

Система законов развития техники как инструмент прогнозирования

В.Петров

Аннотация

В статье излагается усовершенствованная и детализированная система законов развития техники, ранее разработанная автором. С помощью этой системы проводятся экспресс и углубленный прогнозы.

Система законов включает уровни законов развития потребностей, функций и технических систем. Законы развития технических систем состоят из двух групп законов организации и эволюции техники.

Группа законов эволюции техники включает законы увеличения степени идеальности, увеличения степени управляемости и динамичности, перехода в надсистему и подсистему, согласования-рассогласования, свертывания-развертывания.

Закон увеличения степени управляемости и динамичности имеет подзаконны: увеличения степени вепольности, изменения связанности, увеличения энергетической и информационной концентрации, перехода системы на микро-уровень.

Изменение связанности выполняется закономерностями: увеличения степени дробления, переходом к капиллярно-пористым материалам и увеличения степени пустотности.

Закон увеличения энергетической и информационной концентрации осуществляется с помощью закономерностей увеличения удельной концентрации и перехода к более управляемым полям. Последняя закономерность выполняется механизмами замены вида поля и переходом МОНО-БИ-ПОЛИ поля.

После проведения прогноза по каждому из законов осуществляют согласование-рассогласование и свертывание-развертывание, выявляя и разрешая противоречия. На последнем этапе проводят верификацию прогноза.

Ключевые слова:

ТРИЗ, законы развития систем, законы развития потребностей, система обобщенных моделей, прогнозирование, экспресс-прогноз, углубленный прогноз, функциональный подход, верификация.

1. История вопроса

Первые работы по законам развития технических систем (ЗРТС) были написаны Г.Альтшуллером [1-8].

С 1973 года автор начал работу по разработке системы законов¹.

Развитием системы ЗРТС занимались Б.Злотин [8], С.Литвин [9], Ю.Саламатов [10], М.Рубин [11] и другие.

Системы ЗРТС, созданные Б.Злотиным [12], Ю.Саламатовым [13], С.С.Литвиным [14] и В.Петровым [15], наиболее разработаны.

Подробно история законов развития систем изложена в [16].

Данная работа является усовершенствованием системы законов и методики прогнозирования, изложенной автором в [15].

2. Структура законов развития систем

Ниже представлена структура законов развития искусственных систем, разработанная автором. Она включает уровни **потребностей, функций и систем**. В качестве систем, мы будем рассматривать *технические системы*, поэтому будем говорить о *законах развития технических систем*. Схематично это изображено на рис. 1.

Законы развития потребностей определяют тенденции их изменения и описаны в [17].

Законы развития функций описывают тенденции их изменения и изложены в [18].

¹ Эта система законов разрабатывалась В.Петровым в период 1973-89 гг. Лекции по прогнозированию развития технических систем читались на втором курсе Ленинградского Народного Университета Технического Творчества (1976-1981 гг.) и в ИПК судостроительной промышленности (1976-1990 гг.). Впервые система законов была доложена на традиционном Ленинградском семинаре в 1980, более детальная система была доложена на семинаре преподавателей и разработчиков ТРИЗ (Петрозаводск-82), а опубликована в:

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.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.

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.

Петров В.М., Злотина Э.С. Теория решения изобретательских задач – основа прогнозирования развития технических систем. – Л.: Квант, – Братислава: ДТ ЧСНТО, 1989, 92 с.

Уровни законов	Законы развития систем
Потребностей	Законы развития потребностей
Функций	Законы изменения функций
Систем	Законы развития технических систем

Рис. 1. Схема уровней развития систем

Законы развития технических систем имеют две группы (рис. 2):

- **законы организации систем** (определяющие *жизнеспособность системы*),
- **законы эволюции систем** (определяющие *развитие технических систем*).

Большинство законов эволюции имеют подзаконны и каждый из законов имеет определенную тенденцию развития, а часто и противоположную – анти - тенденцию.

Тенденция выполняется с помощью специального механизма. Структура закона эволюции показана на рис. 3.

Система законов изложена в [15]. Ниже схематично изложим основные изменения и дополнения, которые главным образом касаются закона увеличения степени управляемости и динамичности и его подзаконна – увеличения энергетической и информационной концентрации.

