

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИЛЬНОГО МЫШЛЕНИЯ

Введение
Логика сильного мышления
Этажи сильного мышления
Горизонты сильного мышления
Законы развития систем
Закономерности развития самоорганизующихся систем
Вытеснение цивилизации из природы
Кому писаны законы
Эволюция мировоззрения
Алгоритм пророчества
Капитал грядущего строя
Смысл образования
Домашнее задание
Заключение

Введение

или последний шанс для гомо сапиенс

Маленькому мальчику папа подарил на день рождения увлекательную игрушку – компас. Что тут особенно увлекательного? – спросите вы. Для ребенка есть значительно более желанные игрушки. Но мальчика эта игрушка действительно сильно увлекла. Его очень занимало – почему стрелка всегда указывает в одном и том же направлении. Папа ему, конечно, рассказал и про магнитное поле, и про полюса. Но мальчик так и не понял – что это за такое поле, и как оно заставляет стрелку поворачиваться.

Глупый мальчик, – скажите вы – вырастет, поймет. Однако мальчик вырос, прожил жизнь, и так и не смог ответить на вопрос – Почему? Хотя всю жизнь был занят поиском ответа. Видимо, глуповатый человек вырос из этого мальчика. Нам всем объясняли – почему стрелка так себя ведет. Мы-то с вами поняли, а этот странный мальчик – нет.

В провинциальном городе жил в начале прошлого века немолодой глуховатый учитель. Каждый день он ездил на велосипеде по неровным дорогам в женскую гимназию на службу, за которую и получал скромное жалование. Какие мысли были у этого человека? О чем он мог мечтать? Как на выходные поехать с друзьями на рыбалку? А ведь какая рыбалка была сто лет назад! Но нет, не это его занимало. Может быть – как подзаработать и свозить семью на курорт? Но и такая мысль прошла мимо него.

Этого странного учителя терзали совсем другие – творческие задачи, связанные с транспортом. Ну, конечно, трястись на велосипеде по грунтовым или мощеным булыжниками дорогам – удовольствие небольшое. А тем временем начинался автомобильный век. Но разумно ли задумываться об этом во времена Бенца и Форда нищему учителю? Мы бы с вами посоветовали ему ставить более реальные и менее амбициозные задачи.

Да он и не собирался тягаться с грандами автомобилестроения. Его взор был направлен вовсе не вниз под ноги на разбитые дороги, а вверх, к звездам. Он думал не о том, как лучше доехать до службы, а о том, как долететь до других планет. Он почти внял нашему совету. Вот только менее амбициозной такую задачу трудно назвать.

Любой здравомыслящий человек спросит, – зачем лететь на другую планету? И наш учитель, видимо тоже озадачился этим вопросом. Только понимал он его как-то по-своему.

Поэтому, найдя техническое решение и рассчитав параметры полета, он стал придумывать межпланетные станции и инопланетные поселения. Стал расписывать по этапам колонизацию вселенной. Дошел до решения вопросов – приспособлять ли новые планеты к человеку или человеку меняться под условия колонизируемых планет? А под колесами его велосипеда не было даже асфальта...

Никто не воспринимал деятельность глуховатого учителя всерьез. Любой современник мог дать ему полезный совет – чем следует заниматься. Но вот уже несколько десятилетий человечество выполняет его программу, пользуясь его расчетами и решениями. Создало многоступенчатую ракету, слетало в космос, построило космическую станцию. Но предстоит выполнить еще больше этапов его программы – от освоения других планет до изменения человека.

Современники думали, что учитель не понимает – как надо жить, а оказалось – это они не понимали Учителя.

Мальчик так и не смог до конца понять – почему стрелка компаса всегда разворачивается в одном направлении. Хотя очень старался. Он создал специальную теорию относительности, затем общую теорию относительности, а вот единая теория поля так и не получилась. Не хватило жизни.

А, может быть, он не понимал про эту стрелку что-то значительно большее, чем понимаем мы?

Что вообще означает понимать? Что означает мыслить, думать? Думают ли животные? Может ли думать компьютер? Или это привилегия только человека?

Мы себе задаем вопросы, – **Что** нужно сделать? **Как?** **Зачем?** Отвечаем на эти вопросы и называем этот процесс мышлением. Мы называем себя человеком разумным, гордимся этим, и считаем, что именно этим отличаемся от всех других живых существ на нашей планете.

Но разве волк, преследуя зайца, не отвечает себе на вопрос, – **Что** нужно сделать, чтобы сытно позавтракать? А заяц, петляя и запутывая следы, не отвечает на вопрос, – **Как** сбить с толку этого страшного хищника? И знает ли – **зачем** он это делает? А бобер, перегрызая ствол дерева и устраивая запруды, знает – **зачем** она ему нужна?

Если неразумные животные отвечают на те же самые вопросы, где же тогда та грань, за которой начинается разум? Так уж сильно мы отличаемся от бобра и зайца?

Вот тот мальчик отличался наверняка? Где вы видели бобра, задающего вопрос – **почему?** Это самый сложный вопрос. Он не связан с сиюминутными потребностями. Часто какая-либо связь с потребностями не просматривается вообще. Ну, действительно – работает компас, выполняет функцию, чего еще надо? Все остальное – голое любопытство.

Вот это немотивированное любопытство, вопрос "**почему?**" и отделяет гомо сапиенс ото всех остальных живых существ. И глуховатый учитель, ставивший цели, не только неосуществимые в пределах его жизни, но даже начало осуществления которых, он не застал, видимо тоже отличался от зайца, и даже от бобра.

Задавать вопрос "**почему?**", понимать сложные причинно-следственные связи, ставить далекие, не сиюминутные цели и находить нестандартные творческие пути их достижения – это и есть мышление, отделяющее человека разумного от животного мира. Смущает только одно. Именно это и отделяло того мальчика и того учителя от основной массы нас. А вот разницу между зайцем, бобром и нами мы как-то не нащупали...

Все это конечно большое преувеличение. Такие люди, как Эйнштейн и Циолковский, нужны в единичном экземпляре. Нам, обычным людям, приходится решать массу сложных задач. На современного человека обрушивается гигантский поток информации. Мы одиннадцать лет ходим в школу, получаем аттестаты, дипломы. Педагоги не могут поделить

часы между химией и географией. Ребенок сидит в школе до изнеможения, усваивая все новые знания. Затем сдает экзамены. У него отбирают карманные компьютеры и сотовые телефоны. Ведь сегодня запросто за несколько секунд можно найти в интернете ответ почти на любой вопрос, и выдать этот ответ за свои знания. Нехорошо. Но вот зачем человека мучить 11 лет, чтобы он запомнил то, что можно найти в интернете за несколько секунд? К чему мы его готовим? К какой-то безвозвратно ушедшей жизни?

Компьютеры помнят столько информации, сколько мы не запомним никогда. Да и зачем нам с ними тягаться, лучше уметь пользоваться этой информацией. Компьютеры могут проводить любые расчеты лучше нас, конструировать новые технические системы. Еще пару десятилетий назад ведущие гроссмейстеры уверяли нас, что машина никогда не обыграет человека в шахматы. Сегодня, если считать гроссмейстеров интеллектуальной элитой человечества, то следует признать, что компьютеры уже умнее нас.

Еще через несколько десятилетий никто не доверит делать сложную операцию на живом человеке живому человеку. А уж выполнение производственных функций человеком будет считаться атавизмом ранней индустриализации. Ставить задачу возрождения системы ПТУ в наше время может только страна, заблудившаяся в Истории.

Уже в наступившем веке машины будут все делать за нас, все знать за нас, все рассчитывать за нас, и даже принимать важные решения. Что же остается человеку? Кто мы – промежуточное звено между бобром и компьютером? Или найдем свое место в грядущей цивилизации?

Машины бездушны, у них нет эмоций, а вот мы духовны, эмоциональны и человечны. Но что такое духовность? Если мы не можем это объяснить – это лишь термин, медалька, которой мы сами себя наградили. А эмоциональны и человечны также и бобры. Ну, хорошо, эмоциональны и бобрсты, какая разница. Неважная получилась отмазка с эмоциями, она отсылает нас в прошлое к животным, оставляя будущее более разумным машинам.

Компьютеры многое знают, но они не понимают, что они знают, как, впрочем, и многие люди. Мыслить, понимать, ставить перед собой неочевидные цели и находить нестандартные творческие решения – вот единственная и последняя грань, отделяющая человека разумного от всего остального, до сих пор существующего на планете. Это единственная ниша для человечества, которую оно само себе оставило. Эйнштейны и Циолковские будущему человечеству нужны не в виде исключений. Только они и нужны. А остальные, те, кто отказывается мыслить, и коих подавляющее большинство, тем, что вымирать? Трудно сказать. Существуют же заповедники для редких животных. Будущей цивилизации решать...

Мы нащупали грань между разумом и его отсутствием. Насколько она прочна и непреодолима? Это не стена, за которую можно убежать и спрятаться навсегда. У нас нет монополии на эволюцию. Да и компьютеры мы тут же обучим способам мышления, как только сами их поймем. Следовательно, эта грань динамична, и человеку, чтобы и впредь называться гомо сапиенс, придется думать постоянно.

Поэтому, те из нас, кто хочет попасть в будущую цивилизацию, давайте поймем – что значит "думать"? Как надо это делать? Что такое сильное мышление? А машинам расскажем попозже...

