О.Д.Симоненко⁴⁵, В.М. Розина⁴⁶.

Рассмотрим более детально некоторые из них.

Философ В.П.Рожин выделял два вида законов развития **любых систем**⁴⁷:

1. Законы структуры и функционирования систем
2. 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

³⁷ Маркс К. *Капитал*. - Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. Изд. 2-е. – М.: Политиздат, 1960, Т. 23. с. 353-354, 384-385, 394-398.

³⁸ Бернал Дж. *Наука в истории общества*. – М.: ИЛ, 1957.

³⁹ Killeffer D.H. *The Genius of industrial Research*. N.Y., 1948.

⁴⁰ Tondl L. *Über die Abgrenzung der Naturwissenschaften und der technischen Wissenschaften*. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität Dersden*. 15, 1966, Heft 4.

⁴¹ Teichmann D. *Zur Integration von technischen Wissenschaften und Gesellschaftswissenschaften*. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität Dersden*. 15, 1966, Heft 4.

⁴² Teichmann K. *Die Anwendung der experimentellen Methode in den technischen Wissenschaften*. – *Struktur und Funktion der experimentellen Methode*. – Rostock, 1965

⁴³ Striebing L. *Theorie und Methodologie der technischen Wissenschaften*. - *Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität Dersden*. 15, 1966, Heft 4.

⁴⁴ Кедров Б.М. *Предмет и взаимосвязь естественных наук*. – М.: Наука, 1967.

⁴⁵ Симоненко О.Д. *Особенности строения технических наук*. – Проблемы исследования структуры науки. (Материалы к симпозиуму).- Новосибирск, 1967.

⁴⁶ Розин В.М. *Структура современной науки*. – Проблемы исследования структуры науки. (Материалы к симпозиуму).- Новосибирск, 1967.

⁴⁷ Рожин В.П. *О законах функционирования*. - Вестник Ленинградского университета, 1960, № 23.

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 последовательность, ритм, темп и т.п. в переработке самих материальных структур, связь между различными состояниями системных объектов»⁴⁸.

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 диалектические⁴⁹. Они рассматривают технику как единую систему.

И.Мюллер выделяет три группы законов⁵⁰:

1. Структуры и развития техники, как определенного целого
2. Структуры развивающихся процессов, составляющих основу инженерной деятельности (конструкторской, технологической и т.д.)
3. Специфические законы (отличающихся от группы 1), образующих основу технических систем.

М.Корах⁵¹ сформулировал, по его мнению, четыре фундаментальных закона:

1. Закон стоимостной переменной
2. Закон большого числа переменных
3. Закон шкального эффекта
4. Закон автоматизации.

Наиболее детально характеристику технического объекта дал В.В.Чешев⁵². Он пишет «...технический объект представляет 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:

1. отражающие структуру технического объекта
2. описывающие функционирование технического объекта в качестве средства целесообразной деятельности

⁴⁸ Мамзин А.С., Рожин В.П. О законах функционирования и законах развития. – Философские науки, 1965, № 4, с. 4.

⁴⁹ Клаучо Я., Дуда Е. Fenomen techniky. Bratislava, 1967, с 43.

⁵⁰ Muller J. Zur Bestimmung der Begriffe „Technik“ und „technische Gesetz“. „Deutsche Zeitschrift für Philosophie“, 1967, Nr.12. p. 1443.

⁵¹ Корах М. Наука индустрии. – Наука о науке. – М.: Прогресс, 1966. с. 227.

⁵² 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 общим среди них «принцип действия». К которому В.В.Чешев относит:

1. «Обобщенная характеристика формы проявления закона природы, так как указываются основные факторы, обуславливающие протекание процесса.
2. В «принципе действия» содержится указания на закон природы, определяющий ход процесса и его особенности...
3. «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**⁵³ частично описана В.И.Свидерским. Он пишет «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»⁵⁴,

• **принцип агрегатирования и унификации** описали Х.Габель и С.А.Майоров. Х.Габель⁵⁵ 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 основных производственные процессы производства этих узлов, повысить надежность и сократить сроки разработки и освоения новых, более совершенных управляющих машин»⁵⁶

• **закон растущей дифференциации техники** предложен немецким ученым О.Киенцеле⁵⁷.

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-функциональные представлением техники⁵⁸.

⁵³ В.И.Свидерский сформулировал некоторые системные признаки техники, но не назвал это принципом системности.

⁵⁴ Свидерский В.И. *Некоторые особенности развития в объективном мире*. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1965, с. 133.

⁵⁵ Габель Х. *Компоновка агрегативных станков и автоматических линий*. – М.: Машгиз, 1959, с. 56.

⁵⁶ Майоров С.А. *О выборе оптимального варианта конструкции для цифровой управляющей машины*. – Вычислительная техника для автоматизации производства. – М.: Машиностроение, 1964, с. 237.

⁵⁷ Kitzle O. *Die Grundpfeiler der Fertigungstechnik*. – VDI – Zeitschrift, 1956, Nr. 23, p. 1386.