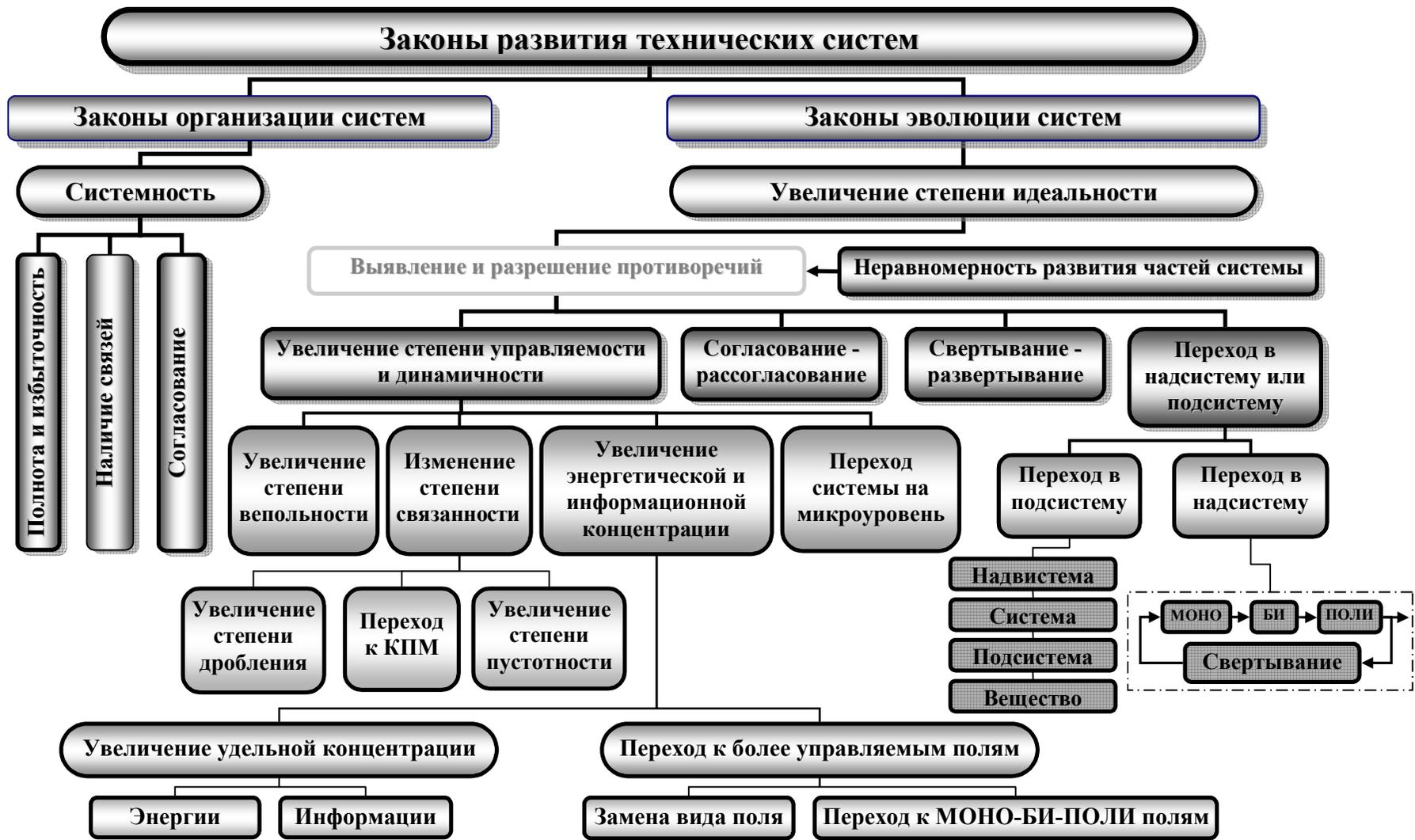


Рис. 2. Общая схема развития технических систем

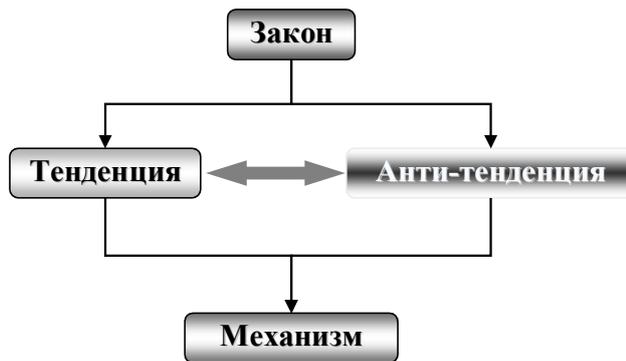


Рис. 3. Структура закона эволюции

3. Закон увеличения степени управляемости и динамичности

Закон увеличения степени управляемости и динамичности заключается в том, что *любая система в своем развитии стремится стать более управляемой и более динамичной, т.е. должна повышаться степень управляемости и динамичности системы.*

3.1. Закон увеличения степени управляемости

Развитие системы идет в направлении увеличения степени управляемости.

Система может быть управляемой тогда и только тогда, когда она содержит в себе элементы способные **воспринимать управляющие сигналы, преобразовывать их в управляющие воздействия** и адекватно воспринимать **информацию о внутренних изменениях** в системе и **внешних воздействиях** на нее. Это свойство часто называют **отзывчивостью**.

Управление системой может осуществляться:

- не автоматически (вручную) и автоматически,
- непосредственно и дистанционно,
- по проводам и с помощью беспроводной связи.

Закон увеличения степени управляемости также называют **законом увеличения информационной насыщенности** или **законом вытеснения человека из технической системы (ТС)** (рис. 4), так как увеличение управляемости системы уменьшает степень участия человека в работе технической системы.

