



---

[Главная](#) ▾ [Инструменты](#) ▾ [Учебник по ТРИЗ](#) ▾ Предмет ТРИЗ

---

## Учебник по ТРИЗ

Гасанов А.И.

### Предисловие

Одним из основных недостатков, свойственных многим выпускникам вузов, является неумение самостоятельно ставить и решать плохо формализованные задачи. Поэтому, приходя на производство, они зачастую оказываются беспомощными перед возникающими техническими, увы, не учебными проблемами, теряются в нестандартных ситуациях, плохо ориентируются в быстро изменяющемся мире техники. Причина такого положения в том, что при изучении вузовского курса большинство учебных дисциплин, как правило, базируется на рассмотрении хорошо известных и отработанных на сегодняшний день объектов техники, на решении теоретических и практических задач, для которых уже имеется их готовая постановка. При этом объекты техники изучаются вне связи с законами развития техники, а способы решения задач даются в виде набора алгоритмов, иллюстрирующихся рафинированными учебными примерами, причем преподавателю (а часто и студенту) заранее известен правильный ответ. Решение подобных учебных задач обычно превращается в достаточно рутинную работу, не требующую глубоких творческих размышлений. Все это не способствует развитию инженерного мировоззрения, инженерного мышления.

Не отрицая необходимости приобретения навыков хорошего решения такого типа задач, хотелось бы высказать мысль, что каждый преподаватель высшей школы должен быть озабочен тем, чтобы будущий специалист, прежде всего, овладел бы системным видением мира, в том числе и мира технических систем, знаниями и навыками, необходимыми специалисту для решения нетиповых, творческих задач. При этом под творческими задачами мы как раз и подразумеваем такие из них, для которых в данный момент нет готовой четкой формулировки, неизвестен заранее способ решения, а близкие примеры решения аналогичных задач в данной отрасли техники не очевидны или попросту известны. При этом каждая задача может иметь несколько вариантов решений, из которых специалисту необходимо уметь выбирать наиболее рациональное. Работе с такими задачами Высшая школа не учит.

В значительной мере восполнить указанный пробел в постановке инженерного образования позволяет изучение приемов и методов решения творческих проблем, объединенных в рамках ТРИЗ - теории решения изобретательских задач.

К сожалению, ТРИЗ в качестве науки о законах и путях развитии технических систем и методах поиска новых технических решений по их преобразованию еще не стала полноправной вузовской дисциплиной. Есть пока - что относительно небольшой, хотя и постоянно пополняющийся, опыт внедрения ее в учебный процесс как у нас в стране, так и в вузах ряда промышленно развитых стран.

Одной из причин медленного внедрения этой дисциплины является практически полное отсутствие ВУзовских учебников и учебных пособий. Осознание необходимости что-то изменить в этом положении вещей и стало побудительным мотивом для написания данного учебника.

В настоящее время ТРИЗ - это быстро развивающаяся дисциплина, постоянно расширяющая сферу своего влияния на "неинженерные" виды деятельности. В силу этого сегодня она включает много практических находок, которые появились в последнее время и еще не получили должного теоретического обоснования. Данное обстоятельство привело авторов к мысли поместить в предлагаемом учебнике только те материалы по ТРИЗ, которые принято считать классическими, т.е. полученные при непосредственном участии создателя ТРИЗ Г.С. Альтшуллера.

Именно поэтому при написании учебника авторы стремились максимально придерживаться классических положений ТРИЗ, избегая каких-либо авторских

трактовок и формулировок. Это в равной мере относится как к теоретическому материалу, так и к ряду примеров и задач.

Книга предназначена для преподавателей ТРИЗ и их студентов, а так же всех тех, кто хочет научиться решать любые творческие задачи.

Курс ТРИЗ в книге изложен в виде двадцати основных тем. Это, естественно, не вся ТРИЗ. Авторы отобрали лишь те вопросы, которые по их мнению, совершенно необходимы при формировании вузовского учебного курса по этой дисциплины. Объем материала по каждой теме неодинаков и потому не может рассматриваться в качестве материала двадцати отдельных занятий. Мало того, часть тем изложены в стиле лекций, некоторая, меньшая - в стиле практических занятий по развитию навыков применения отдельных инструментов ТРИЗ для решения задач. Сделано это для того, чтобы дать возможность каждому преподавателю адаптировать изложенный материал для конкретных условий своего вуза своей специальностью.

Будучи специалистами разных отраслей техники, авторы в написанных ими разделах (темах) приводили часть примеров технических решений из своей отрасли, примеров, близких им профессионально. Это же касается и содержания части учебных задач. Эти материалы могут создать трудности как у студентов, так и у преподавателей. Устранить такой разброс в учебнике, не носящем узкоотраслевой характер, не только сложно, но и нецелесообразно. Преподавателю надо помнить и разъяснять студентам, что ТРИЗ - это наука о развитии любых технических систем. Поэтому иллюстрация законов развития техники и методологии решения задач должна демонстрироваться на широком наборе примеров, как из конкретной отрасли деятельности, специфичной для данного вуза, так и выходящих за эти рамки. В тех же случаях, когда эти трудности становятся непреодолимыми и пример или задача из учебника плохо вписывается в контекст изложения темы, преподаватель должен их заменить.