Логика сильного мышления

Моя вузовская преподавательница по математике с возмущением рассказывала, что видела как ее бывшие студенты для того, чтобы вычислить площадь фигуры, разбивали ее на мелкие квадратики. И это вместо того, чтобы взять интеграл. Это намного проще и результат точней. Далее она выражала надежду, что мы не будем столь тупыми, и усвоим эту не такую уж и мудреную науку.

Науку мы, разумеется, освоили. Вот только не припомню, чтобы после ВУЗа пришлось взять хоть один интеграл. Воспоминания о них, может, и пригодились, чтобы не испугаться при просмотре нескольких слишком умных статей. Да и те можно было написать, не прибегая к этим долговязым свидетелям умственности автора. Если бы мне понадобилось посчитать площадь фигуры, я бы непременно разбил ее на квадратики. Инженерные расчеты, как правило, приближительны, точность более чем до третьего знака нужна редко. А вспоминать методику, которой ни разу не пользовался, конечно, труднее.

Не нужны подавляющему числу инженеров интегралы. Тем более они не нужны в гуманитарных науках. Более того, скажите, – кто после школы находил квадратный корень? То-то. Математика за пятый класс уже почти никому не нужна. Ни инженерам, ни ученым, ни, тем более, остальным гражданам, ни в бытовой жизни, ни в профессиональной деятельности. Четыре арифметических действия, и те нужны не всем.

Математика самая ненужная наука. Знаниями в литературе, истории можно блеснуть перед дамами в светской беседе и прослыть человеком образованным. Рассказами про интегралы можно заработать только репутацию зануды. Вот и гламурные звезды в своих интервью считают за доблесть рассказать, как у них плохо было с математикой. Вот такая грустная правда про математику. Может быть, действительно сократить математическую подготовку в школе, как предлагают некоторые реформаторы образования?

Но есть и другая половина этой правды. Нет ни одного выдающегося ученого или конструктора, у которого было бы плохо с математикой. Когда рухнула плановая экономика, многие кинулись в бизнес. Партийные, комсомольские работники, чекисты имели большую фору в виде связей и доступа к бесхозным ресурсам рушащегося государства. Однако если мы поинтересуемся – кому удалось создать крупные работоспособные структуры – биржи, банки, холдинги, то увидим среди отцов-основателей, в основном, бывших физиков, математиков и выходцев из некоторых других хорошо математизированных естественнонаучных направлений. Да и сейчас, когда чуть ли не в каждом ВУЗе появились факультеты экономики, ведущие финансовые структуры с удовольствием берут на работу выпускников мехмата и физтеха.

И в гуманитарных науках сколь-нибудь значимые прорывы делают бывшие технари и выходцы из наук естественных. Нередко, когда приходится слушать чистых, не отягощенных настоящим образованием гуманитариев, удивляешься бессистемным скачкам их мысли и необоснованным выводам. И, хотя они собираются в кучи и присваивают друг другу степени и звания, для науки любой из них без математической подготовки бесполезен. Бесполезен не только в естественных и гуманитарных науках, но и в любом сколь-нибудь сложном виде деятельности.

Из таких людей получают следователи, не способные распутать преступление, судьи, не способные разобраться в груде фактов и в сплетении законов, руководители, у которых выходит "как всегда".

Отчего так происходит? Ни историку, ни бизнесмену, ни судье не приходится брать никаких интегралов.

Дело в том, что математика – совершенно особенная наука. Можно знать историю, юриспруденцию. К математике термин "знать" как-то и не совсем применим. Историку нужно знать огромное количество фактов. Одних только чисел нужно знать гораздо больше, чем математику. В каком веке было восстание Спартака, в каком году Наполеон заболел ветрянкой. Бесконечная масса сведений.

Математику всего-то нужно знать несколько десятков формул, да десятков цифр. Все остальное – не знания, а умение ими пользоваться. То есть умение с их помощью выстраивать логические цепочки. Занятие математикой – это лучший и единственный способ постижения формальной логики. Единственный, потому что логика в школе не изучается. И изучать ее

практически не на чем, с ней можно разве что познакомиться. Другого такого мощного тренажера мозга, как математика, человечество не придумало.

Следует отметить, что математика формирует еще одно очень важное свойство интеллекта. Во всех видах деятельности развивается своя методология. А в математике ее фактически нет.

Преподаватель показывает – как решать задачу, а ученик должен решить другую и третью. Если речь не идет об узкой изучаемой теме, то совершенно непонятно – какую формулу применить, какое преобразование использовать. Человечество из сочетания тридцати трех букв создало немыслимое количество информации. Сочетания из нескольких десятков формул тоже бессмысленно алгоритмизировать. Поэтому преподавание математики ведется самым древним методом – смотри, как делаю я, и делай так же. В результате практического отсутствия методики выбора формул и методов преобразований нарабатывается еще и интуиция.

Поэтому, человек, не овладевший математикой, это не человек с пробелом в знаниях (знать-то в математике практически нечего), а человек неспособный мыслить логически.

Удивляться его бесполезности в любом сложном виде деятельности не стоит. Не стоит удивляться – почему он стремится сократить математическую программу в школе. От страха. Представьте себя в окружении более развитой цивилизации. У них приборы, которых вы не понимаете, живут они как-то непонятно, да и само ваше существование в такой ситуации – это лишь их добрая воля.

Вот и пробираются такие напуганные аутсайдеры цивилизации в созданные не ими мегаполисы и взрывают небоскребы вместе с собой. Другие пробиваются в начальники и сокращают школьную программу по математике. Причина одна – страх примитивного интеллекта перед более развитым.

Гуманитарии могут предъявить ответные претензии технарям (физикам, математикам, программистам...). "Нормальному" человеку часто бывает трудно общаться с программистом. Программиста раздражает непонимание простых, с его точки зрения, вещей. Но и ему, программисту бывает трудно объяснить некоторые простые вещи. Иногда это нужно делать излишне подробно, с точки зрения "нормального" человека. Выражение "понимает с полуслова" явно не про него.

Такой "эффект программиста" иногда проявляется у выпускников физико-математических школ. Талантливого ребенка вырывают из естественной среды, помещают в интернат, интенсивно обучают математике и физике. Затем еще 5 лет учат в университете. Получается умный человек, но чего-то не хватает. Педагоги, заметив это, давно пытаются "витаминизировать" физикоматематическую подготовку гуманитарными предметами. Но одним помогает, другим – нет.

У психологов есть понятие – "профессиональная деформация". Если выразиться их языком, мы сейчас говорили о формально-логической деформации мышления. Человек с такой деформацией может быть очень умным, решать сложнейшие задачи в своей области, но пройти мимо остроумного решения, которое каким-то непостижимым ему образом получает другой.

Дело в том, что формальная логика вовсе не вершина человеческого сознания, а лишь его начальная ступень. У формальной логики есть свои ограничения. Цепочки непротиворечивых логических выкладок можно производить лишь в поле однозначной информации и при возможности однозначных выводов. Эта ситуация абстрактна, искусственно создана для учебных задач. В физике, чтобы применить логические построения и математические формулы, приходится прибегать к упрощениям, отбрасывать, не учитывать массу мешающих факторов. Тела в законах Ньютона превращаются в точки, законы

газодинамики описывают поведение несуществующего в природе идеального газа. Биология, социология не столь математизированы как физика не потому, что там нечего изучать и описывать формулами, а потому что эти науки изучают более сложные системы, труднее поддающиеся упрощению.

В основе формальной логики лежит формула –
«если А, то В».

Если мы уменьшим размах крыльев истребителя, то повысится его скорость и маневренность. Такой самолет будет побеждать в бою. Было бы в действительности все так просто, так уменьшали бы размах крыльев до нуля. Но чего-то мы не учли. Как приземляться на таком истребителе? Чтобы он не разбился, был устойчив и обеспечивал подъемную силу на низких скоростях при взлете и посадке, размах крыльев должен быть большим. Логическая формула, описывающая эту ситуацию чуть сложнее – **«если А, то В, но С».**

Если размах крыльев маленький, то у самолета хорошая скорость, но плохая выживаемость при посадке. Эта формула имеет и зеркальное отображение – **«если не А, то не С, но и не В».**

Если размах крыльев истребителя оставить большим, то он хорошо управляется при взлете и посадке, но будет подбит в бою из-за низких скоростных характеристик.

Эта формула противоречия. Формальная логика стремится построить непротиворечивую цепочку рассуждений, всячески пытается обойти возникающие противоречия. Но они подстерегают нас повсюду. Мы не оперируем ими постоянно, потому что инстинктивно стараемся их избегать. И воспринимаем их не как противоречия, а как ограничения. Пытаемся создать самолет с минимальным размахом крыла. Чтобы его еще можно было посадить, хотя и очень сложно и рискованно, и чтобы летал чуть побыстрее, хотя и не так быстро, как хотелось бы. Мы пытаемся найти оптимальное решение. Оптимум – вершина достижения формальной логики.

Продолжение 1

На противоречия мы наталкиваемся постоянно, и во всех видах деятельности. В органах соцзащиты разрабатывалась программа помощи инвалидам. Пособие по инвалидности дает возможность выжить, но жизнь на пособие не позволяет инвалиду почувствовать себя полноценным членом общества. Чтобы адаптировать инвалида в социуме, нужно дать ему профессию, позволяющую приносить пользу и удовлетворение от жизни и профессиональной деятельности.