Участие человека в работе ТС уменьшается механизацией труда, в дальнейшем автоматизацией и, наконец, кибернетизацией. Механизация снижает физические усилия, прикладываемые человеком, частично упрощается труд. Автоматизация позволяет значительно упростить труд или даже создать процесс без вмешательства человека. Кибернетизация позволяет облегчить умственный труд и даже заменить человека в «рутинных» умственных операциях.

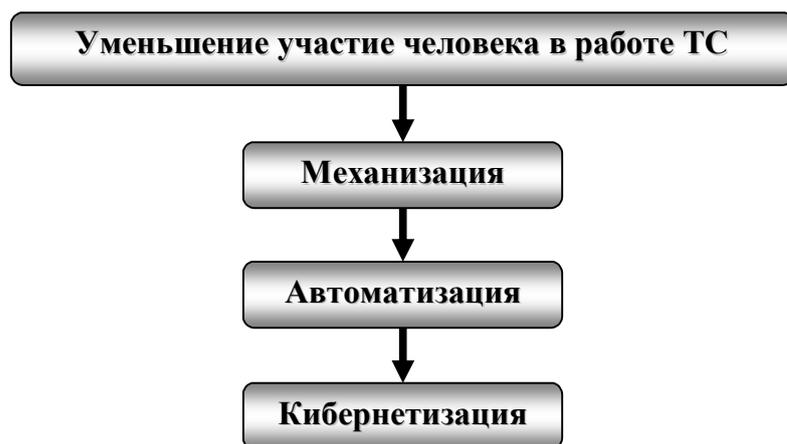


Рис. 4. Общая тенденция увеличения степени управляемости
Общая тенденция увеличения степени управляемости (рис. 5) – это переход от:

- **неуправляемой к управляемой системе,**
- **неавтоматического (ручного) управления к автоматическому,**
- **проводного управления к беспроводному,**
- **непосредственного управления к дистанционному.**



Рис. 5. Уменьшение участия человека в работе технической системы

Тенденция перехода от неуправляемой к управляемой системе показана на рис. 6 и представляет собой переход от *неуправляемой системы* к *управлению по разомкнутому контуру*, затем переход к *системе с обратной связью*, к *адаптивной (самонастраивающейся) системе*, к *самообучающейся* и *самоорганизующейся системе* и, наконец, к *саморазвивающейся* и *самовоспроизводящей системе*.