⁵⁸ *Feingeratetechnik*, 1961, Nr. 10; 1967, Nr. 9.

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 техники⁵⁹.

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:

1. Законы структуры и функционирования техники
2. Законы развития техники.

Кроме того, Ю.С.Мелешенко выделяет две крупные групп закономерностей развития техники⁶⁰:

1. **Внутренние** закономерности развития техники (система самой техники)
2. **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 статьи, виде. Формулировки законов оставлены в оригинальном виде. Выделение текста сделано автором статьи.

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.

1. Внутренние закономерности развития техники (система самой техники)

1.1. Закономерности, характеризующие сдвиги в субстанциональной стороне техники⁶¹;

1.1.1. Изменения в применении материалов

1.1.1.1. Расширение ассортимента природных материалов, применяемых в технике⁶².

1.1.1.2. Вовлечение материалов природы в сферу технического использования⁶³

1.1.1.3. «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»⁶⁴.

⁵⁹ Мелешенко Ю.С. *Техника и закономерности ее развития*. – Л.: Лениздат, 1970, 248 с. (с. 166 - 232)

⁶⁰ Мелешенко Ю.С. *Техника и закономерности ее развития*, с. 169.

Мелешенко Ю.С. *Техника и закономерности ее развития*, с. 170

⁶² Мелешенко Ю.С. *Техника и закономерности ее развития*, с. 171-172.

⁶³ Мелешенко Ю.С. *Техника и закономерности ее развития*, с. 172-174.

⁶⁴ Мелешенко Ю.С. *Техника и закономерности ее развития*, с. 175.

- 1.1.1.4. Растущая целенаправленность в применении материалов, из которых создана техника⁶⁵.
- 1.1.1.4.1. Подбор материалов, которые по своим свойствам наиболее соответствуют структуре и свойствам технических устройства.
- 1.1.1.4.2. 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.
- 1.1.2. Закономерности, связанные с изменениями в **использовании процессов природы**. Большую часть этой группы образуют закономерности, которые выражают сдвиги в энергетических и других *процессах*, используемых в технике⁶⁶.
- 1.1.2.1. Последовательное овладение все **более сложными формами движения материи**, их техническое использование, расширение спектра процессов, применяемых в технике (использование физических, химических и биологических процессов)⁶⁷.
- 1.1.2.2. 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 энергии⁶⁸.
- 1.1.2.3. 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.⁶⁹.
- 1.1.2.4. 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 направить его в нужную сторону, сделать его наиболее полезным и рациональным*»⁷⁰. Это осуществляется двумя путями:
- 1.1.2.4.1. Усовершенствование выбранного принципа действия
- 1.1.2.4.2. Переход к принципиально новой технике.
- 1.2. Закономерности, связанные с изменением ее элементов, структуры и функций.**
- 1.2.1. 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»⁷¹

⁶⁵ Мелешенко Ю.С. Техника и закономерности ее развития, с. 176

⁶⁶ Мелешенко Ю.С. Техника и закономерности ее развития, с. 170, 176

⁶⁷ Мелешенко Ю.С. Техника и закономерности ее развития, с. 177-178.

⁶⁸ Мелешенко Ю.С. Техника и закономерности ее развития, с. 178-179.

⁶⁹ Мелешенко Ю.С. Техника и закономерности ее развития, с. 180.

⁷⁰ Мелешенко Ю.С. Техника и закономерности ее развития, с. 181.

⁷¹ Мелешенко Ю.С. Техника и закономерности ее развития, с. 183.

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

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

Интересно отметить так же, что понимает Ю.С.Мелешенко под дифференциацией и специализацией. Он пишет: «Характерно также усиление дифференциации и специализации элементов технических устройств и систем. Примером тому служит классическая система машин трехзвенного состава, включающая в себя **рабочую машину, передаточных механизм и двигатель**. На ступени автоматизации она дополняется таким специализированным элементом, как **управляющее устройство**»⁷².

1.2.2. Процесс **усложнения и интеграции** техники.

1.2.3. 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»⁷³. «Таким образом, закономерным для развития машинной техники является последовательное и все более полное **замещение человека** в выполнении материальных функций»⁷⁴. «Автоматизация проходит ряд ступеней в своем развитии. Различают частичную, комплексную и полную автоматизацию»⁷⁵ (с. 198).

«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 прогресса»⁷⁶

2. Внешние закономерности развития техники. Эти законы достаточно туманно изложены. Излагаю своими словами.

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

Следует обратить внимание на сформулированные Ю.С.Мелешенко группы критериев технического прогресса⁷⁷.

Группы критериев технического прогресса

«Эти принципы вытекают из самой сущности техники, из единства ее природно-социальных моментов»⁷⁸.

1. Критерии **субстанционального** порядка. Любая техника создается из **материалов** и основывается на **использовании необходимых процессов**. «...судить

⁷² Мелешенко Ю.С. Техника и закономерности ее развития, с. 185.

⁷³ Мелешенко Ю.С. Техника и закономерности ее развития, с. 194.

⁷⁴ Мелешенко Ю.С. Техника и закономерности ее развития, с. 197.