Его обучают, тратят государственные деньги. Но на конкурентном рынке труда ему нелегко найти работу. Да и увольняют его в первую очередь, ведь ему трудно соперничать со здоровым. И к жалости взывать не получается – инвалида уволишь, у него пособие по инвалидности останется, а у здорового ситуация еще хуже. Мы пытаемся адаптировать инвалида в социуме, обучаем его, но конкурентная среда отторгает его навыки. Можно убрать конкурентную среду, создать специальные фирмы-резервации для инвалидов, но и полноценной социальной адаптации не получится. Как быть?

Во многих странах на законодательном уровне прописана необходимость выделять специально рабочие места для инвалидов. А компании, которые этого не делают, платят налоги или штрафы, поступления от которых идут на организацию рабочих мест для инвалидов. Но возникает другое противоречие. Государство, помогая инвалидам, делает бизнес менее эффективным и конкурентным.

Наверное, с помощью оптимизационных программ можно найти ту золотую середину, когда небольшое снижение эффективности бизнеса уравнивается экономическими выигрышами от решения социальной проблемы.

Но является ли это пределом возможного? Да. Это предел для формальной логики. Но существует более мощная логика – логика диалектическая. Эта логика не пугается противоречий, а использует их. Зона действия диалектической логики начинается там, где заканчиваются возможности логики формальной. Диалектическая логика – вторая ступень для взлета интеллекта.

Для формальной логики лучшее решение – это оптимальное решение. Для диалектической логики оптимальное решение – это не просто плохое решение, это отсутствие решения. Оптимальное решение сглаживает противоречивые требования. Диалектическая логика предписывает совсем другой алгоритм действий. Она велит не избегать, а отыскивать противоречие. Найдя, не сглаживать его, а обострять, а затем разрешать.

Нужно обучить инвалида профессии, и нужно обеспечить его неотторжение бизнесом. Надо сделать так, чтобы он был выгоден бизнесу, чтобы он был конкурентоспособен со здоровым работником. Но ведь невозможно сделать инвалида равноценным здоровому человеку, – говорит нам формальная логика. Да, не возможно, – соглашается логика диалектическая. Давайте обострять противоречие. Если не возможно инвалида сделать таким же хорошим специалистом, как здорового, давайте сделаем его более сильным специалистом, чем здорового. Тогда бизнес воспримет его с удовольствием.

Но ведь это тем более не возможно! А вот уж и нет. Это недоступно формальной логике, поскольку она пугается противоречий. Диалектическая логика заставляет мысль путешествовать по ту сторону преград, выстраиваемых противоречиями. Нам надо сделать инвалида лучшим специалистом, чем здоровый человек. И мы должны найти для этого ресурс. А какой может быть особенный ресурс у инвалида? Кроме инвалидности он ни чем другим не отличается. Значит нужно найти что-то ценное в инвалидности.

Совсем заболтались, – скажет формальная логика. Инвалидность – это очень плохо. Как можно кощунствовать! Но мы-то с вами уже знаем, что действительность не описывается однозначными схемами формальной логики. У любого тезиса должна быть обратная сторона. Вот и у инвалидности должны быть свои плюсы. А раз так, то следует их найти.

И действительно, если заставить себя мыслить в этом направлении, можно обнаружить, что у инвалидов очень часто развиваются компенсаторные способности. Все знают, что у слепых обостряется слух. Слепого настройщика музыкальных инструментов никто не уволит, потому что он лучший в своей профессии. А как обстоит дело с другими видами инвалидности?

Профессор из реабилитационного центра, участвовавший в разработке программы помощи инвалидам, рассказал, что двое из его пациентов, потерявших ногу, работают в цирке. Оказывается, у таких людей хорошо развивается вестибулярный аппарат. А в каких еще профессиях нужен хороший вестибулярный аппарат? Может быть, зря в летчики не берут одноногих?

Глухие приспособляются "слышать" глазами, читать по губам, считывать информацию по проявляющимся на лице эмоциям. Их способностей наверняка не достаёт дознавателям и нейролингвистам.

А используются ли способности инвалидов в профессиональной подготовке? Оказывается, обучают инвалидов совсем простым профессиям, никак не связанным с их способностями. Исключением явилась лишь школа массажистов для слепых. Новое решение – систематизировать компенсаторные способности инвалидов, и на основании этой информации строить профессиональную подготовку – существенно увеличивает эффективность помощи и улучшает качество жизни инвалида.

А можно сделать самолет таким, чтобы и скорость была высокой, и подъемная сила при посадке тоже была большой? Формальная логика возражает. Чтобы скорость была высокой,

нужен малый размах крыльев, а чтобы высокой была подъемная сила, нужен большой размах крыльев. Невозможно, чтобы размах крыльев был одновременно и большим и маленьким.

Диалектическая логика возражает. Это же противоречие. А где противоречие, там и сильное решение прячется. Значит, размах крыльев должен быть и большим и маленьким. Но почему вдруг одновременно? Ведь самолет летает и садится не одновременно. Пусть у него будет маленький размах крыльев в боевом режиме и большой при взлете и посадке. Решение – самолет с изменяемой геометрией крыла. Такой истребитель в бою сильнее любого с оптимальным размахом крыльев.

Когда удается разрешить противоречия, получаются сильные изобретательские решения, более эффективные, чем решения оптимальные. Поиск решения с помощью формальной логики можно уподобить поиску на плоскости. Диалектическая логика заставляет найти другое измерение. Когда мы обостряем противоречие, в нем легче заметить брешь и разрешить его. Самыми простыми методами разрешения противоречий являются разделение противоречивых свойств в пространстве или во времени.

Перекресток автомагистралей – это образ конфликта двух противоречивых свойств. Два перпендикулярно направленных потока автомобилей, мешают друг другу. Светофор разрешает противоречие во времени, автомобильная развязка – в пространстве. Но не всегда этим измерением может быть пространственная или временная координата, как в задаче с размахом крыла истребителя. В этом случае приходится отыскивать нужную координату.

Такой координатой может быть новое, не задействованное в конфликте, свойство рассматриваемой системы. Как в случае с профессиональной подготовкой инвалидов.

Задача. Римский император Тиберий увлекался предсказаниями астрологов. Но, получив желаемое, приказывал сбрасывать очередного пророка со скалы, чтобы никто не узнал, что уготовано императору небом. Один астролог, уже знавший о печальной судьбе своих коллег был приглашен к императору. Не пойти нельзя, пойти – гарантированно погибнуть. Как быть? Противоречие не просто жесткое, а прямо смертельное.

Задача. На заре кинематографа еще не было залов с наклонным полом. А этикет не предписывал дамам снимать шляпы. Сзади сидящим зрителям сильно не везло, что сказывалось на посещаемости сеансов и могло ввести бизнес в убытки. Пытались давать объявления по громкоговорителю, но никто шляпы не снимал. Повесили объявления – нулевой результат. Как быть?

Надо призвать дам снимать шляпы, и нельзя призывать – любые призывы вызывают только отторжение. Надо предсказать императору судьбу, и нельзя предсказывать – в награду смерть. Задачи, казалось бы совершенно разные, но структура противоречия одна. И структура его разрешения одинакова. Похожи эти оба случая и на проблему с инвалидами. Там нашли нужный ресурс в самом объекте воздействия.

Надо и в этих новых задачах найти ресурс в самом объекте воздействия. Этими ресурсами являются – боязнь дам плохо выглядеть и страх императора за свою судьбу. Нужно использовать эти ресурсы в наших решениях.

В кинотеатре повесили объявление. «Во время сеанса просим дам снять шляпы. К пожилым это не относится». Никто не захотел выглядеть пожилой леди. Ресурс, который работал против нас, сработал в нашу пользу.

Астролог тоже поступил схожим образом. Он предсказал, что Тиберий переживет его на три дня. Теперь император не только не лишил астролога жизни, но и всячески оберегал его.

Еще одним способом разрешения противоречий является разнесение противоречивых требований по разным частям системы, или требование А выполняет подсистема, а требование В – система в целом. Пример – велосипедная цепь, каждое звено жесткое, а цепь в целом гибкая.

Мы рассмотрели общие принципы разрешения противоречий в общем виде. Кроме того, существуют десятки приемов разрешения частных противоречий между конкретными параметрами. В Теории Решения Изобретательских Задач (ТРИЗ) собраны 50 сильных приемов для разрешения технических противоречий. Есть свои приемы и для разрешения других видов противоречий. Но собрать их в такую же мощную систему, как в технике, не представляется возможным. Дело в том, что в технике существует систематизированный патентный фонд, состоящий из миллионов изобретений. Среди них есть десятки тысяч действительно сильных решений, разрешающих противоречия.

Этот фонд можно анализировать и выявлять закономерности. Что и было сделано Генрихом Альтшуллером и его учениками. Поэтому теория сильного мышления изначально была создана для инженеров (изобретателей). Эта книга – попытка познакомить остальное человечество с принципами сильного мышления. Именно познакомить, а не обучить. Нельзя научиться математике, прочтя главу об интегральном исчислении. Необходимо решить множество математических задач.

Научиться сильному мышлению можно на занятиях по ТРИЗ, решая изобретательские задачи. Конечно, технические задачи ни к чему – ни экономисту, ни биологу, ни кандидату в олигархи. Но и математика им не нужна сама по себе. Однако мы договорились, что математика структурирует мозг, формирует логическое мышление, применяемое затем в других видах деятельности. Так же и ТРИЗ переструктурирует мозг, формирует диалектическое мышление.