Авторы выражают особую благодарность Волюславу Владимировичу Митрофанову за неоднократное прочтение рукописи и ценные критические замечания по ее улучшению, неизменную доброжелательную поддержку в ее подготовке.

Учебник написан коллективом преподавателей московских Вузов: главы (занятия) 1, 5, 15, 16 - Гасановым А.И. (МИИТ); главы 10, 17, 18, 19 - Бубенцовым В.Ю. (МИХМ); главы 2, 13, 14, 19 - Евсюковым С.А. (МГТУ им. Н.Э. Баумана); главы 3, 4,

8, 9, 11, 12, 20 - Кудрявцевым А.В. (Центр ИННОТЭК); главы 6, 7 - Ревенковым А.В. (МАИ).

## 1. Предмет ТРИЗ

Гасанов А.И.

### 1.1 Введение.

В книге рассматривается та грань инженерного труда, которая долгое время отсутствовала в вузовских курсах. Грань, которую то отдавали на откуп неуправляемому вдохновению, то пытались подменить математическими расчетами.

Речь в курсе пойдет об изобретательской деятельности, то есть о той силе, что сделала человека человеком, создала нашу цивилизацию. Овладение этой силой, ее управляемое применение и являются предметом нашего курса.

На занятиях будет рассмотрена современная методология инженерного творчества - ТРИЗ (теория решения изобретательских задач).

Курс состоит из ряда лекций, в которых излагаются вопросы теоретического характера и практических (семинарских) занятий, демонстрирующих применение теории к решению задач.

Так что же такое творчество? Ведь в обыденной жизни мы постоянно сталкиваемся со многими видами деятельности, к которым без особых напряжений относим понятие "творческая деятельность". Это, например, создание живописных, музыкальных, поэтических произведений и аналогичные виды деятельности. И все-таки обратимся за уточнением к "Словарю русского языка" С.И. Ожегова (Москва, 1972, изд. "Советская энциклопедия"). В соответствии с ним "Творчество - создание новых по замыслу культурных, материальных ценностей". Здесь особенно важно словосочетание "новых по замыслу".

В такой трактовке инженерной творческой деятельностью является изобретательская деятельность. И это очень важно понимать, т.к. развитие человеческой цивилизации, его темпы и уровень определяются именно изобретательской деятельностью людей, их творчеством. К числу выдающихся изобретений можно без всяких сомнений отнести способ добывания и сохранения огня, плуг и другие инструменты для обработки земли, колесо и повозку, порох,

письменность, бумагу и печатный станок, ткацкий станок, паровую и электрическую машины, современные средства транспорта, электронную технику, включая электронные вычислительные машины.

Изобретая, человек создал мир второй, искусственной природы, мир вещей. Для этого он придумал множество способов использования и переработки естественных природных материалов, способов преобразования энергии воды, ветра, Солнца, ископаемого топлива в энергию различных силовых установок. Это, в свою очередь, позволило человеку не только освоить все уголки Земли, но и выйти за пределы атмосферы в космическое пространство.

Какое же место занимает изобретательское творчество в деятельности инженера в процессе создания новой и усовершенствования старой техники? Наиболее отчётливо это удаётся понять, рассматривая процесс проектирования техники, который можно представить в виде следующих укрупненных этапов:

- формулировка новой потребности, идеи, замысла ее удовлетворения;
- конструкторская и технологическая проработка (создание чертежей, расчет отдельных узлов и элементов, написание пояснительных документов);
- создание опытного образца, его испытания и доводка;
- окончательная корректировка технической документации и передача ее в производство.

Нас, пожалуй, в большей степени интересуют два первых этапа.

Включаясь в процесс создания новой техники на втором этапе, инженер-проектировщик должен использовать весь багаж своих знаний в области математики, вычислительной техники, специальных дисциплин, чему как правило неплохо обучают в ВУЗе. При этом, однако, совершенно ясно, что без хорошей начальной идеи, идеи, лежащей в основе разработки, труд проектировщика может оказаться малоэффективным: созданный образец техники вероятнее всего не будет способен выдержать конкуренцию с уже существующими товарами и услугами, или даже изначально окажется нежизнеспособным. Таких примеров техника знает предостаточно.

Чтобы избежать серьезных ошибок на этой важнейшей стадии создания проекта, существует ряд различных по сложности и эффективности методов поиска (генерирования) новых технических идей. Однако обучению этим методам в

большинстве высших учебных заведениях пока уделяют мало внимания. Именно поэтому в подавляющем большинстве случаев даже высококвалифицированные специалисты, получившие хорошее фундаментальное образование, выдвигают новые идеи, основываясь на простом переборе вариантов, используя старый, как мир, но малоэффективный "метод проб и ошибок".