⁷⁵ Мелешенко Ю.С. Техника и закономерности ее развития, с. 198.

⁷⁶ Мелешенко Ю.С. Техника и закономерности ее развития, с. 204.

⁷⁷ Мелешенко Ю.С. Техника и закономерности ее развития, с. 225-227.

⁷⁸ Мелешенко Ю.С. Техника и закономерности ее развития, с. 225.

о прогрессивности техники можно, учитывая, какие материалы и процессы в ней применяются и на сколько эффективно это осуществляется».

2. Критерии **структурного** порядка. «Технический прогресс – антиэнтропийный процесс, связанный с *повышением организации и упорядоченности систем, надежности ее функционирования*. Это реализуется за счет дифференциации и специализации, повышения интегративных свойств и рациональности конструкции».

3. **Функциональные** критерии. Максимально возможное соответствие функциям, назначению техники, эффективность выполнения программы, заложенной в технической системе. Это реализуется через показатели, например, *производительность, точность, скорость* выполняемых операций. **Информационный критерий**, характеризующей степень саморегуляции, совершенство процессов управления.⁷⁹

4. **Технологические и эксплуатационные** критерии. Технологические критерии характеризуют процесс изготовления техники (*трудоемкость*, которая должна быть наименьшей). Эксплуатационные показатели связаны с *надежностью и долговечностью* работы техники, ее *ремонтоспособностью, дешевизной и простотой обслуживания* и т.д.

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

6. **Социальные** критерии. Эстетические, нравственные, влияние технической среды на человека и общество⁸⁰.

Ю.С.Мелешенко указал и «...**генеральную линию** поступательного, 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»⁸¹.

Опишем систему законов техники, разработанную А.И.Половинкиным⁸². Он их разделяет на две группы: законы строения технических объектов и законы развития техники.

1. Законы строения технических объектов

1.1. Законы симметрии технических объектов

1.1.1. Закон двухсторонней симметрии

1.1.2. Закон осевой симметрии

⁷⁹ Мелешенко Ю.С. Техника и закономерности ее развития, с. 226.

⁸⁰ Мелешенко Ю.С. Техника и закономерности ее развития, с. 226-227.

⁸¹ Мелешенко Ю.С. Техника и закономерности ее развития, с. 229.

⁸² Половинкин А.И. Законы строения и развития техники, с. 59-194

- 1.1.3. Закон центральной симметрии
- 1.2. Законы корреляции параметров технических объектов
 - 1.2.1. Закон гармонического соотношения параметров технического объекта
 - 1.2.2. Закон корреляции параметров одного ряда технических объектов
- 1.3. Закон гомологических рядов технических объектов
- 1.4. Законы соответствия между функцией и структурой технического объекта
- 2. Законы развития техники
 - 2.1. Законы расширения множества потребностей-функций
 - 2.1.1. Закономерности возникновения и сохранения потребностей-функций
 - 2.1.2. Систематика потребностей и их иерархия
 - 2.1.3. Расширение множества потребностей-функций
 - 2.2. Закон стадийного развития технических объектов
 - 2.3. Закон прогрессивной конструктивной эволюции технических объектов
 - 2.4. Закон возрастания разнообразия технических объектов
 - 2.5. Закон возрастания сложности технических объектов

Закономерности эволюции антропогенных (искусственных) систем описал в своей монографии Е.М.Балашов⁸³. Основное внимание он уделил техническим системам. Приведем основные из рассмотренных закономерностей:

1. Сохранения основных функций развивающихся систем
2. Относительного и временного разрешения противоречий в антропогенных системах
3. Повышения функциональной и структурной целостности систем
4. Преемственности функционально-структурной организации многоуровневых систем
5. Адекватности функционально-структурной организации назначению системы
6. Сжатия этапов развития систем. Постепенное сжатие по временной оси диалектической спирали развития является общей закономерностью эволюции систем⁸⁴.

Кроме того, Е.М.Балашов рассматривает:

- Принцип многофункциональности⁸⁵
- Методология эволюционного синтеза систем⁸⁶
- Структурный синтез систем⁸⁷.

Эволюционный синтез систем базируется на закономерностях развития антропогенных систем, используя функционально-структурный подход, и

⁸³ Балашов Е.П. Эволюционный синтез систем. – М: Радио и связь, 1985, 328 с.

⁸⁴ Балашов Е.П. Эволюционный синтез систем, с. 108.

⁸⁵ Балашов Е.П. Эволюционный синтез систем, с.94-116.

⁸⁶ Балашов Е.П. Эволюционный синтез систем, с.117-131.

⁸⁷ Балашов Е.П. Эволюционный синтез систем, с.132-155.

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»⁸⁸. «Процесс проектирования системы на основе концепции эволюционного синтеза является по существу процессом последовательного формирования и преобразования (трансформации) моделей функционально-структурной организации систем»⁸⁹.

Принцип многофункциональности⁹⁰, устанавливающий взаимосвязь изменений функций и структуры многоуровневых систем в процессе развития и определяющий основные тенденции и этапы развития антропогенных систем.