Диалектическое мышление – это не новое мышление взамен формально-логическому. Это – вторая ступень логики, которая без первой не работает. Диалектическое мышление – формулирование, обострение и разрешение противоречия – это первая важная характеристика сильного мышления.

Этажи сильного мышления

Троянская война. Выезжает на поле битвы герой Гектор. Против него выезжает герой Патрокл. Схватка. Патрокл падает сраженный, Гектор – победитель. Выезжает следующая пара. Все повторяется. Затем толпа на толпу. Но в толпе, опять же, дерутся один на один, или двое на одного. Такую битву воспел Гомер в своей Илиаде. Так и воевали армии долгие века. Сильней та армия, в которой больше воинов, и эти воины лучше подготовлены.

490-й год до н.э. Марафонская битва. Персы превосходили греков по численности в несколько раз. У персов – корпус "бессмертных". Сзади каждого стоят три сменщика. Как только первый упал, второй становится членом привилегированного корпуса "бессмертных". Попасты в их число – большая честь. На том свете обеспечены огромные привилегии. Воины отлично мотивированы, прекрасно подготовлены, всю жизнь воюют. У греков никаких шансов.

Итог битвы – погибло 192 грека, 6500 персов, остальные персы бежали. Как такое возможно? Это абсолютно не логично!

У греков фаланга – 10000 воинов, слоем в 10 человек. У переднего большой полуцилиндрический щит и меч, второй держит щит над головой и маленькое копьё, выступающее впереди первого. У третьего копьё подлинней. Копья последних рядов достигали 6-7 метров и лежали на плечах первых. По команде стратега эта армада бегом, не теряя строя, бросилась на персидское войско, пробежала через персидский лагерь насквозь, пробежала еще два километра, развернулась и прочесала в обратном направлении.

371-й год до н.э. Сражение при Левктрах. Спартанская фаланга в полтора раза превосходила беотийцев по численности. Спартанцы гораздо лучшие воины, чем беотийцы. Тем не менее, фаланга спартанцев разбита. Великий полководец Эпаминонд на левом фланге построил 60 рядов по 6 воинов. Этот ударный кулак прорвал левый фланг и зашел с тылу. Фаланга рассыпалась. Она оказалась беззащитной с тыла.

Решил эту задачу римский легион. Фаланга делится на три когорты. Когорты на 10 манипул. Манипулы – 100-120 воинов делятся на десятки, которыми командуют деканы. Каждая манипула – отдельная фаланга. Вся система хорошо управляется и быстро перестраивается.

Фаланга, затем легион господствовали на планете несколько веков. Они полностью вытеснили очень эффективную скифскую конницу. Какой конь полезет на оцетинившуюся копыями стену. Лошади использовались Александром Македонским, но лишь для того, чтобы догнать противника. Затем воины спешили и далее по накатанной схеме.

Но вот, за 20 лет до н.э. несколько мощных легионов под командованием Марка Красса, знаменитого победителя Спартака, вступили в пределы Фартийского царства. Легионы вырублены вдребезги, голова Марка Красса украшала пир на столе у армянского царя Арвуда. Виновник такого успеха катафракта – тяжело вооруженная конница. За спинами кавалеристов лучники. Кони защищены специальными доспехами. Всадники вооружены длинными стальными мечами, копыями. Важное изобретение – стремена, дающие опору при ударе. На беспомощного пешехода обрушивался страшной силы удар, в который всадник вкладывал вес собственного тела. Противопоставить ему было нечего.

Тяжело вооруженные рыцари господствовали в Европе все средние века. Рыцарю не страшна хоть целая сотня пеших воинов. А строй рыцарей в виде клина (еще его называли свиньей) сметал всё на своем пути.

Апрель 1242 года. Вот такая свинья из тевтонских рыцарей набросилась на преимущественно пешее войско Александра Невского. Результат – сокрушительное поражение рыцарей, названное Ледовым побоищем. Как такое могло произойти?

Встречал "свинью" полк псковичей, смертельно ненавидевших тевтонцев, лютовавших на их землях. Эти люди практически пожертвовали собой. Шансы выжить имели немногие. Уцелевшие после мощного удара рыцарей, стали отступать. Александр не только выбрал место битвы, но и подготовил его. Крутой обрывистый берег Чудского озера, каменные глыбы он дополнил расставленными телегами и натянутыми между ними цепями. Псковская пехота проскользнула под цепями и бросилась врассыпную. Тевтонцы на конях кинулись догонять и добивать. В результате было утрачено главное их преимущество – строй.

По команде полководца на обесформленное воинство налетели полки правой и левой руки. Началось уже избиение рыцарей, на которое те не рассчитывали. Поняв свою промашку, теперь уже отступили рыцари. Им срочно нужно было восстановить строй. Но единственным пригодным для этого местом был лед Чудского озера. Однако здесь рыцарей ждал еще один сюрприз. Александр выбрал не только место битвы, но и время. Прежде, чем начать битву он дождался сообщений специально посланных людей, что апрельский лед уже начал потрескивать – пора начинать.

Тяжелая конница тевтонцев или проваливалась под лед, или распластывалась "как коровы на льду" на скользких металлических подковах. Они становились легкой добычей русских дружинников, кони которых были подкованы специальными шипованными подковами.

В этих кровавых военных примерах есть своя прелесть. Придумывать асимметричный ответ на новый танк, в виде десяти всадников с копыями, можно только пока ты со своим несимметричным мышлением ни кому не интересен. Лучшие решения выявляются быстро и эффективно.

Но давайте по порядку. В Марафонской битве у персов было все, что есть у греков – и воины в превосходящем количестве, и отличная подготовка, и желание драться, и отвага. Что же такое было у греков, чего не смогли найти в своей армии персы? Это нечто, приведшее к поразительным результатам – 192 убитых против 6500. Это нечто находится не у бойца, не у полководца, не в оружии, не в каком-либо другом элементе. Это нечто – системное свойство, строй. Его нет ни в одном элементе, но оно появляется в системе. Греческие полководцы увидели в своей армии систему, а персидские – только большую массу воинов.

У беотийского полководца Эпаминонда тоже была система. Его система с неоднородностью оказалась сильнее большей, но однородной системы. Два системных эффекта сильнее количественного превосходства. Сложная многоуровневая система – римский легион – еще более эффективна. Добавилось еще несколько системных эффектов – управляемость, маневренность. Греки в Марафонской битве, раскидав не только персидское войско, но и разнеся их лагерь, не зря пробежали еще два километра. Им нужно было остановиться в безлюдном месте и перестроиться. Римский легион лишен такого недостатка, он способен перестроиться за минуту.

У Александра Невского было менее организованное войско. Но он сумел организовать надсистему, систему более высокого уровня. Само окружающее пространство и сценарий битвы во времени.

Какая замечательная вещь системное свойство. Оно появляется, вроде бы, из ничего, а какой эффект! Что вообще такое система, системное свойство, системное мышление? Нередко приходится слышать или читать подобные выражения. Но, как правило, от людей, не понимающих смысла этих терминов.

Часто, рассуждая о системном мышлении, говорят о множестве факторов, которые нужно учитывать. И это противопоставляется "несистемному" подходу, при котором учитывается меньшее количество факторов. Это и есть яркий пример несистемности мышления. Системное мышление отличается не количественными характеристиками, оно видит качественные отличия системных уровней. Если мы перечисляем в одном ряду: колесо, шпиль, двигатель – значит, мы не видим системы. Колесо и двигатель относятся к одному системному уровню, шпиль к другому, более низкому. Перечислив колесо, мы уже учли его составляющие, в том числе и шпиль.

В окружающем нас мире все объекты являются системами, состоят из подсистем и входят в надсистемы. Магазин состоит из торговых отделов, бухгалтерии, склада. Они в свою очередь тоже являются системами и состоят из элементов. Магазин, в свою очередь является подсистемой для сети, отрасли и т. д.

Последние строки могут показаться банальностью, но это только первое впечатление. На самом деле увидеть систему не всегда просто. Греки увидели и создали фалангу, а персы не смогли. Они занимались совершенствованием элементов – отдельных воинов, в то время как рядом был эффективный незамеченный ресурс. Если вы думаете, что так примитивно могли мыслить люди лишь две с половиной тысячи лет назад, то вы ошибаетесь. Знаете, на что в первую очередь сетуют руководители предприятий? Правильно, на кадры. А где решение их проблем? Правильно, в организации.

Продолжение 2

Ни один руководитель еще не дождался, чтобы у него работали только эйнштейны. Предприниматель, увидевший новый принцип организации системы, побеждает с меньшими ресурсами. Менделеев, увидевший принцип организации химических элементов, открыл закон природы. Что же нужно знать о системе и системном мышлении, чтобы уметь этим пользоваться?

Начнем с системного свойства. Его отличительным качеством является относительная независимость от свойств элементов системы. Электронные и механические часы состоят из совершенно непохожих элементов, а системное свойство одно и то же – показывать время. Нам все равно, из каких элементов состоят часы. Но только до определенных пределов. Если мы будем повышать требования к точности часов, то скоро дойдем до предела возможностей механики. Электронные часы останутся часами, а механические потеряют свое системное свойство – показывать время с нужной нам точностью.