Возвращаясь еще раз к целям нашего курса, отметим, что он как раз и призван (хотя бы и частично) восполнить этот пробел в подготовке будущего инженера, познакомив его, насколько позволяет это сделать небольшой по своему объему учебный курс, с одним из эффективных методов поиска новых технических решений.

### **1.2 Исторический очерк создания методов изобретательского творчества.**

А давно ли возникла у человека потребность делать изобретения?

Когда в студенческой аудитории спрашиваешь, какая профессия самая древняя, то слышишь реплики: "ну, конечно же... мол, это всем известно..." В действительности же, одной из самых древних профессий, без которой, по-видимому, человек не смог бы стать человеком, является именно изобретательство. Привязанный к палке камень способствовал продлению средней продолжительности жизни человека на несколько лет и увеличивал тем самым и его численность на Земле. Это, безусловно, не самое первое его изобретение и тем более не последнее. По мере развития перед человеком постоянно вставали все новые и новые задачи, и они, так или иначе, решались в большинстве своем неизвестными изобретателями. До нас дошли имена только самых выдающихся из них: Пифагора, Архимеда, Леонардо да Винчи.

Рассматривая их изобретательское творчество, историки науки и техники отмечают, что при поиске новых идей они пользовались ничем иным как методом "проб и ошибок". Об этом свидетельствуют, в частности, десятки записных книжек Леонардо да Винчи, в которых он записывал и зарисовывал случайным образом посещавшие его технические идеи. Метод случайного перебора иногда сознательно им усовершенствовался - например, когда конструкция летательного аппарата создавалась по аналогии с принципом полета птиц или бабочек.

Вопросы понимания механизмов человеческого мышления, выработки приемов повышения его эффективности в те далекие времена больше занимали, говоря сегодняшним языком, представителей гуманитарных профессий: философов,

теологов, психологов. Первые упоминания об эвристике, учении о продуктивных методах творческого мышления, относятся к временам античности. Наиболее ранние попытки выявить особенности творческого подхода при решении задач нашли отражение в трудах Архимеда, Евклида, Апполония Бергамского, Аристее-старшего. Сам же термин "эвристика" впервые появился в трудах греческого математика Паппа Александрийского, жившего во второй половине III века нашей эры.

В дальнейшем к проблемам создания эвристики обращались ряд философов и математиков, например, Р. Декарт, Г. Лейбниц, Б. Больцано, А. Пуанкаре. Например, в труде "Правила для руководства ума" Р. Декарт предложил ряд принципов поиска истины. Они настолько интересны и актуальны еще и сегодня, что стоит кратко познакомиться с некоторыми его мыслями.

Декарт, во-первых, утверждал, что способность правильно судить и отличать истинное от ложного, что, собственно, и именуется здравым смыслом или разумом, от природы у всех людей одинакова. "Таким образом, различие наших мнений происходит не оттого, что одни люди разумнее других, но только оттого, что мы направляем наши мысли разными путями и рассматриваем не те же самые вещи. Ибо мало иметь хороший ум, главное - хорошо его применять". (Можно добавить, что мало иметь хорошие знания, главное уметь их применять.)

Для хорошего же применения своего ума Декартом сформулированы четыре принципа, следовать которым он рекомендовал, и которые остаются актуальными и в наше время. Приведем их и вслед за их автором настойчиво порекомендуем следовать им, и особенно - второму, поскольку он предвосхитил, как мы увидим дальше, один из фундаментальных системных принципов.

Первое - "никогда не принимать за истинное ничего, что я не познал бы таковым с очевидностью; иначе говоря, тщательно избегать опрометчивости и предвзятости и включать в свои суждения только то, что представляется моему уму столь ясно и столь отчетливо, что не дает мне никакого повода подвергать их сомнению".

Второе - "делить каждое из исследуемых затруднений на столько частей, сколько это возможно и нужно для лучшего их преодоления".

Третье - "придерживаться определенного порядка мышления, начиная с предметов наиболее простых и наиболее легко познаваемых и восходя постепенно к

познанию наиболее сложного, предполагая порядок даже и там, где объекты мышления вовсе не даны в их естественной связи".

И последнее - "составлять всегда обзоры столь общие, чтобы была уверенность в отсутствии упущений".

Открытие учеными в XVIII - XIX веках электричества, магнетизма и радиоактивности привело к бурному развитию техники, появлению принципиально новых средств транспорта, связи, оружия, обрабатывающей техники и бытовых приборов. Потребность в большом числе новых технических разработок заставила инженеров и ученых всех областей знаний приступить к поиску прикладных методик изобретательства.

Возникло множество теорий, по-своему объясняющих творческие процессы и дающих рекомендации по их интенсификации. Появились и методы интенсификации поисковой деятельности. К наиболее интересным (с точки зрения исторического развития) и естественным методам, до сих пор активно используемым на практике, следует отнести рассмотренные ниже подходы.

