

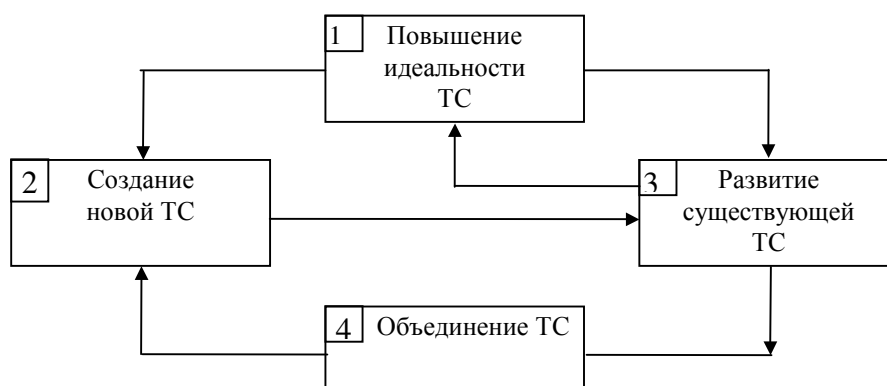
К РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ ЗАКОНОВ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Захаров А.Н.

АННОТАЦИЯ

Развитие технических систем идет в направлении увеличения степени их идеальности. Увеличение идеальности ТС проявляется в росте отношения полезных характеристик технической системы (мощности, производительности, точности, надежности и др.) к вредным (потери, помехи, количество брака и пр.) или к затратным (вес, размеры, трудоемкость изготовления и т.д.).

Повышение идеальности технической системы может происходить как в рамках существующей конструктивной схемы, так и в результате радикального изменения конструкции, с переходом к новому принципу действия системы, что может быть представлено в виде обобщенной схемы.



Как внешнее, так и внутреннее согласование технической системы реализуется через динамизацию (изменение в самом широком смысле) ее элементов, причем динамизация может быть:

- количественная (изменение числа элементов и связей между ними, количества вещества, формы вещества, положения вещества, движения вещества; аналогичные характеристики могут меняться и у полей, существующих в ТС);
- качественная (изменение типа вещества, внутреннего строения вещества и свойств вещества, отражающих его особенности взаимодействия с полями; качественное изменение полей).

В рассмотрении в первую очередь внешнего согласования, т.е. согласования рабочего органа технической системы с элементами внешней среды (надсистемы), проявляется сформулированный в ТРИЗ закон неравномерного развития ТС (закон опережающего развития рабочего органа технической системы).

В виде одного из механизмов реализации закона повышения динамизации технической системы выступает закон перехода технической системы с макро- на микроуровень: в ходе развития технической системы происходит переход к использованию все более и более глубинных свойств веществ и полей, образующих элементы ТС. Особенно ярко это проявляется в развитии рабочего органа системы, развивающегося быстрее других ее элементов.

Как механизм реализации внутреннего согласования элементов технической системы можно рассматривать закон вытеснения человека из технической системы: в ходе развития техническая система постепенно берет на себя функции, ранее выполнявшиеся человеком.

В случае исчерпания собственных ресурсов развития технической системы, т.е. возможностей ее согласования с элементами внешней среды (надсистемой) и возможностей согласования элементов внутри системы, возможен путь ее объединения со второй системой (подобной, с системой со сдвинутыми характеристиками, с инверсной системой, с системой, ранее никак не связанной с первоначальной). На представленной схеме это отражено блоком "Объединение ТС".

Как сказано выше, повышение идеальности технической системы может происходить и в результате радикального изменения конструкции, принципа действия системы, что приводит к созданию новой технической системы. В схеме на блок "Создание новой ТС" выводит и путь объединения технических систем. Как создание новой технической системы, так и объединение технических систем, должны удовлетворять требованиям закона полноты частей системы (минимальный набор элементов в ТС) и закона энергетической проводимости системы (или полнее, наличие материальных, энергетических, информационных, функциональных связей между элементами ТС).

В работе приведены многочисленные примеры, помогающие раскрыть предлагаемые теоретические положения.

К РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ ЗАКОНОВ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Захаров А.Н.

I. АКТУАЛЬНОСТЬ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ЗРТС.

О необходимости разработки именно **системы** законов развития технических систем говорит то, что многие исследователи и разработчики ТРИЗ постоянно предлагают свой взгляд на этот предмет [см. Литература, NN 1 - 9]. К настоящему моменту известны несколько подходов к представлению ЗРТС в виде некоторой системы:

1.1. Объединение законов по группам:

- "статика", "кинематика", "динамика" [4, с. 122];
- общие законы (повышение идеальности ТС, неравномерность развития ТС), законы синтеза системы (полнота частей ТС, сквозной проход энергии, управление ТС через воздействие на любую часть ТС), законы развития системы (согласование ритмики, динамизация рабочего органа ТС, увеличение числа управляемых связей, структурирование, переход ТС в надсистему) [7, с. 188];
- законы условий существования (полнота частей, сквозной проход энергии), законы форм развития (динамизация), законы направлений развития (идеализация) [16].
- внешние законы по отношению к ТС (повышение идеальности ТС через повышение динамичности, согласованности и управляемости ТС) и внутренние законы ТС (повышение идеальности состава, структуры и функционирования ТС) [Курги-Литвин, 1984];

1.2. Линии развития ТС "моно-би-поли-моно", "бегущая волна" идеализации [9];

1.3. Общая схема законов развития ТС через развитие веполей [5, с. 100];

1.4. ЗРТС на этапах развития технических систем [6, с. 187];

1.5. ЗРТС и линии развития технических систем [2, с. 365].

Ю.П.Саламатов в работе "Система законов развития техники" [3, с. 60] приводит и подробно рассматривает законы развития ТС из списка Г.С.Альтшуллера:

- Закон полноты частей системы.
- Закон энергетической проводимости системы.
- Закон согласования ритмики частей системы.
- Закон увеличения степени идеальности системы.
- Закон неравномерности развития частей системы.

- Закон перехода в надсистему.
- Закон перехода с макро- на микроуровень.
- Закон увеличения степени вепольности, упоминая также закон увеличения степени динамичности системы.

Считая законы развития ТС основой теории, необходимо более отчетливо показать их взаимные связи, проявление законов развития во всех инструментах сегодняшней ТРИЗ.

Действительно, как отметил Г.С.Альтшуллер: "...линии развития технических систем иногда удается увязать друг с другом. Закономерно возникает мысль связать все линии и построить нечто вроде общей схемы развития. Ось схемы - линия развития вепольных систем. Но пользоваться такой схемой для решения задач неудобно: она не отражает многих механизмов развития" [5, с. 103].