5. Разработка законов развития техники в ТРИЗ

Первая система законов развития техники была разработана автором ТРИЗ Г.С.Альтшуллером. Первоначально она выглядела так⁹¹:

1. Отдельные элементы машины, механизма, процесса всегда находятся в тесной взаимосвязи.
2. Развитие происходит неравномерно: одни элементы обгоняют в своем развитии другие, отстающие.
3. 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.
4. Это противоречие является тормозом общего развития всей системы. Устранение возникшего противоречия и есть изобретение.
5. Коренное изменение одной части системы вызывает необходимость ряда функционально обусловленных изменений в других ее частях.

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**

⁸⁸ Балашов Е.П. Эволюционный синтез систем, с.121.

⁸⁹ Балашов Е.П. Эволюционный синтез систем, с. 132.

⁹⁰ Впервые этот принцип был описан в Балашов Е.П. Принцип многофункциональности. Сб. трудов III Международной конференции «Вычислительная техника-73», НРБ, Варна, 1973.

⁹¹ Альтшуллер Г.С., Шапиро Р.Б. Психология изобретательского творчества. - Вопросы психологии, 1956, № 6, с. 37-49.

результата и следующей формулировки: «Максимум нового эффекта при минимуме затрат на реализацию»⁹²

В 1963 году Г.Альтшуллер сформулировал следующие тенденции развития техники⁹³:

1. Увеличение параметров каждого единичного агрегата. Например, увеличение скорости самолета или грузоподъемности автомобиля.
2. Увеличение удельных характеристик машин и процессов.
3. Интенсификация производственных процессов (например, совмещение во времени нескольких этапов)
4. «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»⁹⁴:

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

1. Все части идеальной машины все время несут полезную расчетную нагрузку.
2. Материал «идеальной машины» работает так, что его свойства используются наилучшим образом, например, металлические части работают только на растяжение, деревянные части – только на сжатие и т.д.
3. Для каждой части «идеальной машины» созданы наиболее благоприятные внешние условия (температура, давление, характер движения внешней среды и т.д.).
4. Если «идеальная машина» передвигается, то вес, объем и площадь полезного груза совпадают или почти совпадают с весом, объемом и площадью самой машины.
5. «Идеальная машина» способна менять назначение (в пределах своей основной функции).
6. 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 ТРИЗ⁹⁵. В дальнейшем они были опубликованы в книге «Творчество как точная

⁹² Альтшуллер Г.С. Как научиться изобретать. - Тамбов: Кн. изд., 1961, 128 с. (с.56)

⁹³ Альтшуллер Г. Как работать над изобретением. О теории изобретательства. – Азбука рационализатора. – Тамбов, Кн. Изд-во, 1963. 352 с. (с. 276)

⁹⁴ Альтшуллер Г. Как работать над изобретением. О теории изобретательства, с. 300-301.

⁹⁵ Альтшуллер Г.С. О законах развития технических систем. – Баку, 20.01. 1977 г.

наука»⁹⁶. Законы были развиты на три группы: "статика", "кинематика" и "динамика". Приведем эти законы:

Статика

1. Закон полноты частей системы

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

Следствие из закона 1:

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

2. Закон "энергетической проводимости" системы

Необходимым условием принципиальной жизнеспособности технической системы является сквозной проход энергии 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 неравномерное развитие её 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.

В дальнейших работах Г.Альтшуллер уточнил понятие законов **перехода в надсистему и увеличения степени вепольности**⁹⁷.

⁹⁶ Альтшуллер Г.С. *Творчество как точная наука. Теория решения изобретательских задач.* - М.: Сов. радио, 1979.-184 с. - Кибернетика. (с. 113-127)

⁹⁷ Альтшуллер Г.С. *Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач.* - Новосибирск.: Наука, 1986, 209 с. (с. 90-106)

Разработка законов развития технических систем велась автором с 1973 года. Основные теоретические материалы были сформулированы к 1984 году. В основу этих исследований положены законы развития технических систем, разработанные автором теории решения изобретательских задач Генрихом Альтшуллером.

В период 1973-1975 годы автором разрабатывались отдельные цепочки, которые обсуждались по переписке и при личных встречах с Генрихом Альтшуллером и Борисом Голдовским. В частности, была разработана цепочка дробления. В этот период наиболее сильные теоретические работы по законам развития технических систем, кроме Г.Альтшуллера, были сделаны Б.Голдовским⁹⁸.

В дальнейшем автор неоднократно обсуждал результаты исследований в Ленинградской школе ТРИЗ со своими коллегами и друзьями Волославом Митрофановым, Борисом Злотиним, Эстер Злотин, Семеном Литвиным, Игорем Викентьевым, Владимиром Герасимовым, Вадимом Канером и многими другими. Большую работу по анализу моих работ провел мой друг Борис Голдовский. Советы этих людей и их теоретические работы существенно повлияли на формирование моих взглядов на законы развитие технических систем. Результаты работ докладывались на традиционном ежегодном Ленинградском семинаре, начиная с 1976 года. С 1984 года эти исследования проводились совместно с Э.Злотин.