Вооружение фаланги отличалось от вооружения неорганизованного войска. Вместо большого разнообразия – меч, копье, булава, секира... – унификация. Одинаковые короткие медные мечи, набор копий стандартного ряда длин. Система менялась от фаланги к легионам. Менялись системные свойства, многократно увеличивалась военная сила, а элементы системы (вооружение) оставались теми же. Но вот создать катафракту римляне уже не смогли. Возможности их вооружения были исчерпаны. Короткий медный меч всаднику бесполезен. Длинный меч из меди не сделать, он будет гнуться. Стальной меч, стальные доспехи, более легкие и прочные, позволили создать новую систему – катафракту и положить конец господству римских легионов.

Александр Невскому, несмотря на более слабую организацию конного строя, удалось организовать систему более высокого уровня. Но нельзя недооценить в этой организации (хотя историки, как правило, в упор этого не видят) роль одной маленькой детали. Эта деталь – шипованная подкова, давшая решающее преимущество русской коннице в конкретных, специально подготовленных сценарием сражения, условиях.

Итак, свойства системы совсем иные, чем у ее элементов, и никак от них не зависят. Но только до определенных пределов. Свойства элементов накладывают ограничения на возможности изменения системы. Но и свойства подсистем тоже не зависят от свойств надсистемы до определенных пределов. Надсистема высокого уровня – технологическое развитие империи – не позволила римлянам сделать меч необходимой длины. Один найденный болт может очень много рассказать об уровне развития цивилизации, изготовившей его.

Свойства систем и подсистем не зависят друг от друга, но взаимно ограничивают пределы возможных изменений свойств друг друга. Другими словами, системные свойства разного уровня связаны между собой предельными переходами. С этим тезисом мы несколько забежали вперед, поскольку он актуален в свете рассмотрения закономерностей развития систем, о чем мы будем говорить в следующих главах.

Научиться правильно видеть систему и системные свойства нам должен помочь системный анализ. Системный анализ содержит четыре составляющих. Здесь рассмотрим три из них. Это – компонентный, структурный и функциональный анализ.

Чтобы понять неизвестную нам систему, например автомобиль, нам надо изучить ее составляющие – поршни, цилиндры, тормозные колодки. Теперь мы все знаем о его компонентах, но до понимания – что такое автомобиль еще далеко. Нам надо изучить взаимосвязь этих компонентов. Это уже структурный анализ. Зная все элементы и их взаимосвязи, мы уже можем автомобиль собрать. Но, не зная – как это работает, мы не сможем ни пользоваться автомобилем, ни отремонтировать его в случае необходимости. Нам надо знать – что делают поршни в цилиндрах, как работает электронное зажигание, зачем нужна педаль газа. Это уже функциональный взгляд на систему, функциональная составляющая системного анализа.

Умение видеть систему по всем трем направлениям, понимать дифференциацию и взаимосвязь системных свойств разного уровня – это и есть системное мышление.

Лучшей демонстрацией важности системного мышления являются яркие примеры его отсутствия. А уж в этом дефицита нет. И не только у древних персидских

полководцев и современных руководителей компаний, но и у самых передовых ученых – физиков-теоретиков. **Полвека назад Гелл-Манн и Цвейг вознамерились проникнуть мыслью вглубь строения материи. Для описания субэлементарного уровня они придумали частицу, названную кварком.**

Дабы наделить новую частицу свойствами, физики, оцененные, кстати, своими коллегами Нобелевской премией, ломать голову не стали. Они стали ломать свойства частиц элементарных. Спин у них раскололся пополам, заряд электрона – на три части. Комбинируя эти осколочные частицы, авторы составили описание всех известных адронов (тяжелых элементарных частиц).

Шли годы. Физики открывали все новые элементарные частицы. Кварков для их описания стало не хватать. Пришлось вводить в модель новые классы кварков, придумывать им новые свойства – "цвет", "запах"... и понеслась. Элементарных частиц становилось все больше, а кварков тоже. Но совсем неприлично размножалось количество свойств этих якобы субэлементарных частиц. При этом ни одно свойство элементарного уровня на субэлементарном не исчезло, а было количественно разделено на части.

А ведь понимание независимости системных свойств разных системных уровней доступно не только современным физикам. В 1964 году, когда придумывали свою кварковую теорию ГеллМанн и Цвейг, об этом было уже полвека как известно. В работе Фридриха Энгельса «Диалектика природы» именно эта тема была описана в терминах – "формы движения материи". Под этими формами движения классик понимал – физическое, биологическое, социальное. И писал о несводимости друг к другу законов, описывающих разные формы движения.

Энгельс не мог представить, чтобы клетка или атом, из которых состоит человек, могли бы быть наполовину с высшим образованием или на треть женаты. А вот воображению современных физиков это, видимо, под силу. Именно такую экзекуцию они упорно пытаются учинить над элементарными частицами. Тратят десятки миллиардов разнообразных денежных единиц на постройку очередного коллайдера, дабы, наконец, состоялся долгожданный прорыв мысли.

Но миллиарды им не помогут. Прорыва не выйдет. И если они догадаются расколоть заряд электрона хоть на четыре, хоть даже на пять частей, все равно ничего у них не получится. Никакого отношения к другому, более низкому, уровню строения материи их модели не имеют.

Чтобы построить модель субэлементарного уровня, надо не количественно делить свойства уровня элементарного, а описать их через качественно иные свойства. Нужно описать – как и какие флуктуации, организуясь в надсистему, становятся различимыми в виде заряда, спина... Какие-то из набора этих свойств (или все) должны исчезнуть, а появиться должны совсем другие свойства. Причем набор этих свойств должен быть проще и меньше количественно.

Подобный подход просматривается в построении теорий суперструн. Вопросы сложности моделей мы будем разбирать позднее. Пока отметим, что достижением в развитии этих теорий является не столько усложнение, описывающее более широкий круг явлений, сколько упрощение. Резкое упрощение при переходе от бозонной теории к теории суперструн, выраженное в ликвидации шестнадцати лишних измерений, значительно более мощный интеллектуальный прорыв, чем увеличение количества измерений с целью создать единую надтеорию.

Но для описания субэлементарного уровня без "умножения сущностей" физикам нужны не миллиарды денег и коллайдеры, а служащий патентного бюро с ручкой, листком чистой бумаги и системным мышлением.

Другой пример несистемного мышления – это многочисленные попытки физиков посчитать энтропию всего, чего угодно. От технических систем до живых организмов. При этом энтропия (мера беспорядка) любой чугунной болванки получается ниже, чем у котенка. Из чего выходит, что чугунная болванка более высокоорганизованный предмет, чем котенок. Так бывает, когда знания получены, а понимание пределов их применимости нет.

Формуле энтропии все равно, что перед ней – набор атомов из определенного количества частиц, молекула или вообще клетка. В "энтропийном" понимании порядка системность никак не отражена. Поэтому количественное измерение энтропии возможно только для объектов одного системного уровня.

Корни этого непонимания прорастают от самого Норберта Винера. В своем основополагающем труде «Кибернетика», пытаясь описать понятие информации, классик противопоставил ее энтропии.

Давайте представим себе запись информации в виде набора нулей и единичек, либо физически – в виде набора атомов. На одном конце оси у нас будет полный беспорядок, свалка нулей и единиц, или атомов. Такое состояние содержит нулевую информацию. Заглянем на противоположный конец оси, там царит абсолютный порядок, там должна располагаться максимальная информация.

Но что мы видим? Однородную последовательность "единица – ноль" или однородный кристалл. Но и здесь информация нулевая. Если мы измерим энтропию нулей и единичек, описывающих конкретную информацию, то получим какой-то средний результат. Информация лежит не на оси "порядок – беспорядок" в "энтропийном" понимании, а в совсем другом измерении.

Что вообще такое информация? В чем ее можно выразить? **В битах выражается тоже не информация, а затраты на ее отображение и хранение.** Русский математик Владимир Брадис затратил годы на составление таблиц логарифмов и тригонометрических величин. Он проделал очень полезную работу. По этим таблицам быстро можно было узнать результат вычислений с точностью до четвертого знака.

С появлением калькулятора плоды его трудов потеряли всякий смысл. Более точный результат вычисления, чем у Брадиса, получать стало быстрее и проще. При этом количество бит, описывающих алгоритм вычисления логарифмов и синусов в калькуляторе, на порядки меньше, чем количество бит, необходимых для описания таблиц Брадиса. В калькуляторе та же информация, но в "свернутом" виде. Это два системных уровня описания одной и той же информации.

Измерять информацию в битах все равно, что в килограммах. И то и другое – лишь затраты на хранение информации. Количество или польза информации – это нечто другое. **Информация носит системный характер.** Формулировка закона всемирного тяготения заменяет и делает ненужными огромное количество частных измерений и миллионы бит информации более низкого уровня, необходимых для отображения результатов этих измерений.

В каком-то смысле системность и есть информация. Периодическая система Менделеева не только систематизировала свойства известных химических элементов, но и дала информацию о наличии и свойствах элементов, еще не известных.

Вольное обращение Норберта Винера с понятием "энтропия" не повлияло на выводы ученого. Он никак в дальнейшем не использовал эти свои рассуждения. Но следующие поколения с толку сбил.