Необходимость переклассификации, например, стандартов, т.е. выявления более тесной их связи с законами развития ТС, отмечают разработчики системы "Изобретающая машина": "Одним из ресурсов повышения эффективности системы стандартов является их классификация. Сегодня они расклассифицированы в соответствии с линией развития вепольных структур. Сейчас прослеживаются пути их новой классификации - по пути развития структур и ЗРТС" [10, с. 37].

II. ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ ЗРТС. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ.

Давая характеристику АРИЗ-59, Г.С.Альтшуллер назвал его цепочкой операций, "шагов" отметив, что "...это еще не система: "шаги" можно переставлять" [11, с. 38]. Воспользовавшись этим замечанием, можно предположить, что и **системой законов** развития технических систем **можно назвать** лишь такую их **структуру, в которой каждый закон имеет свое точное место** (законы переставлять нельзя!), вполне определенные связи с остальными законами-элементами системы.

В [4, с. 23,] отмечено, что "используя свод законов, можно построить программу решения изобретательских задач, которая даст возможность, не блуждая по поисковому полю, выйти в район решения", указано, какой вид эта программа должна иметь: "Внешне АРИЗ представляет собой программу последовательной обработки изобретательских задач. Законы развития технических систем заложены в самой структуре программы или выступают в "рабочей одежде" - в виде конкретных операторов [там же с. 23].

Это сказано в 1979 году, но до сих пор однозначность структуры АРИЗ и системы ЗРТС не подтверждена! Хотя попытки отметить связь имеются: "Похоже, что структура АРИЗ в неявном виде отразила...закономерности развития структур любых систем..." [12, с. 26]. Сказанное дает право утверждать, что к настоящему времени в ТРИЗ система законов развития технических систем не сложилась.

А такая система ЗРТС позволила бы спрогнозировать развитие самой теории, более последовательно использовать выявленные законы для постановки и решения задач по

совершенствованию технических систем, внести единообразие в методику преподавания, - ведь до настоящего времени расположение законов в списке, да и сам набор законов во многом произвольны.

Главной целью данной работы является предложение **Схемы** законов развития технических систем, которая позволит более направленно подходить:

π исследователям и разработчикам ТРИЗ-ЗРТС - к развитию самой теории;

π практикам ТРИЗ-инжиниринга - к постановке и решению задач, к разработке прогнозов развития конкретных ТС;

π преподавателям ТРИЗ-ЗРТС - к подаче цельной системы ЗРТС слушателям.

В связи с постоянно отмечаемой тесной связью законов развития технических систем и систем нетехнической природы, - работа может быть полезной и специалистам по нетехническим системам (наука, искусство, педагогика и др.), в той области, которая сейчас получила название "ТРИЗ-плюс". Специалистам в нетехнических областях такая система законов развития ТС поможет выявить общность в развитии их систем и систем технических, даст возможность воспользоваться рекомендациями ТРИЗ для постановки и решения задач в нетехнической сфере. В [13, с. 37] именно это и отмечено, - согласно принципу универсальности существует сходство, а часто и общность построения, функционирования и развития различных систем. Об этой общности стоит сказать подробнее.

III. ОБ ОБЩНОСТИ СИСТЕМ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ.

О большом сходстве законов развития систем различной природы говорит, например, факт формулирования закона симметрии истории, из которого следует, что после периода развития общества начнется период, история "не-общества", в котором не будет различия между обществом и человеком [Потехина И. Инакомыслящий марксист. "Комсомольская правда", 2.05.90. О политологе В.И.Барабанове, группа "Современная марксистская мысль", Санкт-Петербург]. В приведенном примере нетрудно обнаружить образ S-образной кривой, которой мы привыкли иллюстрировать этапы развития технических систем. А здесь этап "не-общества" - это переход человека в новое качество, в надсистему.

Энергетический принцип интенсивного развития организмов, весьма похожий на закон повышения идеальности ТС, предложил Н.С.Печуркин [Полищук В. Третье начало биодинамики? "Химия и жизнь", 8/87, с. 26] : "Критерием прогресса организма считается отношение общего количества потребляемой им энергии к той ее доле, которая идет на наращивание и поддержание биомассы (у микроорганизмов - 1,7-2,3; у насекомых - 7-10; у млекопитающих - от 50 до 1000)". Т.е. тот организм более совершенен, у которого на поддержание физиологической жизнедеятельности идет все меньше и меньше энергии.

А вот данные по развитию "организмов" несколько иной природы: в 21 стране, принадлежащей к Международному энергетическому агентству, за 1973-1986 гг. валовой национальный продукт (ВНП) вырос в среднем на 32%, а расход энергии - всего на 5%! В

США ежегодное потребление энергии сейчас ниже, чем в 1973 г., хотя ВВП с тех пор вырос на 40%. Япония преуспела в экономии еще больше: в 1988 г. она использовала на 6% энергии меньше, чем в 1973 г., хотя ее ВВП за 15 лет вырос на 46% [БИНТИ, Тихая революция в энергетике. "Наука и жизнь", 1/90, с. 3].

По сути - это тот же энергетический принцип интенсивного развития организмов, что подтверждает тезис: "...фактически накопленный на сегодня материал по закономерностям развития в различных областях деятельности, - техника, биология, искусство, социология, педагогика и др., - позволяет строить работу по выявлению и использованию закономерностей в других областях путем их переноса, с учетом особенностей рода системы" [14, с. 47]. И именно по этой причине построение системы законов развития технических систем, а на ее основе - разработка рекомендаций по изучению и направленному полезному изменению систем другой природы, - задача весьма необходимая.

Данная работа сделана на основе анализа уже упомянутых материалов по ТРИЗ-ЗРТС, информационного фонда (собранный и организованный в виде картотеки) по философской, экономической, политической, научно-технической, педагогической и др. тематике, на основе опыта использования ТРИЗ-ЗРТС для изучения и совершенствования технических и нетехнических (организация производства, структура управления, педагогика) систем.

IV. СИСТЕМА ЗАКОНОВ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ.

Предлагается рассмотреть законы развития технических систем в виде укрупненной схемы, Рис. 1, на которой отражены направления развития технических систем.