Первая система законов была доложена автором в 1980 на Ленинградском семинаре. Более детальная система была доложена на традиционном Ленинградском семинаре в 1981 году семинаре. Введены и определены законы избыточности и толерантности⁹⁹. Полностью сформированная система законов была доложена на семинаре преподавателей и разработчиков ТРИЗ (Петрозаводск-82), а опубликована в 1983¹⁰⁰ и 1984 году¹⁰¹.

Полностью система законов развития технических систем, представленная в данной серии статей, была разработана автором в 1985 году¹⁰². В этой работе излагалась и методика прогнозирования на основе законов развития технических систем и системного анализа на примере развития судостроения и в частности подводных аппаратов. В дальнейшем эта методика была уточнена и использована

⁹⁸ **Голдовский Б.И. О противоречиях в технических системах.** Материалы к семинару преподавателей методики изобретательства. – Горький, ОЛМИ при ЦС ВОИР, 1974, 28 с. (ротапринт). В работе рассмотрены понятия и механизмы по узловому компоненту, противоречиям и оператору отрицания, введено понятие главной полезной функции системы (ГПФ).

⁹⁹ **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.

¹⁰⁰ **Петров В.М. Идеализация технических систем.** - Областная научно-практическая конференция "Проблемы развития научно-технического творчества ИТР". Тезисы докладов. Горький, 1983, с.60-62.

¹⁰¹ **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, 1984, с. 52-54.

¹⁰² **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. Наиболее полная система законов и система прогнозирования техники была изложена в самой диссертации.

для прогнозирования развития сварки¹⁰³. Некоторая детализация законов и уточнение структуры системы законов походились и в дальнейшем. Разработка представленной системы законов была завершена к 1987 году и опубликована в 1989 году¹⁰⁴.

Параллельно с нашими разработками велись разработки законов и другими авторами. Безусловно, центральное место занимали материалы, разрабатываемые Генрихом Альтшуллером¹⁰⁵, где он описал систему законов и сформулировал каждый отдельный закон.

Интенсивно велась разработка отдельных законов, развивающие и дополняющие законы, сформулированные Г.Альтшуллером.

Закон увеличения степени **идеальности** разрабатывали В.Петров¹⁰⁶, Юрий Саламатов и Игорь Кондраков¹⁰⁷, Эдуард Каган¹⁰⁸, Виктор Фей¹⁰⁹; В.Митрофанов¹¹⁰, Г.Иванов¹¹¹ закон увеличения степени **динамичности** разрабатывал Игорь Кондраков¹¹²; подзаконы динамичности (**увеличения пустотности**) Г.Альтшуллер и Игорь Верткин¹¹³ (**увеличение степени дробления**) В.Петров¹¹⁴, закон **сквозного**

¹⁰³ Петров В.М. Методика выбора перспективного направления НИОКР. - Л.: ВНИИЭСО, 1985.- 69 с.

¹⁰⁴ Петров В.М., Злотина Э.С. Теория решения изобретательских задач - основа прогнозирования развития технических систем. Методические разработки. - Л.:ЦНТТМ "Квант", Братислава: ДТ ЧСНТО, 1989, 92 с.

¹⁰⁵ Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. - Новосибирск.: Наука, 1986, 209 с.

Альтшуллер Г.С., Верткин И. Линии увеличения пустотности. Баку, 1987.

Альтшуллер Г.С. Маленькие необъятные миры. Стандарты на решения изобретательских задач. - Нить в лабиринте/Сост. А.Б.Селюцкий. - Петрозаводск: Карелия, 1988. с.183-185.

¹⁰⁶ Петров В.М. Идеализация технических систем. - Областная научно-практическая конференция "Проблемы развития научно-технического творчества ИТР". Тезисы докладов. Горький, 1983, с. 60-62.

¹⁰⁷ Саламатов Ю.П., Кондраков И.М. Некоторые особенности идеальных технических систем. - Тезисы докладов и сообщений к научно-практической конференции 30 июня - 2 июля 1984 г. - Новосибирск, 1984, с. 66-68.

¹⁰⁸ 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.

¹⁰⁹ Фей В.Р. В поисках идеального вещества. - Журнал ТРИЗ, Т.1, №1/90, с.36-41, . Т.1, №2/90, с.31-40.

¹¹⁰ Митрофанов В.В. Несколько мыслей об идеальности. - Журнал ТРИЗ, 1993 .Ангарский вариант (электронная версия), с. 45-47.

¹¹¹ Иванов Г.И. Вопросы самоорганизации в ТС.- <http://www.trizminsk.org/e/248005.htm>

¹¹² Кондраков И.М. Динамизация технических систем. - Тезисы докладов и сообщений к научно-практической конференции 30 июня - 2 июля 1984 г. - Новосибирск, 1984, с. 70-72.