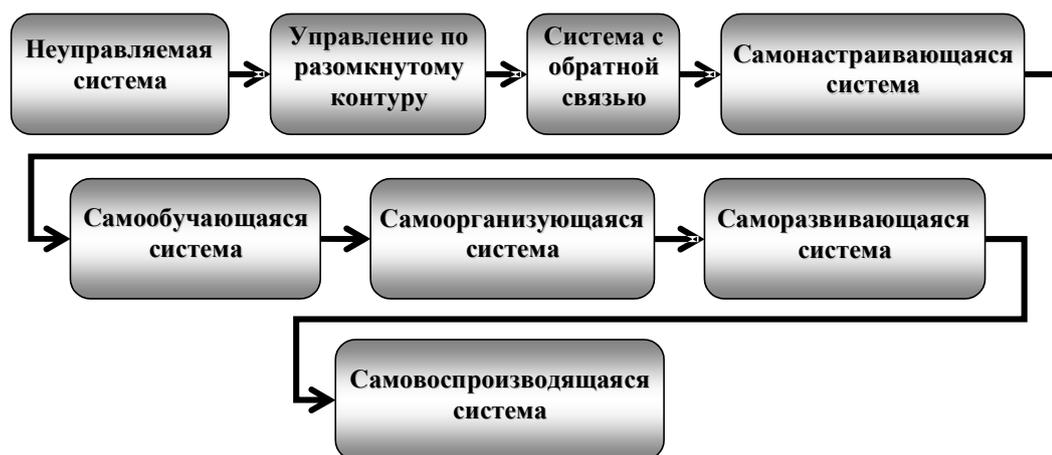


Рис. 6. Переход от неуправляемой системы к управляемой
 Эффективность управления повышается, если управление осуществляется не только по управляемой величине, но и по ее производным и интегралу.

3.2. Закон увеличения степени динамичности

Развитие системы идет в направлении увеличения степени динамичности.

Следствия из закона.

1. Статические системы стремятся стать динамическими.
2. Системы развиваются в сторону увеличения степени динамичности.

Увеличение динамичности происходит изменением динамичности *параметров, структуры, алгоритма* и *принципа работы, функции, потребности* и *цели*, которое может происходить *во времени, в пространстве* и *по условию*.

Степень динамичности увеличивается посредством перехода от изменения динамичности **параметров** к изменению динамичности **структуры, алгоритма, принципа работы, функции, потребности и цели.**

Основная линия увеличения степени динамичности показана на рис. 7.

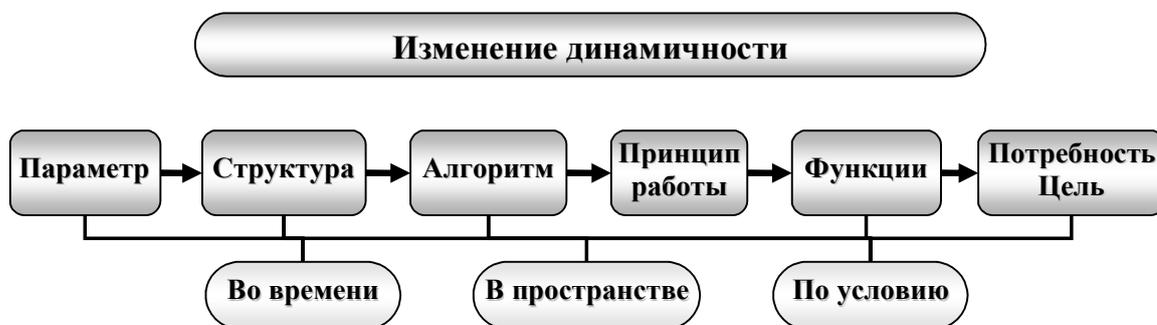


Рис. 7. Линия увеличения степени динамичности Система тем динамичнее, чем она более управляемая.

Динамичность системы *повышается с увеличением скорости и точности адаптации к внешним и внутренним изменениям.*

Скорость увеличения динамичности *повышается с учетом изменений не только определенного параметра, а и его производных.*

Идеально, когда система заранее готова к изменениям, т.е. имеет способность заранее прогнозировать изменения. С этой целью система должна использовать и/или выявлять и использовать *тенденции, закономерности и законы развития системы, надсистемы и окружающей среды.*

Точность адаптации может быть увеличена, если при управлении системой учитывается интеграл от всех изменений или ведется учет предыдущих изменений.