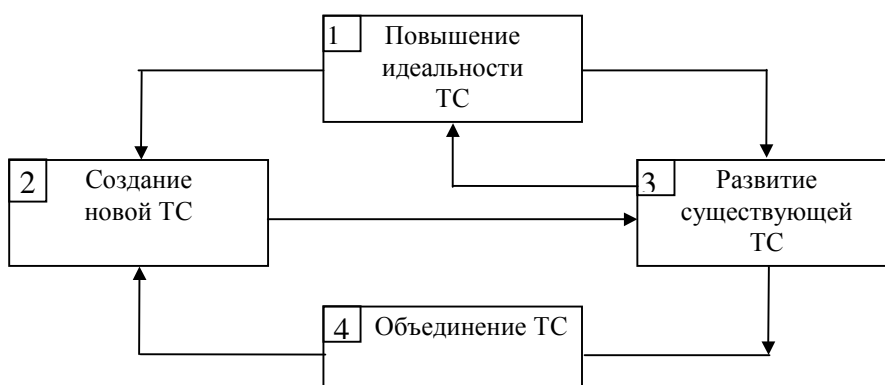


Рис. 1

Блок 1 - повышение идеальности технической системы. Развитие может пойти по двум возможным путям - к Блоку 2 или к Блоку 3 (чаще всего реализуются обе возможности развития).

Блок 2 - создание новой технической системы (для удовлетворения уже существовавшей в надсистеме или вновь появившейся потребности).

Блок 3 - развитие (приспосабливание, адаптация, т.е. согласование с НС) существующей ТС для удовлетворения уже существовавшей в НС или вновь появившейся потребности.

Блок 4 - объединение технических систем в случае, когда у каждой, отдельно взятой системы, исчерпаны ресурсы дальнейшего развития (возможности ее приспособления, адаптации т.е. согласования с НС) для удовлетворения уже существовавшей в НС или вновь появившейся потребности.

Переход от Блока 2 к Блоку 3 иллюстрирует тот очевидный факт, что практически сразу после момента создания новой ТС начинается ее развитие, а переход от Блока 3 к Блоку 1 - один законченный цикл повышения идеальности ТС за счет повышения ее согласованности.

Переход от Блока 4 к Блоку 2 иллюстрирует то, что объединение технических систем означает создание новой ТС, и эта новая ТС должна подчиняться законам, соответствующим Блоку 2, т.е. законам:

- полноты частей ТС (наличие всех необходимых элементов ТС);
- вещественной, энергетической и информационной проводимости ТС (связность элементов всех ТС).

Каждому из блоков соответствуют определенные законы развития технической системы:

- закон повышения идеальности (Блок 1);
- закон полноты частей ТС, закон проводимости (связности) системы - вещественной, энергетической, информационной, а на их основе - функциональной проводимости ТС (Блок 2);
- закон повышения согласованности ТС (Блок 3);
- закон перехода ТС в надсистему (Блок 4).

Вышесказанное можно кратко обобщить: закон существования (полнота частей и энергопроводимость) системы, закон развития (согласование) системы и законы объединения систем (переход в надсистему) являются механизмами реализации закона повышения идеальности технических (и, для полноты, - нетехнических) систем.

Можно высказать предположение, что и закон повышения идеальности является механизмом реализации закона повышения независимости системы от внешних условий [см. 4, с. 71]. Так, для живых организмов подтверждение этого предположения есть: главная задача всякого живого организма - сохранить себя в мире, полном опасностей и врагов [Лавров С. Творчество и алгоритмы. "Наука и жизнь", 3/85, с. 43]. "У живого есть цель - уцелеть. К цели ведут разные пути. История жизни на Земле - это история возникновения разных способов уцеления" [15, с. 48].

О путях "уцеления" говорит и другой автор: "Неизбежно растет пластичность жизни. Такие формы получают больше шансов на выживание. Все более выраженной становится объективная устремленность живого к самосохранению, и как следствие этого - к

автономизации, усилению независимости от среды, источника непредвиденного" [Вишняцкий Л. Центральный путь природы. "Знание-сила", 4/91, с. 29].

Согласно уже ранее упомянутому принципу универсальности можно говорить о законе повышения устойчивости (законе повышения независимости от внешних условий) и для систем технической природы: "...и в неживой природе также действует отбор, проявляющийся в сохранении наиболее устойчивых элементов, способных наилучшим образом противостоять разрушающим факторам" [13, с. 46]. Теперь схема ЗРТС примет вид:

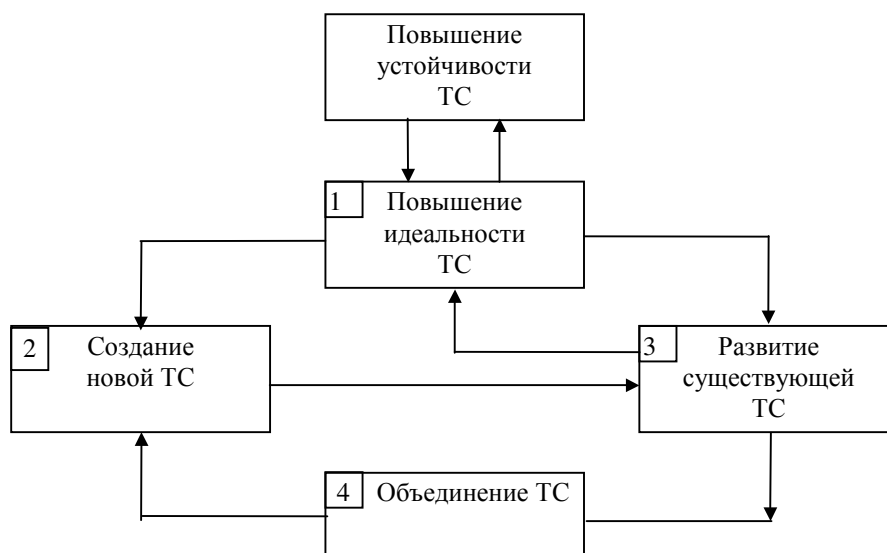


Рис. 2

Итак, согласно предлагаемой укрупненной схеме ЗРТС для повышения устойчивости ТС необходимо повышение ее идеальности, для чего существуют 2 пути развития:

- согласование ТС, т.е. придание технической системе таких свойств, которые удовлетворяют требованиям, предъявляемым к ней из надсистемы. Это путь реализуется, когда ТС уже существует и еще не исчерпала ресурсов своего развития, т.е. возможностей согласования;
- создание ТС, т.е. создание новой технической системы с такими свойствами, которые удовлетворяют требованиям, предъявляемым к ней из надсистемы. Это путь реализуется, когда ТС с необходимыми свойствами нет. На этот путь приводит и ситуация, когда у существующей технической системы исчерпаны ресурсы развития, т.е. нет возможностей согласования. В этом случае существующая ТС объединяется с другой, тоже, возможно, уже не имеющей таких ресурсов.