Информация – это системное свойство воспроизводить организацию (уменьшать энтропию). "Системное" – ключевое определение. Информация – не материя и не энергия, как заметил Норберт Винер. Информация – не система и не элемент. Информация – это свойство. Это системное свойство, как строй в фаланге воинов. Разойдись воины в стороны, и оно исчезло в никуда, как и появилось из ниоткуда. Информации без системы не существует.

Буквы, собранные в комбинации, которые вы сейчас читаете, сами по себе не могут быть информацией. Воспроизводить организацию, смыслы, отраженные в информации, эти буквы могут только совместно с ключами, содержащимися в вашем сознании. С вашим знанием и пониманием значений букв, слов и намеков "между строк". Разные читатели получают не одинаковую информацию от прочтения одного и того же текста. Иногда мы перечитываем классику. В 15 лет и в 40, читая один и тот же роман, мы воспринимаем его по-разному. Воспроизводим не одинаковую организацию, отличающиеся смыслы, получаем разную информацию. Разное системное свойство от взаимодействия разных нас с этим романом.

Информация – системное свойство, и зависит от уровня организации элементов системы – носителя информации и ключа. И тот и другой могут быть сложно организованными системами с внутренней информацией. В этом случае информация хранится в сжатом, свернутом виде, и требует меньшей емкости для хранения. Таблицы Брайса – это один системный уровень хранения информации, алгоритм вычисления синуса в калькуляторе – другой, более высокий. Открытие новых законов природы – это не только количественное накопление информации. Это – качественное ее развитие, переход информации в надсистему, снижение затрат (количества бит) на ее хранение.

Экраны сильного мышления

В системном анализе, который мы рассмотрели, не хватает еще одной составляющей – временной. Если мы знаем все о компонентах, структуре и функционировании автомобиля, то мы сможем его собирать, пользоваться им и ремонтировать. Но как его совершенствовать? Для этого нужно временное видение. Его дает эволюционная (или генетическая) составляющая системного анализа.

Обычно человек видит задачу на одном системном уровне. Поэтому она трудно решается.

Стекла бьются на стройке при перевозке и разгрузке. Бой до 50%. Перед человеком мысленный экран, на нем стекло. Что можно сделать со стеклом? Изготовить сверхпрочное стекло? Завернуть каждое стекло в шерстяное одеяло? Трудно найти решение без навыка расширения поля поиска. Нужно видеть второй экран, на котором надсистема – ящик стекла. Одно стекло тонкое и хрупкое. А пачка стекол не тонкая. Но пачка не система, а набор тонких стекол. Как сделать ее системой со свойством – "большая толщина"?

Стекла смазали отработанным машинным маслом и слепили друг с другом в пачку. Ящик с такими стеклами сбрасывали со второго этажа, все стекла остались целы.

У человека с системным мышлением над основным мысленным экраном как бы загорается второй экран с надсистемой. Под основным – третий экран с подсистемами. Перед основным экраном – четвертый, на котором высвечивается прошлое рассматриваемой системы. На пятом и шестом – прошлое надсистемы и подсистем. После основного экрана загорается седьмой экран с будущим системы. После второго и третьего – восьмой и девятый с будущим надсистемы и подсистем (рис. 1).

При обучении инженеров ТРИЗу используются упражнения по развитию творческого воображения. Изобретатели ведь тоже живые люди со сформировавшейся психологической инерцией. А для решения сложных изобретательских задач необходим полет фантазии, разбивающий инерционные преграды "затехнарного" мозга.

Первое, самое простое упражнение – придумать новое животное для фантастического рассказа. В подавляющем большинстве случаев предлагают "корову с крыльями" в разных вариантах. То есть комбинацию частей различных зверюг, коими и без того переполнена попсовая фантастика.

Затем инженерам предлагали не заикливаться на самом животном и "погулять" по многоэкранной схеме мышления. Давайте изменим надсистему, допустим планету. Пусть

суточные перепады температур будут от -60 до $+60$ градусов. Каким должно быть животное, чтобы приспособиться к этим условиям?

Схема многоэкранного мышления

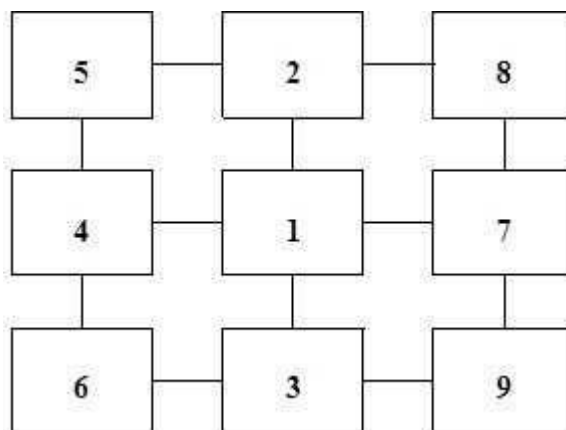


Рис.1

Такую картинку предложил Генрих Альтшуллер и назвал ее многоэкранной схемой мышления.

Длинное плоское существо с распушенной чешуей дном передвигается в поисках пищи. Тепловая энергия с разветвленной поверхности передается в подкожные жировые мешочки, в которых аккумулируется химически с помощью обратимой химической реакции, или физически с помощью фазового перехода. Ночью животное скатывается в рулон, оставляя внешнюю поверхность минимальной, и спит, постепенно выделяя запасенную дном энергию.

Давайте глянем на другие экраны. Например, на развитие животного во времени. Животное рождается маленьким, затем растет, взрослеет, старится и умирает. Известна еще одна последовательность – гусеница, куколка, бабочка. Можно придумать что-то иное?

Пусть животное рождается большим, а умирает маленьким. Как такое может произойти? Большое животное не питается вообще. Оно живет за счет запасов массы собственного тела, постепенно перерабатывая ее в энергию и уменьшаясь в размерах. Животное, родившись, вырывает компостную яму и начинает заполнять ее принесенными питательными веществами. К концу жизни совсем маленькая особь зарывается в компостную яму, сея туда свой геном. Геном начинает перерабатывать питательную среду, формируя из нее новые особи. Через некоторое время вновь сформированные особи вылезают из кучи и берутся за свое дело.

А как развиваться генетическому разнообразию? Пусть животное меняет пол с возрастом. В начале жизни особь мужская и отдает часть своего генома, в конце жизни женская – и получает часть генома. А когда именно происходит этот переход? Пусть это определяется в честной силовой схватке. С уменьшением размеров все приближается момент проигрыша. Интересные сюжеты намечаются...

Обратимся к нижнему экрану. Изменим подсистему. Пусть у животного не будет легких или системы пищеварения. Как будет обеспечиваться его жизнедеятельность? Как это повлияет на его поведение, роль в экосистеме?

Инженеры предлагают массу интересных вариантов. Хоть сейчас в фантастический рассказ. Как не хватает системного взгляда настоящим фантастам! А физикам, а экономистам... Системное мышление – это вторая характеристика сильного мышления.

Горизонты сильного мышления

Легко призывать глядеть сразу на девять экранов. Можно представить – как это сделать с подсистемами и надсистемой. Можно проанализировать историю развития самолета, театра или банковской системы. Но что значат последние три экрана? Разве можно проанализировать будущее? Ведь оно никому не известно, и это всем известно.

Подобные сведения уже устарели. Информация о будущем доступна. Дело в том, что все системы развиваются по объективным законам. Эволюция имеет свое целеполагание, и в этом нет ничего мистического.

Что такое общесистемные законы? Что такое законы развития (эволюции)? И что такое законы развития систем?

Общесистемные закономерности впервые в начале прошлого века взялся описать Александр Богданов в своем труде «Тектология или Всеобщая организационная наука». Он пользовался термином "комплексы", термина "системы" в ходу еще не было. В середине века появилась «Кибернетика» Норберта Винера, описывающая законы управления в системах. Это описание касалось любых систем. Понятие обратной связи работает и в технических, и в биологических, и в информационных, и в любых других системах. Науки об общесистемных законах развиваются уже целый век.

Не меньшие традиции и в развитии эволюционных теорий. Старейшие из них возникли в биологии. Самая известная – теория происхождения видов Чарльза Дарвина. В социальных науках попытка построить теорию Карл Маркс. И хотя с предсказанием будущего у него вышли большие неприятности, в описании прошлого он закономерности нашел. И если бы остановился на этом, как и Чарльз Дарвин, мог бы иметь совсем другое лицо в истории научной мысли.

Во второй половине двадцатого века появилась эволюционная теория в технике. В рамках ТРИЗ возник раздел – Законы развития технических систем. Эта теория, несмотря на свою молодость, развиваясь высокими темпами в 70-е, 80-е года, существенно обогнала эволюционные теории в других областях. Она описывает не только закономерности в прошлом развитии техники, но и имеет мощный прогностический потенциал. Такие достижения были обусловлены доступностью и систематизированностью патентного фонда и других материалов по истории развития техники.

Все эволюционные теории имеют очень высокий системный уровень. Теория Дарвина объединяет все разделы биологии. Может быть, она – единственное, что их объединяет. ТРИЗ объединяет все технические науки. Более того, некоторые законы в ТРИЗ уже сформулированы как общесистемные.

О существовании общесистемных законов и о существовании законов развития давно известно. Теперь о законах развития систем. Все эволюционные науки выделяют три основополагающих механизма эволюции. Это – изменение, отбор и сохранение. Действие этих механизмов ведет к постоянному повышению эффективности систем.