Организационный подход, включающий:

увеличение субсидий и соответственно коллективов исследователей; осознание необходимости создания объединений, коопераций разработчиков новой техники с целью дальнейшего повышения производительности их труда.

Такие объединения появились почти одновременно в ряде промышленно развитых стран. Так, в 1871г. при Мюнхенском политехническом институте была образована первая лаборатория, занимавшаяся разработкой новых приборов для бурно развивавшейся техники низких температур.

Наиболее известным примером промышленно - исследовательских лабораторий может служить лаборатория Т.Эдисона, созданная им в 1872 году в городе Менло-Парк (США). Итоги деятельности лаборатории говорят сами за себя. За шесть с половиной лет было получено около 300 оригинальных технических решений (что составляет в среднем 1 патент за 8 дней). Еще более усовершенствовал систему поточного производства патентов А. Белл. С 1879 по 1900 год сотрудники лаборатории его компании получили свыше 3000 патентов. Именно в эти годы и были заложены основы промышленной электротехники и телефонии.

Развитие этого процесса привело к стремительному росту числа таких лабораторий. Характерен пример США: 1920 г. - 300, 1930 - 1600, 1940 - 2200, 1967 - 15000 лабораторий.

- конкурсное проектирование, которое также требует увеличенного субсидирования;
- переманивание "мозгов" (утечка мозгов), прежде всего характерная для науки и промышленности США
- японский подход, заключающийся в мощной поддержке и стимулировании рационализаторской и изобретательской деятельности на базе предельного "метода" проб и ошибок ("думай непрерывно").

Большой популярностью в Японии пользуются книги известного специалиста по проблемам стимулирования научно-технического прогресса Ясухио Хиросиги. Вот его девять советов по тренировке творческого мышления:

- ежедневно выделяйте время для мышления; японская поговорка гласит: "лучше всего думается на коне, в постели и... в отхожем месте";
- успокойтесь и подумайте;
- публикуйте свои достижения;
- ставьте себе конкретную цель, - это позволит наметить контуры будущего успеха;
- научитесь сосредотачиваться;
- избегайте шаблона;
- записывайте свои мысли;
- расширяйте общение с людьми других профессий;
- всегда ощущайте духовный голод, жажду деятельности.

Как легко заметить, что все рекомендации, несмотря на свою вероятную полезность, носят лишь самый общий и поэтому малопродуктивный характер.

Психологический подход.

Основной направленностью первого этапа психологических исследований, который можно отнести к последней трети 19 века, было изучение личности изобретателя. Причем сама личность часто рассматривалась как нечто, отмеченное божественной печатью исключительности. И лишь в XX веке на смену этим взглядам постепенно

пришло убеждение, что творческие задатки есть в той или иной мере почти у всех людей.

Экспериментируя с задачами и головоломками, психологи выяснили, что испытуемые решают их перебором вариантов, что многое при этом зависит от предшествующего опыта. Это, однако, не прояснило главной проблемы, каким образом некоторым изобретателям удается малым числом проб решать задачи, заведомо требующие большого числа проб? Ответить на этот вопрос психология творчества не может и по настоящий день.

Возникает естественный вопрос, почему за длительный срок не было создано достаточно эффективных методов решения творческих задач? По-видимому, здесь можно выделить несколько причин. Это и низкий общий уровень развития методологии научного поиска, слабое понимание закономерностей развития природы и часто связанная с этим попытка решать более общую задачу: найти универсальные принципы, позволяющие решать любые творческие задачи во всех областях человеческой деятельности.

Однако более существенным в рассматриваемом вопросе, по-видимому, является то, что уровень промышленного и сельскохозяйственного производства в прошлые века, да и в начале XX века еще не создал ярко выраженной общественной потребности в разработке эффективных методов технического творчества, широкого их применения в практике создания новой техники, в практике работы изобретателя. Необходимые темпы технического прогресса вполне удовлетворялись случайными изобретениями, выполненными методом проб и ошибок.

Только современная мировая научно-техническая революция (начавшаяся в 30-е годы нашего столетия), характерной чертой которой является бурное развитие науки, техники и технологии, не могла не войти в противоречие со старым, малопродуктивным способом поиска новых решений.

Определяющими факторами этого момента были:

- увеличение спроса на новые идеи, особенно обострившиеся в преддверии и во время второй мировой войны;
- острый недостаток квалифицированной рабочей силы;
- высокая стоимость обучения и оплаты труда подобных специалистов;

- необходимость концентрации большого числа специалистов для решения комплексных, масштабных задач в ограниченные сроки.

Человечество ответило на это противоречие созданием методов и специальных приемов, активизирующих творческий процесс. Характерным оказался тот факт, что эти методы были созданы главным образом учеными и инженерами, непосредственно занимавшимися разработкой новой техники. Ими разработаны несколько различных методов поиска новых технических решений, различающихся своей сложностью и эффективностью. Большинство из них, однако, имеет лишь исторический интерес.

Среди наиболее эффективных и разработанных, позволяющих решать задачи разной степени сложности отметим следующие - мозговой штурм, синектику, метод фокальных объектов, морфологический анализ и, наконец, Теорию решения изобретательских задач (ТРИЗ).