Теперь в предлагаемой схеме поищем место для других законов, сформулированных к сегодняшнему дню в ТРИЗ-ЗРТС. Помните, чуть раньше было отмечено, что пластичные формы жизни получают больше шансов на выживание? Так что самое время поговорить о законе повышения динамичности технических систем.

Действие закона повышения динамичности ТС раскрывается, например, в [2, с. 56] вполне традиционно: в процессе развития ТС происходит повышение ее динамичности, т.е. способности к изменениям, обеспечивающим улучшение адаптации, приспособление системы к меняющейся, взаимодействующей с ней среде. Это помогает увидеть следующее: динамизация есть механизм приспособления технической системы к взаимодействующей с ней среде, т.е. **механизм согласования ТС со средой**.

[Там же, с. 62]: "В процессе развития ТС на первых порах (хотя почему только на первых? - мое замечание) происходит последовательное согласование ТС и ее подсистем между собой и надсистемой". Эти 2 направления дают право говорить о согласовании внешнем (согласование ТС с окружающей ее средой), и внутреннем (согласование элементов-подсистем между собой внутри ТС), что находит свое подтверждение и в том, что "...цели могут возникать на основе взаимодействия (в большинстве случаев - противоречий) как между внешними и внутренними факторами, так и между внутренними факторами, существовавшими ранее и вновь возникающими в находящейся в постоянном самодвижении целостности" [Системный анализ в экономике и организации производства. Л., "Политехника", 1991, с. 60].

Внешнему согласованию ТС с элементами надсистемы уделяется самое пристальное внимание: "Мало кто из осваивающих впервые калькулятор или пишущую машинку осознает, что пытается приспособиться к возможностям и особенностям устройства неодушевленной "железки", поэтому Управление науки и техники Японии занимается разработкой одной из 10 основных технических проблем - подстраивание ТС под человека" [Все люди разные. Значит машины - тоже. "Япония сегодня", 3/92, с. 7].

Схема технической системы в виде основных блоков имеет вид:

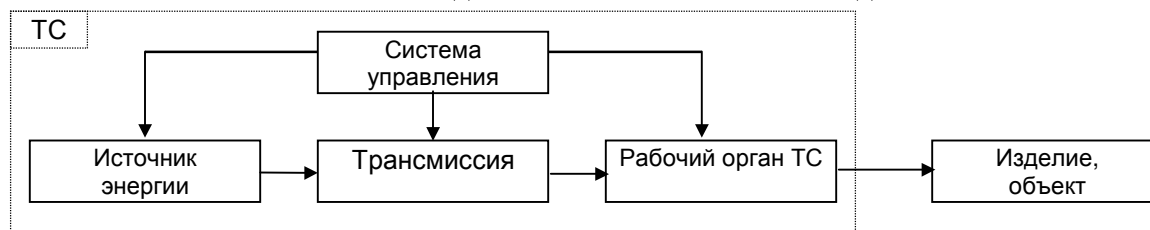


Рис. 3

Теперь становится понятным, что внешнее согласование, т.е. согласование ТС с надсистемой, реализуется в форме динамизации рабочего органа (РО) технической системы. Поскольку ТС и создается для воздействия на изделие (объект внешней среды, элемент надсистемы), то естественно, что рабочий орган ТС должен динамизироваться быстрее, чем другие элементы ТС, тоже часто взаимодействующие с элементами внешней среды (так, крепление тисков к верстаку меняется медленнее и не в той степени, как губки тисков, выполняющих в качестве рабочего органа ТС основную функцию - удерживать изделие). Это и есть проявление закона опережающего развития РО технической системы.

Теперь обратимся к согласованию внутреннему, т.е. к согласованию между элементами технической системы. Два элемента системы, функционально связанные между собой,

можно рассматривать как инструмент и изделие. Тогда под их согласованием будем понимать:

- приведение их в такое состояние, при котором происходит устранение нежелательного эффекта, возникающего при воздействии элемента-инструмента на элемент-изделие;
- либо
- приведение их в такое состояние, при котором повышается качество воздействия элемента-инструмента на элемент-изделие.

Другими словами, - это совершенствование "внутренней" среды системы. Аналогично внешнему, и внутреннее согласование элементов тоже происходит за счет динамизации (изменения) элементов, т.е. динамизация - это опять же механизм согласования элементов системы.

Одним из способов динамизации (изменения) элементов является вытеснение человека из ТС, выполняющего роль одного или нескольких элементов системы, т.е. его замена механизмом другой природы, например, органы чувств - датчиками, кисть руки - каким-то простым орудием, мускульную силу - источником энергии-двигателем. В современных технических системах человек и его органы в качестве рабочих органов (РО) системы, как правило, не используются, т.е. вытеснение человека с этого уровня уже произошло. И есть многочисленные примеры вытеснения со следующих уровней:

1. Сегодня производить товары в массовом количестве уже не считается основным достоинством, даже если они высокого качества, отличаются большим разнообразием и достаточно дешевы. Они должны быть напичканы техническими новинками, быть способными принимать решения и обладать памятью, выполнять различные операции и даже предвосхищать пожелания владельца [Японская технология прорывается в XXI век. "За рубежом", 7/90, с. 10].

2. При строительстве возникает проблема: не задеть стрелой или грузом соседний дом или другие объекты рядом. Крановщик должен быть предельно внимательным. Во Франции выпускается система, которая контролирует перемещения тележки, стрелы и крюка крана, не допуская их попадания в заранее очерченные "запретные зоны". Более того, аппаратура может следить и за совместной работой нескольких кранов [Осторожный кран. "НиЖ", 12/89, с. 56].

Теперь следует рассмотреть, что именно может динамизироваться у элементов ТС для внешнего и внутреннего согласования. Прежде всего может меняться количество элементов, например, число рабочих органов системы для изменения числа выполняемых основных функций. Такой процесс мы обычно называем:

- развертыванием, если число элементов ТС при опережающем росте количества или качества выполняемых функций увеличивается,
- или
- свертыванием в случае уменьшения числа элементов ТС при сохранении количества или качества выполняемых системой функций.

Примеры развертывания ТС:

1. Конструкторы Ленинградского экскаваторного завода разработали конструкцию крана с 6-ю степенями свободы (а.с. N 1145087), - у него две дополнительные стрелы, а на каждой еще и рука с двумя пальцами-захватами. Кран может брать грузы самой разной конфигурации, устанавливая их вертикально, горизонтально, под любым углом [Блокнот технолога, "ИР", 9/88, с. 32].