Статические системы достаточно устойчивы, но не мобильны. Мобильные системы часто неустойчивы. Для придания системе максимальной мобильности и устойчивости ее выполняют динамически статичной.

Динамическая статичность системы осуществляется за счет *постоянного управления максимально мобильной системой.*

3.3. Закон увеличения энергетической и информационной концентрации

Закон увеличения энергетической и информационной концентрации заключается в том, что *любая система в своем развитии стремится стать более энергетически и информационно насыщенной за счет концентрации энергии и/или информации в необходимом месте в нужный момент.*

Увеличение энергетической и информационной концентрации осуществляется за счет тенденций:

- **увеличения удельной концентрации:**
 - энергии,**
 - информации,**
- **перехода к более управляемым полям:**
 - **замена вида поля,**
 - **переход к МОНО-БИ-ПОЛИ полям.**

Механизмы увеличения удельной концентрации энергии/информации (см. рис. 8):

- 1. Переход: *объем – плоскость – линия – точка.***
- 2. Предварительное накопление энергии и/или информации и использования их за короткий период времени в нужный момент в нужном месте.**
- 3. Использование ресурсов.**
- 4. Сжимание энергии и/или информации может осуществляться, например, использованием эффектов: *физических, химических, биологических, математических,* в частности, *геометрических.***
- 5. Разделение энергии и/или информации и передача одновременно:**
 - 5.1. *разделение на части и передача их параллельно,***
 - 5.2. *разделение по видам (частотам, полярностям, скважностям и т.п.) и передача их одновременно.***

6. Одновременная передача энергии и/или информации в других направлениях.
7. Расширение приемных и передающих устройств (портов) энергии и/или информации.
8. Применение новых принципов и прогрессивных технологий.