¹¹³ Альтшуллер Г.С., Верткин И. Линии увеличения пустотности. Баку, 1987

¹¹⁴ Основные направления и идеи цепочки дробления были изложены В.Петровым в письмах к Г.С.Альтшуллеру в 1973 году. Излагались в учебных курсах и докладывались на Ленинградской конференции ТРИЗ в 1976 г., на семинаре преподавателей и разработчиков ТРИЗ (Петрозаводск-82), на горьковской конференции в 1983 г. Цепочка описана в работах: Петров В.М. Идеализация технических систем. - Областная научно-практическая конференция "Проблемы развития научно-технического творчества ИТР". Тезисы докладов. Горький, 1983, с.60-62. и Петров В.М. Закономерности развития технических систем. -

прохода энергии Г.Иванов¹¹⁵, закон согласования технических систем разрабатывали С.Литвин¹¹⁶, Б.Злотин и А.Зусман¹¹⁷, В.Петров и Э.Злотин¹¹⁸. Позже появились работы дополняющие закон перехода в надсистему С.Литвина и В.Герасимова¹¹⁹, Г.Френклаха и Г.Езерского¹²⁰, А.Пиняева¹²¹; закон идеальности механизмов свертывания С.Литвина и В.Герасимова¹²², В.Дуброва¹²³, системный анализ, системные исследования, теория систем, системность технических систем В.Петров¹²⁴, А.А.Быстрицкий¹²⁵ и некоторые другие направления, например, использование законов при проведении ФСА разработанные С.Литвиным и В.Герасимовым¹²⁶.

В 1984 году была опубликована система законов, разработанная Ю.Саламатовым и И.Кондраковым¹²⁷. К этому моменту увидели свет две работы по законам развития систем Б.Злотина и А.Зусман¹²⁸, которые содержали как систему законов, так и разработку новых механизмов реализации законов.

Методология и методы технического творчества. - Тезисы докладов и сообщений к научно-практической конференции 30 июня - 2 июля 1984 г. - Новосибирск, 1984, с. 52-54.

¹¹⁵ Иванов Г.И. Закон сквозного прохода энергии. - Журнал ТРИЗ, 1993. Ангарский вариант (электронная версия), с. 48-52.

¹¹⁶ Литвин С.С. Согласование технических систем. - Тезисы докладов и сообщений к научно-практической конференции 30 июня - 2 июля 1984 г. - Новосибирск, 1984, с. 72-74.

¹¹⁷ 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.

¹¹⁸ Рукописи и письма к Г.Альтшуллеру 1973-1998гг.

¹¹⁹ Герасимов В.М., Литвин С.С. Зачем технике плюрализм. - Журнал ТРИЗ, Т.1, №1/90, с.11-25.

¹²⁰ Френклах Г.Б., Езерский Г.А. О некоторых закономерностях перехода в надсистему. - Журнал ТРИЗ, Т.1, №1/90, с. 25-29.

¹²¹ Пиняев А.М. Объединение под законом функции (Функциональный подход к объединению альтернативных систем). 1/95 (№10), с.33-37.

¹²² Герасимов В.М., Литвин С.С. Основные положения методики проведения ФСА. Свертывание и сверхэффект. - Журнал ТРИЗ, Т.3, №2/92, с.7-45.

¹²³ Дубров В.Е. Методика поиска сверхэффектов. - Журнал ТРИЗ, Т.3, №2/92, с.46-50.

¹²⁴ Конспекты лекций и статьи в рукописях; доклады на Ленинградском семинаре 1976-1980.

Петров В.М. Системный анализ технических систем. Прогнозирование научно-технического прогресса. - Л.: ЛДНТП, 1976. Петров В.М. Системный анализ выбора технических задач. - Методы решения конструкторско-изобретательских задач. Тезисы докладов. - Рига, 1978, с.73-75..

¹²⁵ Быстрицкий А.А. Системность ТС и технические модели. - Журнал ТРИЗ, 1993 .Ангарский вариант (электронная версия), с. 35-36.

¹²⁶ 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.

¹²⁷ Саламатов Ю.П., Кондраков И.М. Тепловая труба. Красноярск, 1984.

Саламатов Ю.П. Эволюция вещества в технических системах. - Тезисы докладов и сообщений к научно-практической конференции 30 июня - 2 июля 1984 г. - Новосибирск, 1984, с. 64-66.

¹²⁸ 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.

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

Эти работы заставили нас с Эстер Злотин критически посмотреть на наши исследования пересмотреть определенные моменты в системе законов, разработанной нами. Уточненная система законов развития технических систем была изложена в подготовленном нами учебнике¹²⁹.

На следующих этапах появилась фундаментальная работа по законам технических систем Юрия Саламатова¹³⁰.

Появились интересные работы о системе законов Б.Злотина и А.Зусман¹³¹, основные этапы развития технических систем Геннадия Иванова¹³², иерархическая структура систем Алексея Захарова¹³³.

Велись работы по выявлению закономерностей развития не технических систем разными авторами: **развитие научных систем** Г.Альтшуллер¹³⁴, В.Митрофанов¹³⁵, И.Кондраков¹³⁶, В.Цуриков¹³⁷, Г.Г.Головченко¹³⁸, Г.Иванов¹³⁹, Б.Злотин и А.Зусман¹⁴⁰, **развитие биологических систем** описал Игорь Захарова¹⁴¹, Тимохов В.И.¹⁴², **развитие окружающей среды** (создание бес природного технического мира - БТМ)

¹²⁹ Петров В.М., Злотина Э.С. Теория решения изобретательских задач. Учебник. - Л., 1990, 425 с. (рукопись подготовленная для издательства "Машиностроение").