Грозное персидское войско, "свинья" из средневековых рыцарей и десантный полк бригады быстрого реагирования – не просто три разных, конкурирующих системы. Эти системы не могут существовать одновременно. Это одна и та же система из разных временных экранов.

Эволюционировать она может только в таком направлении, и ни в каком другом. Эволюция имеет заданность, если хотите – осмысленность. Эта осмысленность определяется не высшим разумом, а задается тремя механизмами эволюции.

Что такое эффективность системы? Эффективность – это соотношение результата к затратам. Результат должен быть как можно больше, а затраты – как можно меньше. А что такое самая эффективная система? Это когда результат стремится к максимуму, а затраты к

нулю. В пределе системы нет, а функция выполняется. Такую систему Генрих Альтшуллер назвал идеальной системой.

Идеальный автомобиль – это не мощный мотор и мягкая подвеска. Идеальный автомобиль – это функция перемещения, а мотор, подвеска – это все затраты на выполнение функции, снижающие идеальность. Идеальное здравоохранение – это не горчичники три раза в день. Это – когда ты не знаешь, что такое горчичники и при этом не кашляешь.

В процессе развития системы происходит повышение степени идеальности. Степень идеальности можно определить как отношение суммы полезных функций системы к сумме функций, обеспечивающих ее существование и сумме вредных функций, создаваемых системой.

$$И = \frac{\sum \Phi_{п}}{\sum \Phi_{о} + \sum \Phi_{в}} = \frac{\sum \Phi_{п}}{\sum \Phi_{р}} \Rightarrow \infty$$

где $\sum \Phi_{п}$ – сумма полезных функций системы;

$\sum \Phi_{о}$ – сумма функций обеспечивающих существование системы (сумма затрат); $\sum \Phi_{в}$ – сумма вредных функций, создаваемых системой; $\sum \Phi_{р}$ – сумма факторов расплаты.

Главный закон развития сформулирован Генрихом Альтшуллером как закон повышения степени идеальности. Но это скорее не закон развития, а само развитие и есть. Критерий развития.

А идеальная система – предельная цель развития.

Из формулы вытекают несколько направлений повышения степени идеальности:

1. $\sum \Phi_{р} \Rightarrow 0$ Функция выполняется без затрат времени, пространства, энергии, вещества.

Трап, подаваемый к самолету, исчезает. Его функция выполняется частями других систем – либо частью корпуса самолета, либо частью терминала. Хвост у высших приматов исчезает, все его функции с успехом выполняют передние конечности.

2. $\sum \Phi_{п} \Rightarrow \infty$ Система и ее элементы стремятся к многофункциональности при тех же факторах расплаты.

Мобильный телефон выполняет функции фотоаппарата, калькулятора, радиоприемника... Язык в процессе эволюции выполнял сначала функцию транспортировки пищи, затем распознавания. Муравьед и хамелеон языком научились еще и добывать пищу, а человек – пропитание.

3. $\sum \Phi_{в} \Rightarrow 0$ Система стремится приспособиться к внешней среде, оказывая на нее минимальные вредные действия.

Автомобили постоянно уменьшают выбросы вредных веществ, производства переходят на замкнутый цикл.

Пределом этого направления является превращение вредной функции в полезную. $\sum \Phi_{в} \Rightarrow \sum \Phi_{п}$. Например, известковые скелеты многих полипов и моллюсков образовались за счет взаимодействия выделяемой клеткой углекислоты с растворенными в воде известковыми солями.

Часто этот механизм можно наблюдать в бисистемах с инверсными характеристиками, когда отходы каждой из систем используются другой системой. В биологии это называется симбиозом. Например, «...зеленая зоохлорелла – в теле сувойки; хлорофилльные элементы зоохлореллы разлагают углекислоту дыхания сувойки и выделяют из нее углерод для образования углеводов, нужных зоохлорелле, тогда как освобождающийся кислород вновь служит для дыхания сувойки». (Оба примера из «Тектологии» А.А.Богданова, М: Экономика, 1989 г. т. II, стр. 126, 132, 16).

В результате симбиоза получаются очень эффективные системы, практически без отходов и мало зависящие от внешней среды. Но парадокс в том, что такие системы перестают развиваться, исчерпав, видимо, свои "валентности" необходимые для присоединения новых элементов и дальнейшего развития.

Более сложный пример – экосистема. В ней существуют и развиваются множество видов, зависящих друг от друга. При этом отходы одних видов являются питательной средой для других.

Можно подобное наблюдать и в технических системах. «Изобретательность специалистов Донского НИИ сельского хозяйства и Южного НИИ гидротехники и мелиорации доказала, что автомобильные и тракторные выхлопы могут повысить плодородие солонцовых почв без дополнительного внесения удобрений». (Журнал «Изобретатель и рационализатор» №1, 1985 год). Один из очень эффективных изобретательских приемов так и называется – "вред в пользу".

Понятие идеальности, как главного критерия развития, работает и для искусственных, и для естественных систем. Но предельная формулировка идеальности – системы нет, а функция выполняется – для хвоста сработала, а вот для зайца сработать не может. Граница применимости формулировки лежит не по линии искусственные – естественные системы, как утверждают некоторые авторы. Эта формулировка основана на понятии "функция", и теряет свою применимость за пределами применимости этого понятия.

Техника вся является подчиненной системой, буферной между человеком и природой. Любая техническая система не самоценна, описывается понятием "функция", служит другой технической системе или человеку. Хвост, лапа, почка – являются подсистемами организма, выполняют нужную ему функцию. Хотя это и естественные системы, их развитие подчиняется той же формулировке.

Заяц является частью системы, например – экосистемы. Но заяц существует для нее, и к зайцу применимо понятие функция. Вид стремится распространиться во все возможные ниши. Для этого, безусловно, необходимо увеличение функциональности, но такая постановка вопроса шире.

В знаменателе формулы идеальности таких систем следует поставить тоже более широкое понятие – зависимость от окружающей среды. А факторы расплаты – масса тела, потребление пищи... – частный случай этой зависимости.

Если применить предельный переход для самоорганизующихся систем, получится максимальное распространение влияния при обнулении взаимодействия со средой. Или, если выразиться более "физично", максимизация производства информации (уменьшения внутренней энтропии) при обнулении производства общей энтропии. Информация здесь понимается, как надсистемность, сложность, а не как примитивный одноуровневый порядок.

Эволюционные законы заставляют вид приспособляться к условиям внешней среды. Лучшее приспособление – специализация – ведет к доминированию вида в конкретных условиях, но к историческому проигрышу универсальному виду, приспособившемуся к изменениям среды. Млекопитающие за свою теплокровность заплатили энергозатратами, но резко увеличили идеальность, получив независимость от температуры среды.

Древние войны, средневековые, вплоть до девятнадцатого века велись по отработанной схеме. После победы в битве воинам давалось законных три дня на разграбление неприятельского города, снабжение армии ложилось на плечи завоеванного населения.

1812 год. Знаменитая Бородинская битва. Армия Наполеона столкнулась с армией Кутузова. Битва воспета поэтами, но вот кто в ней победил – у разных сторон версии не совпадают. После битвы армия Наполеона заняла Москву. Но к своему удивлению обнаружила пустой город с подвалами полными вина и с абсолютным отсутствием закуски.

Без снабжения армии не стало. Вместо армии – неуправляемая, разлагающаяся масса людей, от которой пришлось спастись самому Наполеону.

Кутузов не мог выиграть битву, но он организовал систему еще более высокого уровня – дальнейший сценарий самой войны. А что же с Бородинской битвой? В военно-стратегическом смысле она вообще не была нужна. Более того, вредна. Без битвы большее количество французов на то же количество еды было бы только большей проблемой для Наполеона.

Но без Бородинского сражения обойтись было нельзя. Никто не позволил бы полководцу сдать Москву без битвы. Она была необходима в имиджевых целях. Нужно чем-то гордиться потомкам, нужна своя мифология.

Своя мифология и у французов, списывающих поражение мощнейшей армии Европы, на распиаренные русские морозы. Миф о морозах звучит не так унижительно, как признание истинной причины. Потерпел крах мародерский способ ведения войны.

Войны двадцатого века велись уже иначе. Развивалась военная логистика, тыловое обеспечение. В двадцать первом веке солдаты воюют со своей кока-колой и с собственными биотуалетами.

Такая армия значительно более затратная, чем мародерская.

Внимательный читатель может меня упрекнуть. На социальном уровне самоорганизующейся системой является общество. Армия – это подсистема с четко выраженной функцией.

Это действительно так. Но это касается числителя формулы идеальности. А знаменатель ведет себя так же, как и в самоорганизующихся системах. Кроме того, мы уже говорили об особой убедительности военных примеров. А к обществу мы еще вернемся, когда узнаем чуть побольше.

Раз мы знаем, что системы развиваются в заданном направлении, и мы теперь знаем – в каком, неразумно было бы не использовать это при решении конкретных задач. Это знание используется в ТРИЗ при решении изобретательских задач. В процессе решения задачи по специальным правилам формулируется идеальный конечный результат (ИКР). Решатель еще не знает решения, но формирует его расплывчатый образ. ИКР – это не реальное решение, это полюс, на который указывает компас.

Мыслитель без этих знаний подобен пассажиру затонувшего лайнера посередине незнакомого океана. Он не знает куда плыть и пробует грести в разные стороны. Один из тысячи случайно догребет до нужного берега, остальные потонут. Изобретатель, сформулировавший ИКР, похож на мореплавателя с компасом, который не видит берег за горизонтом, но представляет – где он находится.