2. Фирма "Алеман Машиненбау", ФРГ: на экскаваторе имеется магазин сменного инструмента, который при надобности автоматически устанавливает на стрелу грейфер, ковш, планировочный отвал, вилочный захват или грузовой крюк [МИ 0925, ИР, 9/91, с. 15].

3. В развитых странах не только в долгом морском путешествии, но и в коротком воздушном, выбор завтраков, ленчей, обедов, закусок, напитков практически не ограничен, т.к. его рассчитывает ЭВМ, принимая во внимание специфику рейса (состав пассажиров, сезон, время суток). Предусматриваются мясные и рыбные блюда, детские, вегетарианские, диетические, малокалорийные, восточные, исламские, "хинди", молочные, бессолевые [В рассуждении, чего бы покушать. ИР, 2/91, с. 45].

4. На солидных зарубежных биржах кроме индекса Доу-Джонса используется еще много различных индексов, рассчитанных, как правило, по акциям наиболее значимых компаний. Некоторые индексы применяют для определения реальной стоимости акций какой-либо группы компаний, другие - для выявления взаимосвязи отрасли или группы предприятий с другими отраслями и предприятиями [Теняков Э. Биржа. "НиЖ", 10/91, с. 4].

5. В XII веке стали заменять рабочие органы мельниц - жернова, другими органами, предназначенными для другой работы. Так были изобретены сукновалальные, железо- и бумагоделательные мельницы [Боголюбов А. Роль изобретений в эволюции машин: машина заменяет живую силу. "Вопросы изобретательства", 11/89, с. 58].

В качестве других объектов динамизации у вещественных элементов систем можно рассматривать:

Внешние свойства и их параметры	Внутренние свойства и их параметры
форма вещества положение вещества движение вещества	тип вещества внутреннее строение вещества специальные свойства вещества (физические и химические)

6. Компания "Зелко Индастриз", США, выпускает микрокалькуляторы с корпусом, сделанным "по руке", и даже для левшей предусмотрен "зеркальный вариант" [Самый ухватистый калькулятор. "Техника - молодежи", 3/91, 2 с. обл.].

7. Александр Таиров мечтал о сцене, которая была бы "гибкой и послушной клавиатурой". В реконструированном здании МХАТ настил, образующий пол сцены, - разделен на 20 площадок (5 м x 4 м). Каждая такая площадка может подниматься и опускаться на 3 метра выше или ниже уровня сцены, наклоняться в разные стороны, что позволяет создавать на подмостках самый невероятный рельеф за время не более минуты [Панкратьева Г. Техника для Мельпомены., "НиЖ", 12/89, с. 80].

Кроме вещественных элементов в системах, как правило, есть полевые, имеющие свои свойства и параметры (вид поля, интенсивность поля, распределение поля, специальные свойства поля), которые тоже могут динамизироваться (изменяться) [Гриднев И.М., Любомирский А.Л. Представление информации в базе данных ИМ. Материалы конференции НИЛИМ, 1992].

Следует отметить, что переход от динамизации (изменения) внешних параметров веществ к изменению параметров (свойств) внутренних, т.е. к использованию все более глубоких свойств материи, мы называем переходом с макро- на микроуровень.

Детальное представление того, что может динамизироваться (изменяться) в ТС, дает список типовых параметров, характеризующих систему (например, размеры и вес объекта, его температура, сложность, производительность и т.д.), а как динамизироваться (изменяться) - дает содержание приемов устранения технических противоречий (например, дробление, переход в другое измерение, самообслуживание и т.д.) в Таблице выбора приемов разрешения ТП.

Переход технической системы в надсистему осуществляется для получения новых ресурсов развития системы, т.е. для возможности ее дальнейшего согласования, внешнего или внутреннего, с помощью динамизации соответствующих элементов.

Система может объединиться:

- с полностью себе подобной (подобными): би-система, полисистема;
- с системой со сдвинутыми характеристиками;
- с инверсной, т.е. с антисистемой;
- с разнородной системой.

При любом таком объединении необходимо удовлетворить требованиям закона полноты частей системы (минимальный набор работоспособных элементов, вещественная, энергетическая, информационная и функциональная проводимость системы).

Примеры "взаимной" поддержки в системах различной природы:

1. Группа HYUNDAI (Республика Корея) объединяет 12 больших компаний, имеющих специализацию - металлургия, станкостроение, переработка нефти, автомобилестроение, судостроение, электротехника, электроника, финансы и страхование, гостиничный бизнес, легкая промышленность. Предприятия, которые приносят быстрый доход, например, отели, помогают поднимать финансово емкие отрасли, например, машиностроение, которое

в итоге и определяет могущество всей корпорации [Сорокин А. Корейские автомобили. "НиЖ", 7/91, с. 27].

2. Новая противотанковая ракета фирмы "Хьюз эйркрафт", США, будет комплектоваться тандемным (сдвоенным) боеприпасом для борьбы с динамической защитой танка: передняя часть боеприпаса ПТУР "прорывает" защиту, создаваемую подрывом элемента активной брони, а задняя бьет по броне [Специально для террористов? "Техника-молодежи", 8/91, с. 51].

3. Компания "Гоу-видео", США, разработала двухкассетный видеоманитофон с расширенным набором функций: видеозапись на одну кассету при одновременном просмотре второй, запись сразу 2-х телепрограмм, высококачественная перезапись с одной кассеты на другую и редактирование записанного материала [Прорыв "Гоу-видео", Л., "Смена", 21.10.89].

4. В 70-е годы на смену ЭВМ с последовательной обработкой пришли потоковые. Это соединение равноправных элементов-модулей, которые "знают", что им делать при решении любой задачи. Сначала было 4 модуля, сегодня уже 24! Такой подход позволил поднять быстродействие ЭВМ в 10-20 раз [Самойлис С. Супер-ЭВМ: сделано в Ленинграде. "Ленинградская правда", 8.07.89].

Несколько слов о рассогласовании в технических системах.

В [2, с. 62] отмечается, что "в процессе развития ТС на первых этапах происходит согласование ТС и ее подсистем между собой и надсистемой, а на последующих этапах - рассогласование, т.е. целенаправленное изменение параметров, обеспечивающих получение дополнительного полезного эффекта".