¹³⁰ Шанс на приключение/Сост. А.Б.Селюцкий. - Петрозаводск: Карелия, 1991.-304 с. - (Техника - молодежь - творчество).

¹³¹ Злотин Б.Л., Зусман А.В. Общие законы развития. – Журнал ТРИЗ, 1/94 (№ 9),с.24-28.

¹³² Иванов Г.И. И начинайте изобретать: Научно-популярная книга. - Иркутск: Восточно-Сибирское кн. Изд-во, 1987. – 240 с. (с.187-190).

¹³³ Захаров А.Н. К разработке системы законов развития технических систем. – Журнал ТРИЗ, 1/95 (№ 10),с.19-29

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

¹³⁴ Альтшуллер Г.С. Как делаются открытия. Мысли о методике научной работы. - Баку, 1960.

Альтов Г., Журавлева В. Путешествие к эпицентру полемики. – Звезда, 1964, № 2.

¹³⁵ 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.

¹³⁶ Кондраков И.М. Алгоритм открытий? - "Техника и наука", № 11 – 1979 г.

¹³⁷ Цуриков В.М. Даешь радиоконтакт! – Петрович Н.Т., Цуриков В.М. Путь к изобретению. – М.: Мол. гвардия, 1986. с.119-128.

¹³⁸ Головченко Г.Г. Ветроэнергетика растений. – Грани творчества / Сост. Б.С.Вайсберг. – Свердловск: Сверд.-Урал. Кн. Изд-во, 1989. с. 97-107.

¹³⁹ Иванов Г.И. И начинайте изобретать: Научно-популярная книга. - Иркутск: Восточно-Сибирское кн. Изд-во, 1987. – 240 с. (с.136-142).

¹⁴⁰ 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», Карта Молдовеняскэ, 1991

Злотин Б.Л., Зусман А.В. Использование аппарата ТРИЗ для решения исследовательских задач. -Кишинев: 1985.

¹⁴¹ Захаров И.С. О законах биологических систем. – Журнал ТРИЗ, 1/96 (№ 11),с.32-33.

¹⁴² 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.

Г.Альтшуллер, Михаил Рубин¹⁴³, развитие художественных систем Юлий Мурашковский и Ингрида Мурашковска¹⁴⁴, Роман Флореску¹⁴⁵, развитие литературы (сказки) Алла Нестеренко¹⁴⁶, (пословицы) С.И.Перницкий¹⁴⁷, (анатомия сюжета) Александр Молдавер¹⁴⁸, развитие музыкальных форм Э.Злотин¹⁴⁹, развитие творческой личности Г.Альтшуллер и И.Верткин¹⁵⁰, развитие творческого коллектива Б.Злотин, А.Зусман, Леонид Каплан¹⁵¹, развитие педагогики А.Нестеренко, В.А.Бухвалов¹⁵² А.А.Гин¹⁵³, развитие фокусов В.Л.Уральская и С.Литвин¹⁵⁴ развитие журналистики¹⁵⁵ и рекламы Игорь Викентьев¹⁵⁶, закономерности развития менеджмента и предвыборной борьбы Сергей Фаер¹⁵⁷, диалектика Анатолий Лимаренко¹⁵⁸.

Проблемами прогнозирования с использованием ТРИЗ занимались Г.Альтшуллер, Б.Злотин и А.Зусман¹⁵⁹, С.Литвин и В.Герасимов, М.Рубин¹⁶⁰, В.Петров и Э.Злотин, И.Захаров¹⁶¹

До настоящего времени, на наш взгляд, еще не сложилось единого представления о законах развития технических систем. Все эти работы описывают

¹⁴³ 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

¹⁴⁴ Мурашковска И., Мурашковский Ю.М. «Искусство» от слова «техника». – Журнал ТРИЗ, Т.1, №1/90, с.55-64

¹⁴⁵ Флореску Р.С. Приемы фантазирования в изобразительном искусстве. – Журнал ТРИЗ, Т.3, 2/92, (№6) с.69-77.

¹⁴⁶ Нестеренко А.А. Страна загадок. Методика использования загадок. – Журнал ТРИЗ, 3.4.92, с.36-48.

¹⁴⁷ Перницкий С.И. Приемы устранения противоречий в пословицах. – Журнал ТРИЗ, Т.3, 1/92, (№5) с.69-73.

¹⁴⁸ Молдавер А. Анатомия сюжета. Иерусалим, 2002, 128 с.

¹⁴⁹ Злотина Э.С. Закономерности развития музыкальных форм. – Технология творчества, №1, 1999, с. 9-14

¹⁵⁰ 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.

¹⁵¹ Злотин Б.Л., Зусман А.В., Каплан Л.А. Закономерности развития коллективов. - Кишинев: МНТЦ "Прогресс", 1990.