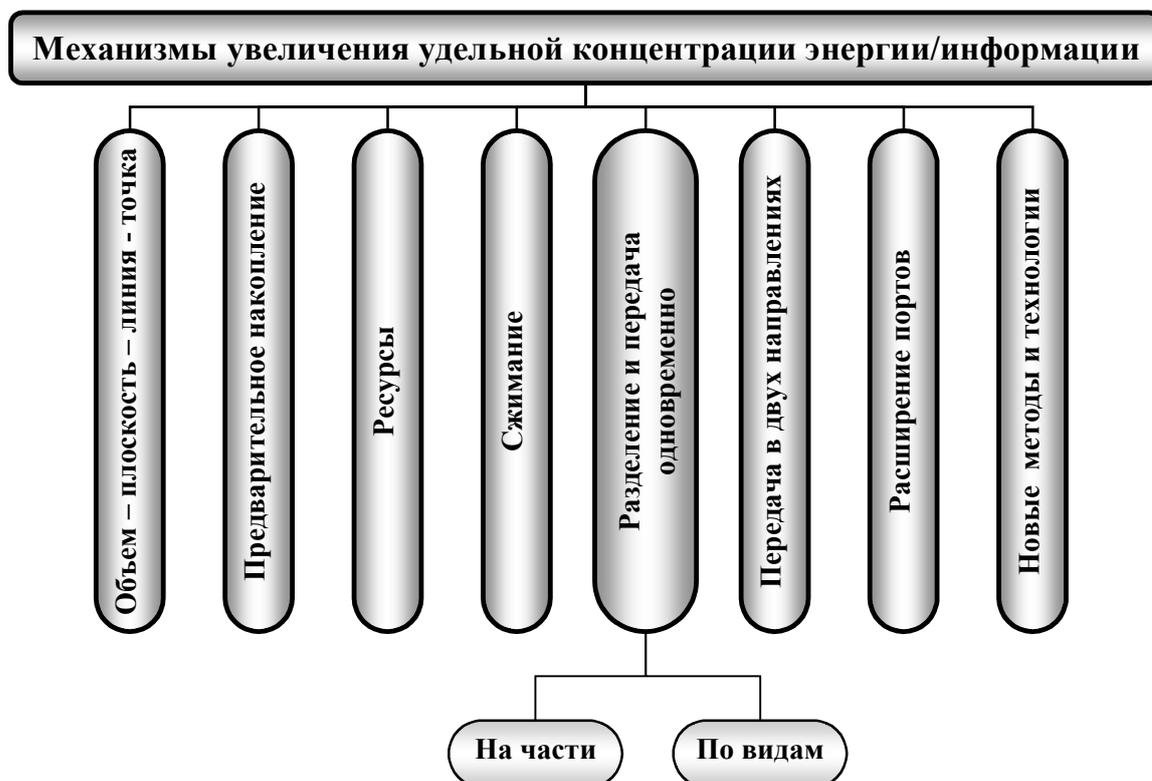


Рис. 8. Виды механизмов увеличения удельной концентрации энергии/информации

3.3.1. Увеличение удельной концентрации информации

Увеличение удельной концентрации информации позволяет значительно эффективнее управлять системой и создавать принципиально новые процессы.

Способы увеличения информационной концентрации:

1. Предварительное накопление информации и использования ее за короткий период времени в нужный момент в нужном месте.
2. Использование ресурсов.
3. Сжатие информации.
4. Разделение информации на части и передача ее параллельно.

5. **Разделение информации по частотам, полярностям, скважностям и передача одновременно.**
6. **Одновременная передача информации в двух направлениях.**
7. **Расширение приемного и передающего порта.**
8. **Применение новых принципов и прогрессивных технологий.**

4. Тенденция уменьшения динамичности

В отдельных случаях можно говорить о тенденции *уменьшения динамичности – повышения статичности*. Система стремится **сохранять, не изменять, стабилизировать** свои *параметры, структуру* (в частности *форму*), *алгоритм* и *принцип работы, функции*, чтобы наиболее эффективно достичь поставленной *цели* и удовлетворить *потребности*. Кроме того, статичная система стремится сохранить так же *цели* и *потребности*.

Стабилизация должна происходить *во времени* и/или *в пространстве* и/или *по условию*.

Название тенденции «*уменьшение динамичности*» условное. По существу эта тенденция – частный случай *динамической системы*, обеспечивающая постоянство *параметра, структуры, функции, потребности, цели* и т.д.

Тенденция уменьшения степени динамичности (увеличения статичности) используется для развития систем, в которых необходимо **стабилизировать** определенные параметры или всю систему в целом.

Динамизация системы осуществляется с помощью **закона увеличения степени динамичности**.

5. Методика использования законов развития систем для прогнозирования

Законы развития систем используются для проведения экспресс–прогноза и углубленного прогноза [19].

Экспресс – прогноз чаще всего проводится с помощью группы законов эволюции систем.

Первоначально исследуемую систему развивают, используя **закон увеличения степени идеальности** и его механизмы [20].

После применения каждого из законов осуществляют **согласование системы**, используя **закон согласования-рассогласования** и его механизмы [21]. При этом **выявляются противоречивые тенденции и разрешаются противоречия** с помощью инструментов ТРИЗ. Возможен и алгоритм, когда согласование-рассогласование и выявление и разрешение противоречий осуществляется после применения всех законов, подзаконов, тенденций и механизмов, так как применение нескольких законов может разрешить появившиеся противоречия.

На следующем этапе используется **закон увеличения степени управляемости и динамичности** с подзаконами:

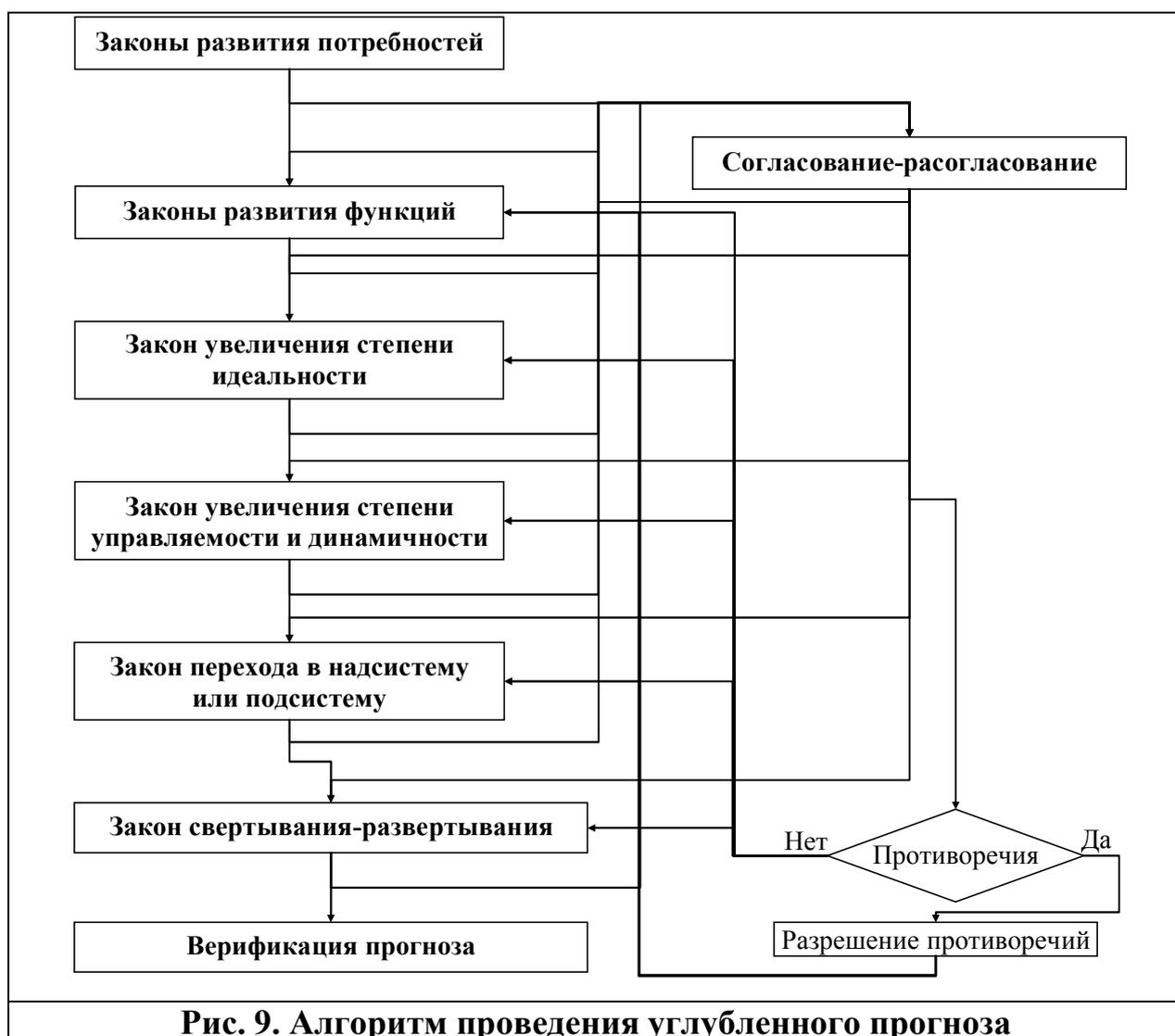
- **увеличения степени вепольности** [23],
- **изменения связанности** [24, 25, 26],
- **увеличения энергетической и информационной концентрации** (см. выше),
- **перехода на микро-уровень** [27].

Далее осуществляется прогнозирование с использованием **закона перехода в надсистему и подсистему** [30, 31].

На завершающем этапе осуществляется прогнозирование с использованием **закона свертывания-развертывания**.

Углубленный прогноз начинается с **анализа системы по S-образной кривой**. В результате определяют уровень развития системы и возможность продолжать развитие данной системы или необходимость начинать развитие системы нового поколения (закон диалектики «переход количественных изменений в качественные»).

На следующем этапе прогнозирования используются **законы развития потребностей** [17] и **функций** [18] и далее, как было описано выше. Алгоритм проведения углубленного прогноза представлен на рис. 9.



Выводы

Данная система законов и алгоритм их использования позволяют получить более точный прогноз, направленный на удовлетворение будущих потребностей.

Литература

1. Альтшуллер Г.С., Шапиро Р.Б. Психология изобретательского творчества. – Вопросы психологии, 1956, № 6, с. 37-49.
2. Альтшуллер Г.С. Как научиться изобретать. – Тамбов: Кн. изд., 1961, 128 с.
3. Альтшуллер Г. Как работать над изобретением. О теории изобретательства. – Азбука рационализатора. – Тамбов, Кн. изд-во, 1963. 352 с.