Может возникнуть вопрос, а нужно ли в вузах изучать методы инженерного творчества, не достаточно ли в практике проектирования пользоваться методом проб и ошибок? Исследования науковедов и историков развития науки техники показывают, что, по-видимому, не достаточно! Стремительное развитие потребностей человечества, особенно отчётливо проявившееся во второй половине XX века, вступает в противоречие с темпами их удовлетворения, темпами развития техники и технологий. Создание и освоение производства техники новых поколений, позволяющей многократно повысить производительность труда, улучшить его условия, существенно снизить материальные, энергетические и финансовые затраты, уменьшить (а, по возможности, и ликвидировать) негативное влияние человека на окружающую среду - в первую очередь связано с разработкой новых эффективных изобретений.

Опыт же показывает, что одним из главных недостатков в подготовке большинства выпускников инженерных специальностей, именно тех специалистов, которые и призваны решать эти проблемы, является, неумение самостоятельно ставить новые задачи, отсутствие навыков поиска эффективных конструкторских и технологических решений на уровне изобретений, применения для перечисленных выше целей приобретенных знаний.

И вопрос этот актуален не только для нашего высшего образования. Приведем в связи с этим мнение американского специалиста в области методологии инженерного проектирования Дж. Диксона:

"Решение технических задач является высокоинтеллектуальным занятием, требующим применения знаний, а это заслуживает такого же внимания, как и приобретение знаний. Чтобы применять знания, нужно активно владеть ими и, кроме того, иметь определенную цель. При чтении курсов я все больше убеждался, что мои студенты знают больше того, что они понимают или могут использовать на практике".

Подчеркнем здесь слова о необходимости активного владения знаниями, что как раз и предполагает их использование при решении новых инженерных задач.

Сделав краткий экскурс в историю поиска эффективных подходов к решению изобретательских задач, в данном курсе мы сосредоточим свое внимание на изучении Теории решения изобретательских задач (ТРИЗ).

### **1.3 Инженерное творчество: системный подход.**

Что такое "техническая система"?

Термины, вынесенные в заголовок, очень часто встречаются в научной и технической литературе последних десятилетий. Это связано с тем, что в наше время в практике проектирования на передний план выступила необходимость решения не одиночных, а комплексных проблем, создания и совершенствования гораздо более сложных, чем это было ранее, технических объектов. Современный специалист весьма часто сталкивается с ситуациями, в которых приходится, с одной стороны, учитывать тенденции технического прогресса отрасли, но и, с другой стороны, - устранять негативные последствия использования устаревших конструкций, устройств и целых технологий. Системный подход - это попытка найти некоторые специфические методы, способные помочь решению всё усложняющегося комплекса проблем, с которыми инженеру приходится сталкиваться на этом пути.

Системные исследования в последние годы получили широкое развитие в самых различных сферах человеческой деятельности. Существуют многочисленные попытки сформулировать, что такое **системный подход, системотехника, общая теория систем**, дать этим терминам четкое определение. Разные авторы,

однако, используя эти понятия при анализе интересующего их круга проблем, вкладывают в них неодинаковый смысл, и поэтому в настоящее время общепринятой трактовки данных терминов не существует. В то же время, понятие "система" носит ключевой характер в ТРИЗ, и именно поэтому (не претендуя на обобщающий характер наших высказываний) мы ниже изложим свою точку зрения на то, что такое системный подход в случае инженерной творческой деятельности. Как методология преобразования систем она включает в себя следующие структурные объекты (приводимый ниже перечень, естественно, не претендует на исчерпывающую полноту):

Понятийный аппарат: - совокупность присущих данному подходу **определений и понятий**, таких как система, **структура, функция, системное качество, противоречие, модель системы**.

- Язык описания систем и их взаимодействий (**вепольный анализ**).
- Законы строения и развития систем (**ЗРТС**).
- Приемы выявления и анализа новых потребностей.
- **Приемы анализа** функционирования систем.
- **Приемы** (операторы) **преобразования** систем, **методы и алгоритмы** их применения.
- **Приемы синтеза** преобразованной системы.

Ряд положений этого перечня будут достаточно подробно рассмотрены на последующих занятиях; в этой вводной лекции мы дадим лишь ряд понятий, необходимых в дальнейшем.

Что мы будем понимать под термином "**система**"?

Прежде всего, надо понимать, что каждое научное понятие, в том числе и понятие "система", - это некоторая полезная абстракция, вводимая для выделения различных объектов из окружающего мира для удобства его изучения.

**Система** - это некоторая совокупность взаимосвязанных элементов, обладающая свойствами, не сводящимися к свойствам отдельных элементов.

Можно различать как естественные, так и искусственные, создаваемые людьми системы (например, технические, социальные).

Под технической системой (а именно с техническими системами мы в этом курсе будем иметь преимущественно дело) будем понимать такую совокупность элементов, которая позволяет ей выполнять некоторую полезную для людей функцию.