Если учесть, что для согласования ТС со средой надо менять основные параметры (параметры, определяющие системный уровень системы как целого, - см. [13, с. 51]), которые напрямую связаны со строением системы и определяются свойствами подсистем [там же], приходим к такому пониманию закона согласования -рассогласования: для согласования ТС со средой на уровне всей системы, надо менять отдельные параметры ТС на уровне подсистем системы. Или короче - для согласования ТС на уровне системы необходимо рассогласование на уровне ее подсистем ("вертикальность" закона согласования-рассогласования).

Обратимся к нескольким поясняющим примерам.

1. В танке М1А "Абрамс" боекомплект укладывается в кормовой части башни за сдвижными броневыми шторками. При поражении боеукладки взрывная волна сорвет специально ослабленные листы крыши башни и уйдет вверх, не причинив вреда экипажу [Грянкин С. Противостояние в пустыне. "Техника-молодежи", 8/91, с. 27]: для снижения опасности поражения экипажа танка взрывом боекомплекта (согласование в надсистеме) идут на усложнение конструкции башни (рассогласование в системе).

2. Предложение ремонтным службам предприятия платить по принципу: "Чем меньше простоев из-за ремонтов, тем выше оплата вашего труда". Способ не нов, в мире используется давно [Сосновский Л., Туров В. Как ни хороши наши депутаты. "ИР", 7/91, с. 2]: для снижения потерь предприятия от простоев оборудования (согласование в надсистеме) платят ремонтнику не за время ремонта оборудования, а за время нормальной работы оборудования, т.е. за простой ремонтника (рассогласование в системе).
3. Тиски на шаровом шарнире по удобству превосходят все, что было до них в этом классе слесарных приспособлений - тиски устанавливаются в любом пространственном положении [Блокнот технолога. Тиски на шаровом шарнире. "ИР", 1/91, с. 21]: повышение удобства пользования тисками (согласование в надсистеме) потребовало введения шарнира в их опору (рассогласование в системе).
4. Велосипед в армии начал широко применяться в конце XIX-начале XX века, когда некоторые фирмы начали выпуск складных велосипедов. В сложенном виде велосипед переносили на спине, мгновенная сборка обеспечивалась быстродействующими замками и запорами [Фрид А. Два века с велосипедом. "Наука и жизнь", 3/91, с. 94]: повышение удобства пользования велосипедом (согласование в надсистеме) потребовало введения шарниров и замков в его конструкцию (рассогласование в системе).
5. На Западе, на который мы теперь поминутно оглядываемся (и правильно делаем!), каждая корпорация, самостоятельно выступающая на рынке, внутри себя - административно-командная [Кларин Ю. Что-то нам ясно. "ИР", 2/91, с. 29]: принципы свободного рынка на уровне корпораций (согласование в надсистеме) заменяются принципами административно-командного управления внутри корпорации (рассогласование в системе).
6. Разработано специальное биопокрытие для материалов, вводимых в человеческое тело при хирургических операциях. Оно глаже обычных покрытий, не вызывает раздражения и реакций отторжения, предохраняет от инфекции [Новости науки. "ИР", 10/91, с. 31]: повышение качества взаимодействия хирургических материалов с тканями тела человека (согласование в надсистеме) потребовало создать специальное биопокрытие (рассогласование в системе).
7. В энергетическом институте (г. Иваново) для повышения долговечности червячной передачи помещают в зубья колеса постоянные магниты, удерживающие ферромагнитную смазку. Устройство особенно полезно в открытых передачах, где удержание жидкой смазки затруднительно [ЭИ-8517, "Техника и наука", 2/85, с. 17]: повышение долговечности передачи (согласование в надсистеме) требует некоторого усложнения зубчатых колес (рассогласование в системе).
8. При работе алмазно-канатной пилы возникают вибрации на входе и выходе каната из пропила. По а.с. N 1613619 предложено закреплять режущие алмазные элементы на канате группами, причем в пределах группы длины режущих элементов и расстояния между ними меняются по закону геометрической прогрессии [МИ0826, "ИР", 8/91]: для

повышения качества реза (согласование в надсистеме) идут на усложнение конструкции пилы (рассогласование в системе).

9. Некоторые рестораны Манхэттена используют два меню для завтрака: одно, со сравнительно высокими ценами, вручается посетителям, похожим на туристов. Другое меню, с более низкими ценами, подается одетым по-деловому и направляющимся на работу посетителям. Такая политика двойного меню помогает увеличить выручку ресторана [С точки зрения здравого смысла. Из книги П.Хейне "Экономический образ мышления", "НиЖ", 5-6/92, с. 21]: для повышения выручки ресторана (согласование в надсистеме) приходится усложнять работу персонала (рассогласование в системе).

После примеров опять вернемся к теории. Как внешнее, так и внутреннее согласование, может быть:

	Команда на согласование возникает в НС	Команда на согласование возникает в самой ТС
Согласование с использованием специального элемента ТС - посредника	<ul style="list-style-type: none"> - принудительное согласование (в ТС нет встроенного "механизма" изменения); - буферное (согласование производится через специальный элемент ТС - посредник) 	<ul style="list-style-type: none"> - самосогласование (в ТС есть встроенный "механизм" изменения); - буферное (согласование производится через специальный элемент ТС - посредник)
Согласование без использования элемента-посредника	<ul style="list-style-type: none"> - принудительное согласование (в ТС нет встроенного "механизма" изменения); - непосредственное, когда меняются сами элементы ТС. 	<ul style="list-style-type: none"> - самосогласование (в ТС есть встроенный "механизм" изменения) - непосредственное, когда меняются сами элементы ТС.

Пример принудительного буферного согласования:

По новому стандарту JVC видеозапись ведется на компакт-кассету, которая уже не подходит к самым распространенным видеомэгнитофонам. Поэтому для "стыковки" разработана кассета-адаптер, в которую и устанавливают компакт-кассету, а адаптер - в видеомэгнитофон" [Новая камера - старый стандарт, "НиЖ", 3/89, с. 57].

Пример принудительного непосредственного согласования:

Петр I заказал себе мундир на два цвета: с одной стороны синий, а при выворачивании - красный. В зависимости от встречи с кавалерией или артиллерией один и тот же мундир

Петра соответствовал цвету формы инспектируемых войск [Захарченко В.Д. Это Вы можете. Приглашение к творчеству. М., "Молодая гвардия", 1989, с. 177].