4. **Альтшуллер Г.С. О законах развития технических систем.** – Баку, 20.01.1977
5. **Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука.** Теория решения изобретательских задач. – М.: Сов. радио, 1979. – 184 с. – Кибернетика. (с. 113-127).
6. **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.
7. **Альтшуллер Г.С. Найти идею.** Введение в теорию решения изобретательских задач. – Новосибирск: Наука, 1986, 209 с.
8. **Злотин Б.Л., Зусман А.В. Законы развития и прогнозирование технических систем:** Методические рекомендации. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989. – 114 с. **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.
9. **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.
10. **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.
11. **Рубин М. Этюды о законах развития техники.** Труды Международной конференции «Три поколения ТРИЗ» и Саммит разработчиков ТРИЗ. ТРИЗФест – 2006. 13-18 октября 2006 г. Санкт-Петербург, 2006. – с.219-228. <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3432>.

12. **Zlotin B., Zusman A. Directed Evolution. Philosophy, Theory and Practice.** Ideation International inc. 2001. **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>.
13. **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>.
14. **Любомирский А., Литвин С. Законы развития технических систем.** GEN3 Partners, 2003. <http://www.metodolog.ru/00767/00767.html>.
15. **Петров В. Законы развития систем.** Серия статей.– Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba.php?id=108>.
16. **Петров В. История разработки законов развития технических систем.** – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-01-history.pdf>. **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#_ftnref100.
17. **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 МА ТРИЗФест – 2005. 3-4 июля 2005 г. Санкт-Петербург. Ст. Петербург, 2005. с. 46-48. <http://www.trizland.ru/trizba.php?id=255>.
18. **Петров В. Закономерности развития функций.** – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-05-function.pdf>.

19. **Петров В. Методика прогнозирования.** – Методы прогнозирования на основе ТРИЗ. Сборник научных трудов. Библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ, Вып. 3, СПб., 2010.
20. **Петров В. Закон увеличения степени идеальности.** – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-08-ideal.pdf>. **Петров В.М. Формулы идеальности.** – Научно-практическая конференция «ТРИЗ-ФЕСТ 2009»: сборник трудов конференции. СПб, 2009. – 302 с. (с. 149-152) www.patentovedam.narod.ru/download7/ideality.doc. **Петров В.М. Способы устранения нежелательных эффектов.** – Научно-практическая конференция «ТРИЗ-ФЕСТ 2009»: сборник трудов конференции. СПб, 2009. – 302 с. (с. 141-148) www.triz-summit.ru/file.php/id/f4431/.../VPetrov-Harmful%20Effect.doc.
Петров В. Закон - антизакон. – Труды Международной конференции «Три поколения ТРИЗ» и Саммит разработчиков ТРИЗ. ТРИЗФест – 2006. 13-18 октября 2006 г. Санкт-Петербург, 2006. с. 212-218. <http://triz-summit.ru/file.php/id/f3528/name/Law%20-%20antilaw.pdf>. **Vladimir Petrov. Law – Antilaw.** – ETRIA TRIZ Futures Conference 2006. 5th ETRIA. 9-11 October 2006. Kortrijk, Belgium. pp. 133-140.
21. **Петров В. Закон согласования систем.** – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-10-soglasov.pdf>.
22. **Петров В. Закон увеличения степени динамичности.** – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-11-dinamiz.pdf>.
23. **Петров В. Закон увеличения управляемости системы.** – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-18-upravl.pdf>. **Петров В. Структурный вещественно-полевой анализ.** Тель-Авив, 1999, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba.php?id=111>. **Петров В. Система обобщенных моделей.** – Тель-Авив, 2008. – 66 с. <http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=4708>.
24. **Петров В. Увеличение степени дробления.** – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-13-droblenie.pdf>.

25. Петров В. Закономерность перехода к капиллярно-пористым материалам. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-14-kpm.pdf>.
26. Петров В. Переход к более сложным и энергонасыщенным формам. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-16-energo.pdf>.
27. Петров В. Закон перехода системы с макро- на микроуровень. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-12-microlevel.pdf>.
28. Петров В. Изменение масштабности технических систем. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-15-masshtab.pdf>.
29. Петров В. Закон перехода системы в надсистему. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-17-nadsyst.pdf>.