Элемент системы - относительно целая ее часть, обладающая некоторыми свойствами, не исчезающими при отделении от системы. Однако в системе свойства отдельных элементов не просто суммируются. Чаще всего часть свойств каждого элемента при вхождении его в систему гасится, нейтрализуется, теряет свою индивидуальность. Но зато каждая система в целом обладает каким-то особым качеством, которое не является результатом простого суммирования свойств составляющих ее элементов. В этой связи говорят, что система обладает особым **системным качеством (системным свойством)**.

При этом можно выделить два типа проявления системных свойств:

непропорционально большое изменение свойств, которые имеются у отдельных объектов, составляющих систему; например, биметаллическая пластина значительно сильнее изменяет свою форму при изменении температуры, чем каждая из составляющих ее пластинок в отдельности;

появление нового свойства, которым не обладает ни один из составляющих ее объектов; автомобиль, состоящий как минимум из двигателя, передачи, движителя, системы управления, обладает свойством перемещать людей и грузы по поверхности земли, что не способны сделать перечисленные выше его составляющие по одиночке.

Отдельные элементы системы являются подсистемами по отношению к рассматриваемой системе, то есть они также могут состоять из элементов, непосредственно взаимодействующих друг с другом, и т. д. В свою очередь, каждая система может рассматриваться как **подсистема** (элемент) другой системы более высокого порядка - **надсистемы**.

Таким образом, сама система, её подсистемы и надсистема, в которую она входит, образуют иерархию, формируя непрерывный ряд все более и более усложняющихся элементов. Наряду с подобным иерархическим рядом существуют (иногда взаимодействуя с ним непосредственно, а иногда и имея к нему лишь отдалённое отношение) другие ряды систем; весь окружающий нас мир и является, по сути, совокупностью этих рядов.

Рассмотренный в качестве примера автомобиль, - это подсистема по отношению к надсистеме "автомобильный транспорт", которая, в свою очередь, является подсистемой ещё более высокоорганизованных систем, объединяющих разные виды перевозок, экономику региона, страны и т. д. В то же время экономика не замыкается на проблемы, связанные с совершенствованием автомобильных перевозок, в ней параллельно функционируют и другие иерархии систем, иногда вплотную связанные с автотранспортом, а иногда зависящие от него в минимальной степени.

Надо иметь в виду, что выделение конкретной совокупности объектов в систему или под(над)систему зависит только от характера той задачи, которую ставит перед собой решающий ее специалист.

Функция системы - это способность системы воздействовать на другую систему, изменяя ее состояние, характеризующееся, в свою очередь, некоторым набором параметров. Носитель функции - конкретная система. Функция системы определяется ее назначением. Цель функционирования задается при создании технической системы и определяет ее выходное состояние, выходные параметры. Не все функции системы равноценны: среди них есть основные, ради выполнения которых система создаётся, и вспомогательные, которые обеспечивают выполнение основной функции, способствуют сохранению жизнеспособности самой системы.

Внутренняя форма организации системы определяет её **структуру**. Структура - это совокупность элементов и связей между ними, предполагающая их единство и определенную пространственно - временную устойчивость. И то и другое определяется физическими принципами, использованными при осуществлении требуемой полезной функции. Устойчивость предполагает свойство саморегуляции, реализуемой подсистемой управления.

Функции системы и ее структура должны находиться в единстве, взаимосвязи, то есть функция и структура должны соответствовать друг другу. Однако, это единство носит относительный, временный, преходящий характер. В процессе развития системы может происходить рассогласование её структуры и выполняемых функций, что приводит к конфликту. Чаще всего разрешение возникающих противоречий реализуется путем изменения существовавшей структуры вплоть до отказа от её дальнейшего использования.

Набор функций, которые способна выполнять система, со временем может меняться, что скажется на числе элементов, в неё входящих, на распределении функций между отдельными подсистемами. В итоге это приводит к изменению пространственно - временной структуры системы.

Важнейшим свойством любой технической системы является то, что изменение одной из её частей отражается на состоянии других частей и всей системы в целом. И наоборот, изменение системы в целом сказывается на состоянии ее частей. В разных случаях эти взаимосвязи проявляются с разной силой.

Наиболее типичная форма организации систем - иерархическая. По преимуществу иерархия - структура жесткая, с глубокими и прочными связями. И чем ниже по иерархической лестнице, тем жестче становятся связи системы с подсистемами. Это означает, что адекватное задание целей конкретной создаваемой (или совершенствуемой) системы требует предварительного определения целей более широкой системы, в которую она входит в качестве подсистемы. Подобный подход ориентирует поиски решения проблемы не только на уровне самой системы, но и на более высоком иерархическом уровне, - уровне надсистем.