Пример буферного самосогласования:

Персональный компьютер, если рассматривать его как игрушку, представляет собой лучшую игрушку на сегодняшний день, так как именно он и только он может служить универсальным посредником между реальным миром и миром учащегося, позволяя рассмотреть любые ситуации реального и даже фантастического мира. [Александров В.В. и др. ЭВМ: игра и творчество. Л., Машиностроение, 1989, с. 47].

Пример непосредственного самосогласования:

Американский изобретатель Кинзи сделал гигантский плуг с огромным захватом, но не хватало мощности его тянуть. Пришлось сделать трактор с двумя двигателями (600 л.с.), но даже этот агрегат иногда не справлялся. Кинзи изменил конструкцию лемеха, - сделал его подвижным. Это заметно снизило сопротивление почвы движению плуга, скорость трактора выросла, а расходы на вспашку снизились [Стреляный А. Предприниматель Кинзи. Глава из очерков об Америке "Две корки каравая", "Ленинградская правда", 25.10.90 г.].

НАПРАВЛЕНИЯ И МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

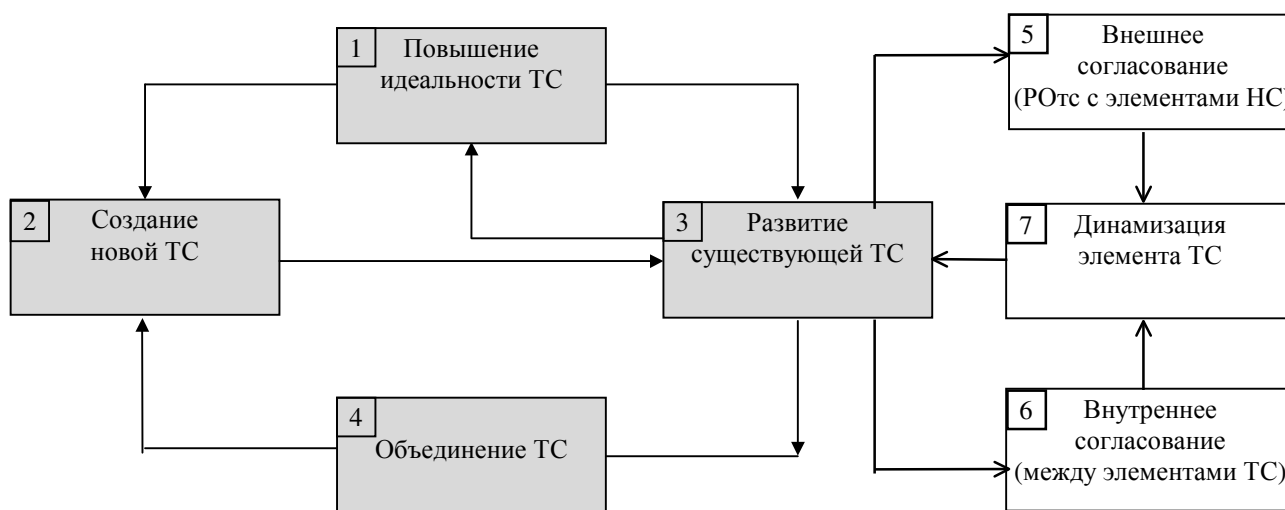


Рис 4.

Подробное наполнение обобщенной Схемы представляют линии развития технических систем [2, с. 365].

На схеме не нашел отражения закон повышения степени вепольности технической системы. Поскольку веполь является символическим изображением технической системы, то, видимо, правильнее говорить не о повышении вепольности ТС, а соответствии с законами развития изменении символического описания ТС.

V. ОЦЕНКА ПРЕДЛОЖЕННОЙ СИСТЕМЫ ЗРТС.

Выше уже было отмечено, что описанные в литературе по ТРИЗ и использующиеся в практике законы развития ТС не образуют целостную систему. Не потому ли возможны ситуации, когда "требования разных законов нередко противоречат друг другу" [5, с. 77]? Использование законов без взаимной увязки приводит нас к мысли об их противоречиях по отношению друг к другу.

Данная работа построена в соответствии с рекомендациями Г.С.Альтшуллера "Как излагать новое в ТРИЗ" [Журнал ТРИЗ, 1.1.90, с. 5]. И настала пора сказать об осуществимости идеи.

Инструментальность представленной системы ЗРТС:

1. Для постановки задач.

"Предложить" технической системе измениться (для того, чтобы ответить на "вызов" меняющейся надсистемы) согласно рекомендуемым направлениям. Если ТС "не желает" меняться, - сформулировать задачу в виде противоречия.

2. Для прогноза развития технической системы.

"Пройти" по линиям развития на схеме, выявляя изменения, которые должны будут произойти в ТС при взаимодействии с надсистемой. При обнаружении невозможности изменения ТС в соответствии с требованиями надсистемы сформулировать задачу в виде прогнозного противоречия.

3. Для решения задач.

Чтобы увидеть инструментальность данной схемы ЗРТС для решения задач учтем, что "...как правило, один из конфликтов в задаче отражает существующее состояние ТС, и выбор этого конфликта для разрешения означает совершенствование системы в рамках существующего принципа действия, а выбор другого конфликта предполагает поиск альтернативного способа получить искомый результат" [17, с. 43]. Другими словами, 1-я часть АРИЗ-85В - отражение двух возможных путей изменения ТС в соответствии с требованиями НС:

- изменение (развитие) ТС в рамках существующей конструктивной схемы;
- переход к ТС с той же главной функцией, но с новым принципом действия.

А теперь вернемся к Рис. 4 и рассмотрим схему ЗРТС с учетом уже всей структуры АРИЗ-85В. Выбирая путь повышения идеальности ТС, либо в рамках существующей конструкции, либо переходя к принципиально новой, мы, по сути дела, выбираем для

решения мини- или макси-задачу в 1-й части АРИЗ. На схеме это Блок 3 или Блок 2 соответственно.

Механизмом изменения ТС является ее согласование, либо внешнее (РО с элементами НС), либо внутреннее (между элементами ТС). Выбирая то или иное место изменений, мы, если говорить в терминах АРИЗ, определяем оперативную зону конфликта, шаг 2.1 2-й части алгоритма. На схеме это Блок 5 или Блок 6.

Далее следует выявление того, что можно динамизировать (изменить) у элементов ТС. Конечно, это шаг 2.3 АРИЗ - учет имеющихся ресурсов. На схеме это Блок 7.

Предположим, что ресурсов у ТС хватило, - на схеме их целый веер: можно "поиграть" свойствами вещественно-полевых элементов системы (или количественными параметрами этих свойств), можно извне заставить свойства (параметры) меняться или найти возможность их самоизменения, использовать введение элемента-посредника.