¹⁵² Бухвалов В.А. Алгоритмы педагогического творчества. - М.: Просвещение, 1993.- 96 с.

¹⁵³ Гин А.А. Приемы педагогической техники: Свобода выбора. Открытость. Деятельность. Обратная связь. Идеальность: Пособие для учителей. – Гомель: ИПП "Сож", 1999. – 88 с.

¹⁵⁴ Уральская В.Л., Литвин С.С. Фокус как объект изучения и методический прием. – Журнал ТРИЗ, 3.4.92, с.59-63.

¹⁵⁵ Викентьев И.Л. Приемы журналистики. – Журнал ТРИЗ, Т.3, 1/92, (№5) с. 56-68.

¹⁵⁶ Викентьев И.Л. Приемы рекламы и Public Relations, Ч.1, СПб, Изд-во ТОО "ШАНС-ТРИЗ", 1995.-228 с.

¹⁵⁷ Фаер С.А. Приемы стратегии и тактики предвыборной борьбы: PR-секреты общественных отношений. «Ловушки» в конкурентной борьбе. Механизмы политической карьеры. – СПб: изд-во «Стольный град», 1998.-136 с.

¹⁵⁸ Лимаренко А.А. ТРИЗ как прикладная диалектика. - Журнал ТРИЗ, 1993. Ангарский вариант (электронная версия), с. 53-57.

¹⁵⁹ Злотин Б.Л., Зусман А.В. Законы развития и прогнозирование технических систем: Методические рекомендации. - Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989.-114 с.

¹⁶⁰ Рубин М.С. Методы прогнозирования на основе ТРИЗ. - <http://www.trizminsk.org/e/216002.htm>

¹⁶¹ Захаров И.С. ТРИЗ и марксизм: опыт прогнозирования кризисов теории. – Журнал ТРИЗ, Т.3, 1/92, (№5) с.13-23.

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, и Ю.Саламатова.

В данной серии статей изложена система законов, которая, на наш взгляд, позволяет легче и полнее проводить прогноз развития технических систем. Кроме того, изложена методика прогнозирования развития технических систем. Первый раз эта работа была сделана в виде рукописи и отослана в фонд челябинской библиотеки¹⁶². Второй раз работа была издана в Израиле¹⁶³ с небольшими изменениями и уточнениями. Данная серия статей является практически перепечаткой, работы, изданной в 1992 году. В ней имеются незначительные уточнения отдельных законов.

Работа написана как теоретический материал, и не является учебником или учебным пособием. В нем нет точных определений и истории возникновения и развития понятий о законах развития технических систем. Такого рода материалы можно прочесть в других книгах. Наиболее полно, на наш взгляд, это представлено в работах Б.Злотина и А.Зусман¹⁶⁴ и Ю.Саламатова¹⁶⁵.

В этой статье не ставилась задача провести глубокий аналитический обзор работ по законам развития технических систем. Наверняка упущены какие-то работы и отдельные авторов. Поэтому приношу им свои извинения. Чтобы провести глубокий аналитический обзор этих работ, у автора в настоящее время не хватает информации (часть нашего архива утрачена и нет возможности воспользоваться другими архивами по ТРИЗ).

Работа предназначена в первую очередь для людей, занимающихся исследованиями в области законов развития систем, и разработчикам новой техники для прогнозирования развития технических систем. Кроме того, она может быть полезна, слушателем, изучающим теорию решения изобретательских задач (ТРИЗ).

6. Выводы

Данная работа показывает, что любая система, в том числе и техника, развиваются по законам, было описано еще в работах Гегеля.

Первые законы развития техники были сформулированы еще в XIX веке, а первые классы законов развития систем в конце 40-х – начале 60-х гг. XX века.

В настоящее время еще не сложилась единая система законов развития техники и любых других систем.

Будущим исследователям законов развития систем предстоит серьезно исследовать все имеющиеся материалы. Данная работа поможет им увидеть некоторые источники. Кроме того, необходимы исследования по развитию

¹⁶² Петров В.М., Злотина Э.С. **Законы развития систем**. Л., 1990.

¹⁶³ Петров В.М., Злотина Э.С. **Законы развития систем**. Тель-Авив, 1992.

¹⁶⁴ **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. и Злотин Б.Л., Зусман А.В. **Законы развития и прогнозирование технических систем: Методические рекомендации**. - Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989.- 114 с.

¹⁶⁵ 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>

различных систем. Прежде всего, нужно исследовать самые древние системы. К ним в первую очередь относятся биологические системы. Может быть, следует даже исследовать еще более древние системы образования звезд, планет и космической системы и галактики. Должны быть исследованы различные виды культур, языки, религии, музыка, литература, искусства и т.д. Не менее интересно исследовать стремительно развивающиеся сегодня системы высоких технологий. Здесь тоже имеются свои закономерности. Особенно это касается микроэлектроники, компьютеров и программирования. В них наверняка имеются те закономерности, которые еще не выявлены.

Статья написана 29 мая 2001 и откорректирована в начале 2002 года.