Так, например, повышение долговечности конструкций железнодорожного пути может быть реализовано не только за счет повышения прочностных свойств самих элементов пути (рельсов, шпал, креплений, балласта), но и за счет совершенствования надсистемы - системы ведения путевого хозяйства (качества ремонтов пути, его текущего содержания), или улучшений в смежной системе - подвижном составе (снижения статических и динамических нагрузок, улучшении состояния ходовых частей подвижного состава). Осознание этого факта привело в свое время к созданию во Всероссийском научно-исследовательском институте железнодорожного транспорта целого отделения комплексных испытаний подвижного состава и пути.

В общей совокупности подходов к изучению различных по уровню сложности систем можно выделить два фундаментальных.

**Во-первых**, при изучении системы необходимо представить себе, как происходило её развитие **во времени**. Это позволяет понять, что вызвало необходимость рождения технической системы, как происходило (или происходит) её развитие, что ждёт эту систему в будущем, когда и при каких условиях наступит её старение, "смерть"... Такой подход, который часто называют "генетическим",

весьма продуктивен, поскольку даёт возможность не только оценить эффективность рассматриваемой системы, но и дать рекомендации о целесообразности своевременного перехода от этой системы к новой, сменяющей её в рамках непрерывного процесса эволюции.

**Во-вторых**, рассматривая систему, необходимо отчётливо представлять её **пространственные** связи. Как мы уже говорили, каждая система характеризуется значительным числом уровней (подсистема - система - надсистема), связей с другими системами. Любое изменение на одном из этих уровней так или иначе затронет и рассматриваемую систему, причем далеко не все следствия таких изменений могут носить положительный характер. Это означает, что чем больше связей внутри и вне системы мы увидим, тем большим набором возможностей для её совершенствования мы будем обладать.

Подведем некоторый итог относительно того, какими же основными признаками должна обладать совокупность отдельных элементов с тем, чтобы её можно было считать системой?

Таких признака четыре, это:

- **функциональность** (любая система должна выполнять некоторую полезную функцию);
- **целостность** (система - это не простая совокупность отдельных элементов, а ещё и результат их взаимодействия, получить который трудно, а порой и невозможно, если какой-либо из этих элементов удалить);
- **организация** (имеет место иерархия систем различного уровня, причём отдельные элементы должны быть взаимосвязаны не только в пространстве, но и во времени);
- **системное** качество (система обладает качеством, не сводящимся к качествам её отдельных элементов).

#### **1.4 Что такое "Теория решения изобретательских задач" (ТРИЗ).**

Создана ТРИЗ нашим соотечественником, инженером, изобретателем, известным писателем-фантастом Генрихом Сауловичем Альтшуллером (1926-1998г.г.). Работу над ее созданием со своим другом Р.Б.Шапиро он начал в 1946 году, будучи молодым сотрудником патентного бюро. В 1956 г. появилась первая их публикация в научном журнале (Вопросы психологии, № 6, 1956), в которой были сформулированы основные положения новой теории.

Они провозгласили новые по тем временам положения, что техника развивается не случайным образом, а в соответствии со своими внутренними законами, что эти законы можно выявить и на их основе сознательно совершенствовать технические системы. И, наконец, решение любой изобретательской задачи - это результат преодоления противоречия.

Кстати, можно утверждать, что и сама ТРИЗ родилась как результат разрешения противоречия между необходимостью помочь изобретателям, обращавшимся за консультациями к будущему автору ТРИЗ в части решения своих изобретательских задач, и отсутствием необходимых методических средств "делания" изобретений.

Какой же был использован инструмент, позволивший, в конце концов, выявить в дальнейшем закономерности развития технических систем? Как описывают сами авторы упомянутой статьи, ими были изучены многочисленные материалы по истории техники, обширная мемуарная литература, относящаяся к работе крупных изобретателей. В дальнейшем на протяжении всей истории создания ТРИЗ основным инструментом разработок явилось изучение и обобщение материалов патентного фонда в наиболее активно развивавшихся разделах техники. Было показано, что каждое творческое решение новой технической задачи - независимо от того, к какой области техники оно относится, включает три основных момента:

- постановку задачи и определение противоречия, которое мешает ее решению обычными, уже известными в технике путями;
- устранение причины противоречия с целью достижения нового технического эффекта;
- приведение других элементов совершенствуемой системы в соответствие с измененным элементом (системе придается новая форма, соответствующая новой сущности).

Сообразно с этим процесс творческого решения новой технической задачи обычно должен включать три - отличные по цели и методу - стадии: аналитическую, оперативную и синтетическую.

Этот перечень явился в дальнейшем основой для создания целой серии (модификаций) основного инструмента ТРИЗ - алгоритма решения изобретательских задач (АРИЗов), средств планомерной обработки задачи, при которой происходит постепенное углубление в "физико-техническую" сущность

конфликта, его целенаправленное обострение и последующее устранение. Таким образом, изобретатель получил в свое распоряжение инструмент организации мыслительных операций при решении своих задач.

В процессе решения задачи, а именно на оперативной стадии, необходимо чаще всего найти те приемы, которые создадут предпосылки для преобразования исходной и уже проанализированной системы в направлении повышения его параметров функционирования. Последовательный и неоднократный анализ патентного фонда информации позволил выявить не зависящие от отраслевой принадлежности типовые технические противоречия в системах и целую группу приемов для их устранения.