Короче, стала ТС такой, как требует надсистема. На схеме это отражено возвратом от Блока 3 к Блоку 1. А далее новый цикл изменений, - системе надо вновь изменяться, чтобы соответствовать постоянно растущим требованиям надсистемы. Но есть и вероятность неудачи: все ресурсы ТС исчерпаны на предыдущих циклах изменениях, нечему больше меняться так, как этого требует НС. В этом случае АРИЗ советует:

- проверить задачу на сочетание разных задач;
- выбрать другое противоречие (конфликт) в 1-й части алгоритма;
- заново сформулировать мини-задачу, отнеся ее к надсистеме.

На схеме все эти варианты отражены в Блоке 4:

- если неправильно проанализирована исходная ТС, которая является объединением, по крайней мере, 2-х ТС, то, выбрав одну ТС, направить выявленные ресурсы именно на ее изменение;
- если допущение о задаче-"путанке" не оправдалось, то тогда действительно ресурсов нет, и надо их искать в объединении с родственными (или не очень) системами. А это объединение обязательно должно соответствовать требованиям закона существования системы (полнота частей и внутренних связей). Создали систему, и вновь по кругу... Точнее, не по кругу, а по спирали, - система изменилась в соответствии с требованиями повышения идеальности, стала совершеннее. И виток воображаемой спирали уже поднялся над плоскостью чертежа.

В работе подтверждается и, надеюсь, иллюстрируется то предположение, что, "...используя свод законов, можно построить программу решения изобретательских задач". Действительно, получилось так, что "...АРИЗ и представляет собой программу последовательной обработки изобретательских задач, в которой законы развития технических систем заложены в самой структуре программы или выступают в "рабочей одежде" - в виде конкретных операторов" [4, с. 23,]. Поэтому грамотное решение по АРИЗ любой задачи, - это направленное совершенствование ТС согласно законам развития. И не

по этой ли причине больше нет попыток кардинально изменить структуру (порядок следования частей и шагов) АРИЗ?

Полное совпадение построенной схемы ЗРТС и структуры АРИЗ-85В явилось, по Г.С.Альтшуллеру, Большой Неожиданностью. Обязательно надо сказать, что схема строилась на основе анализа действия законов развития на системы самой разной природы, никакой заданности схемы не было. И только уже после создания окончательного ее варианта в ней проступили знакомые черты: "Да ведь это же АРИЗ!".

Как показывает опыт, полученная схема может использоваться для работы с системами, как техническими, так и за пределами техники. Несколько условный пример поможет это увидеть.

Представим себе тренера футбольной команды, озабоченного неудачами своих спортсменов. Ему надо, говоря уже знакомыми нам терминами, повысить устойчивость системы-команды. Главная функция системы-команды - побеждать соперника в игре, для чего необходимо реализовывать функцию - забивать голы в ворота соперника. Устойчивость системы-команды можно повысить за счет роста идеальности системы: надо забивать как можно больше голов в ворота соперника при минимальных затратах сил и других ресурсов игроков. Каковы возможности тренера? Они следующие:

- создать новую команду;
- совершенствовать существующую команду.

Как совершенствовать команду? Надо совершенствовать игру против игроков команды-соперника: отбор мяча, обводки и, в конце концов, меткий удар по воротам - это завершение общих и индивидуальных усилий, на это направлены тренировки. Но это совершенствование, так сказать, внешнее. В игре нужны взаимопонимание и сыгранность игроков, то, что делает команду именно командой, а это задача совершенствования внутреннего.

Если могут игроки существующей команды добиться и внешнего, и внутреннего совершенства, если хватит у них на это сил и талантов, значит, команда будет побеждать, устойчивость ее повысится. Но сил и умения может не хватить, - тогда тренер начинает приглашать в команду игроков с такими качествами, которых у его питомцев не хватает. И снова тренировки, где отрабатывается умение забивать голы, и на которых команда сыгрывается. Вот, так мы и прошли по всей схеме законов развития системы-команды.

Настоящая работа, конечно, будет продолжена. Ведь уже говорилось, что необходимо все инструменты сегодняшней ТРИЗ проверить на соответствие ЗРТС, развитие самой теории должно пройти проверку полученной с ее же помощью схемой.

30 июля 1993 года

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров В.М. Прогнозирование развития техники на основе ЗРТС. В сб. Теория и практика обучения техническому творчеству. Тезисы докладов. Челябинск, 1988.
2. Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Зусман А.В., Филатов В.И. Поиск новых идей: от озарения к технологии. Кишинев, "Картя Молдавеняскэ", 1989.
3. Саламатов Ю.П. Система законов развития техники. В сб. Шанс на приключение. Петрозаводск, "Карелия", 1991.
4. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. М., "Советское радио", 1979.
5. Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в ТРИЗ. 2-е изд. Новосибирск, "Наука", 1991.
6. Иванов Г.И. ...И начинайте изобретать! Иркутск, Восточно-Сибирское книжное издательство, 1987.
7. Меерович М.И. Формулы теории невероятностей. Технология творческого мышления. Одесса, "Полис", 1993.
8. Саламатов Ю.П. Как стать изобретателем? М., "Просвещение", 1990.
9. Саламатов Ю.П., Кондраков И.М. Модель эволюции технических систем. Красноярск, 1986.
10. Сушков В.В. Анализ развития интеллектуальных систем ТРИЗ на базе системы изобретательских стандартов. Журнал ТРИЗ, 2.1.91, "Проект ИМ".
11. Альтшуллер Г.С. История развития АРИЗ. (Конспект). Журнал ТРИЗ, 3.1.92, "Эврика".
12. Цуриков В.М. Проект ИМ: интеллектуальная среда поддержки инженерной деятельности. Журнал ТРИЗ, 2.1.91, "Проект ИМ".
13. Злотин Б.Л., Зусман А.В. Решение исследовательских задач. Кишинев, "Картя Молдовеняскэ", МНТЦ "Прогресс", 1991.
14. Злотин Б.Л., Зусман А.В. К вопросу о применимости ТРИЗ. Журнал ТРИЗ, 1.1.90.
15. Гуревич Г.И. Лоция будущих открытий. Книга обо всем. М., "Наука", 1990.
16. Быстрицкий А.А. Системность ТС и технические модели. Журнал ТРИЗ 7/93 (электронный вариант), "Ангарский Центр методологии".
17. Злотин Б.Л., Зусман А.В. Проблемы развития АРИЗ. Журнал ТРИЗ, 3.1.92, "Эврика".