Дальнейшее развитие теории потребовало создания для описания систем единого языка. Таким языком в ТРИЗ стал язык вепольного анализа и синтеза систем. Согласно вепольному анализу любая ТС может быть представлена как взаимодействие различных веществ и полей и позволяет записывать ход решения изобретательских задач в виде специальных несложных формул, а в некоторых случаях сразу получать идею решения.

В дальнейшем было осознано, что наиболее сильные решения сложных изобретательских задач чаще всего связаны с использованием знаний из физики, химии, математики и ряда других наук. Но для эффективного использования этих знаний нужно было определить специфику их изобретательского применения. Это привело к систематизации такой информации и созданию соответствующих специальных указателей по ее применению.

Соединение приемов устранения технических противоречий, вепольного анализа с использованием физических эффектов и явлений привело к появлению еще одного мощного инструмента ТРИЗ - стандартов на решение изобретательских задач, позволяющих по построенной вепольной модели предложить одно или даже группу сильных решений. Практика показывает, что система стандартов позволяет найти решение как минимум для половины встречающихся на практике задач.

Теория решения изобретательских задач направляет изобретателя на обострение существующих в задаче противоречий, преодолению стереотипов мышления, создающих "психологические тормоза" при решении задач, и учит не бояться явных конфликтов. Для этого хорошо бы иметь гибкое воображение. Поэтому в ТРИЗ разработан специальный курс развития творческого воображения (РТВ).

Систематическая творческая деятельность меняет самого человека. Поэтому применение "Теории решения изобретательских задач" совершенствует не только технику, но и самого человека - творца. Поэтому одним из продуктов использования ТРИЗ является формирование творческого стиля мышления вообще. В рамках ТРИЗ проделана большая работа по созданию педагогических подходов и методов формирования комплекса качеств, характеризующих творческую личность.

### **1.5 Заключение.**

Вернемся вновь к тому, о чем шла речь выше - к системному подходу.

История развития человеческого познания свидетельствует, что системный подход, системное исследование, не являются чем-то совсем новым, возникшим лишь в последние годы. Это естественный метод решения теоретических и практических проблем. Человек с давних времен в той или иной мере системно познавал и осваивал мир, часто даже не осознавая этого. В качестве примера можно привести используемые для решения различных задач такие методы логических рассуждений как индукция (перехода от частного к общему) и дедукция (получение выводов о частном на основе общих сведений), различные методики планирования, прогнозирования, исторического анализа. Но по мере развития самого человечества уровень, характер решаемых им задач непрерывно усложняется, а, следовательно, и уровень системного познания непрерывно углубляется, совершенствуется. Так, например, в период второй мировой войны и в послевоенные годы учёные и инженеры пришли к выводу, что проектировать, планировать следует не просто отдельное (пусть даже и очень сложное) изделие, а весь комплекс материальных условий и организационных мер, которые смогут обеспечить эффективное функционирование этого изделия. Более того, в процесс проектирования данного изделия в качестве важнейшей компоненты должно быть включено планирование самого процесса проектирования. В наше время эти идеи нашли дальнейшее развитие, и плодотворность системного подхода в творческой деятельности человека уже не вызывает сомнений.

Важно современному специалисту также понимать, что процесс становления системного подхода в технике опирается в том числе и на развитии общенаучного мировоззрения. "С давних пор, - пишет академик А.Н.Колмогоров, - известны аналогии между: а) сознательной целесообразной деятельностью человека; б) работой созданных человеком машин; в) различными видами деятельности

живых организмов, которые воспринимаются как целесообразные, несмотря на отсутствие управляющего ими сознания. Человеческая мысль искала веками объяснения этих аналогий на путях положительного знания, так и на путях религиозных и философских спекуляций". (Колмогоров А.Н. Предисловие к кн.: Эшби У.Р. Введение в кибернетику - М., 1959).

Стремительность технического прогресса, темпы которого будут только возрастать, требует от современного специалиста владения хорошими навыками системного подхода к рассматриваемой проблеме. Как и всякие задатки их (эти навыки) необходимо развивать целенаправленно, поскольку обыденный жизненный опыт способствует такому развитию лишь в минимальной степени.

Рассмотрение основных положений ТРИЗ, истории и логики ее развития позволяют достаточно уверенно утверждать, что сама ТРИЗ является ничем иным как достаточно цельной и стройной методологической системой, направленной на системный анализ изучаемого технического объекта и последующий системный поиск путей его преобразования. Поэтому "Теория решения изобретательских задач" (ТРИЗ), изучение которой мы начинаем этой лекцией, как раз и должна способствовать обострению системного мировоззрения специалиста, усилению системности подхода в его профессиональной деятельности.

---

[Главная](#) ▾ [Инструменты](#) ▾ [Учебник по ТРИЗ](#) ▾ Предмет ТРИЗ

---