Направленность (векторность) – третья важнейшая характеристика сильного мышления.

Кроме компаса мореплавателю еще полезны и карты с указанием рифов и морских течений. Такими картами для сильного мышления являются законы развития систем.

Законы развития систем

Развёртывание-свёртывание

Повышение идеальности системы в процессе развития осуществляется на первых этапах путем развёртывания, т.е. увеличения количества и качества выполняемых полезных функций за счет усложнения системы, а на последующих этапах – за счет свёртывания – упрощения системы при сохранении или дальнейшем увеличении количества и качества полезных функций.

Развертывание системы идет по трем направлениям – дробление системы, усложнение одного системного уровня (включение дополнительных элементов, дифференциация элементов), переход в надсистему.

1. Дробление системы. Усложнение внутренней структуры системы: увеличение числа ступеней (уровней) в иерархии за счет ее внутрисистемного дробления путем деления системы на однородные подсистемы (элементы) либо на разнородные (разнофункциональные) подсистемы.

Римляне раздробили греческую фалангу на большое количество маленьких фаланг, получился легион.

Лихтеровоз – это большой корабль, состоящий из каркаса и лихтеров. Каждый лихтер – отдельный маленький корабль. Он может разгружаться на мелководье, без специальных причалов, и интегрироваться в лихтеровоз, совершающий океанские переходы.

Сердце у карася двухкамерное, у лягушки – трехкамерное, у зайца – четырехкамерное.

2. Усложнение одного системного уровня (включение дополнительных элементов, выполняющих вспомогательные функции или расширяющих ее функциональные возможности, дифференциация элементов). Развертывание происходит от функционального центра к периферии.

Пехота дополняется лучниками, артиллерией, фронтовой авиацией... К лезвию складного ножа добавляются – складное шило, открывалка пива, отвертка... Живые организмы в процессе развития приобретают новые функции. Молочные железы по одной из гипотез произошли из потовых желез.

3. Переход в надсистему. Колониальные организмы представляют собой систему из одноклеточных существ, способных к самостоятельным реакциям и самостоятельному размножению, но ведущую себя как единый организм.

Магазины объединяются в сетевую компанию.

В технике переход в надсистему сформулирован Генрихом Альтшуллером, как закон развития. Система, исчерпав резервы своего развития, переходит в надсистему и в дальнейшем развивается, как элемент системы более высокого порядка. Развитие изображения, фотографии сменяется развитием полиизображения – кинематографа. Кинематограф переходит в надсистему – телевидение, и развивается исходя из его интересов. Сегодня фотографии сохранились лишь в старых бабушкиных альбомах. Современные фотографии живут в надтелевизорах – компьютерах.

Свертывание системы проходит поэтапно.

Минимальное свертывание – создание между исходными системами связей, обеспечивающих появление системного эффекта при минимальном изменении этих систем. Возможен возврат к самостоятельному функционированию.

Книжный стеллаж из стандартных полок. Колониальные организмы. Сеть магазинов.

Частичное свертывание – изменение подсистем с целью упрощения – исключение дублирования, совмещение подсистем, слияние их функций, переход от последовательных процессов к параллельным, совмещение операций, исключение элементов и процессов. При этом направление обратное развертыванию – от периферии к функциональному центру.

Микросхемы интегрируются на печатной плате в надсистему. Следующий шаг – микросхемы лишаются корпусов. Печатная плата с бескорпусными микросхемами выполняет ту же функцию в значительно сокращенных размерах.

Магазины в сетевой компании лишаются собственных бухгалтерий, снабжения и человеческих отношений поставщик - продавец - покупатель.

Полное свертывание – полное изменение подсистем, установление неразрывных связей. Система упрощается, выход подсистем невозможен.

В сетевой компании формируется единая логистика, управление, финансовый механизм. Магазины становятся лишь терминалами взаимодействия с клиентом. С изменением форм взаимодействия они вообще перестают быть магазинами, а торговая компания остается и выполняет свою функцию.

Бескорпусные микросхемы интегрируются на единый кристалл в одну большую интегральную схему.

Клетки передают организму функции обеспечения питания, передвижения в пространстве, все более при этом специализируясь.

Охотничье ружье – моносистема. Два ружья, захваченных с собой, могут спасти жизнь охотнику при нехватке времени на перезаряд. Но такое решение крайне неудобно. Появляется бисистема с частичным свертыванием – двустволка. Единый приклад сокращает весогабаритные характеристики и делает систему более удобной. Появлялось и многоствольное оружие.

У револьвера уже один общий ствол, из которого выделена короткая часть, индивидуальная для каждого патрона и объединенная в барабан. У пулемета уже свернуты все части – и приклад, и ствол. Пулемет – новая моносистема с сохраненной функцией полисистемы – скорострельностью.

В фильмах о второй мировой войне можно увидеть зенитную стрельбу из пулеметной спарки. При стрельбе из пулемета время на подачу нового патрона уходит в три раза больше, чем на сам выстрел. В спарке с помощью механической связи энергия отдачи одного пулемета перезаряжает другой. В результате скорострельность спаренного пулемета возрастает не в два, а в четыре раза. Моносистема пулемет пошла по дорожке, проторенной его предком – ружьем.

Система в своем развитии многократно проходит циклы развертывания-свертывания. Подробно процесс описан в работе Юрия Саламатова и Игоря Кондракова «Идеализация технических систем».

Продолжение 4

Закон повышения динамичности и управляемости

Системы в процессе развития становятся более динамичными и управляемыми. Самолет, родившись неуклюжей парусиновой конструкцией, превратился в стремительного красавца с убираемым шасси, изменяемыми геометрией крыла и вектором тяги двигателя... Биологические, социальные системы меняются в том же направлении. Примеры здесь даже не интересны. Интереснее подробности – направления динамизации и ее этапы.

Уменьшение стабильности (устойчивости) систем. Системы проходят несколько стадий развития. Стабильное состояние, полистабильное, динамичная устойчивость и управление неустойчивым состоянием.

Ребенок начинает учиться кататься на велосипеде. Первый его велосипед трехколесный. Абсолютно устойчивая конструкция. Ребенок подрастает и пересаживается на переходную четырехколесную конструкцию. На уровне заднего колеса двухколесного велосипеда слева и справа на некотором расстоянии прикреплены два колесика меньшего диаметра. Такой велосипед, чуть завалившись направо или налево, принимает одно из двух устойчивых состояний. Когда ребенок научился хорошо ездить, его велосипеду отсоединяют

эти два страховочных колесика. Получившийся двухколесный велосипед уже имеет динамичную устойчивость. Он устойчив только пока едет. Цирковой артист может балансировать на одноколесном велосипеде – конструкции совершенно неустойчивой.

В девятнадцатом, начале двадцатого века, доминировали крупные корпорации, десятилетиями выпускающие одну продукцию. Во второй половине двадцатого века звание ведущей угольдобывающей компании или крупнейшего производителя стеклотары уже не обеспечивало стабильности. Доминировать стали диверсифицированные компании, такие как IBM.

Компания производитель офисного оборудования, печатных машинок, вовремя увидела новую нишу для своих компетенций – печатающие устройства для вновь появившихся на рынке ЭВМ. Поскольку такое устройство – уже не просто печатная машинка, а печатная машинка, начиненная электроникой, почти ЭВМ, IBM решила делать компьютер целиком. Для этого нашла новую нишу – компьютеры для бизнеса. До этого ЭВМ была прерогативой ученых. По той же схеме появились персональные компьютеры, программное обеспечение. Так и развивается IBM в полистабильном состоянии, переваливаясь с ноги на ногу. Старые ноги отсыхают, никто не вспоминает, что IBM производитель печатных машинок, а "центр тяжести" переносится на новые.

В конце двадцатого века доминировали уже такие корпорации, как Intel и Microsoft, вынужденные постоянно развивать свою продукцию. Научно-технический прогресс им нужен не для обновления и развития, а для существования. У них динамичная устойчивость, как у двухколесного велосипеда. Остановиться в наращивании параметров продукции им также нельзя, за пару лет они сойдут с дистанции.

В конце двадцатого и в двадцать первом веке появился и быстро набирает обороты венчурный бизнес. Бизнес, научившийся управлять непредсказуемыми событиями. (Непредсказуемыми для предпринимателя, не знающего ТРИЗ). За этим бизнесом, управляющим неустойчивыми состояниями, высокая норма прибыли и большое будущее. Но для его ведения нужен цирковой уровень владения мышлением.

Увеличение степени управляемости – еще одна линия повышения динамичности систем. Управление системы развивается по линии – принудительное управление, управление с обратной связью, самоуправление.

Садоводы знают, что за парником нужен глаз да глаз. Не откроешь вовремя форточку – воздух перегреется, зелень повянет. Не закроешь на ночь – померзнет. А когда погода меняется, приходится несколько раз в день осуществлять этот хлопотный акт принудительного управления. Работающему интеллигенту такое не под силу. Следующий шаг – система с обратной связью.

Инженеру не трудно спроектировать конструкцию с термодатчиком, управляющей системой и исполнительным механизмом. В промышленности подобное существует. Вот только для садовода это слишком сложно, дорого, требует постоянной электроэнергии. И все это на улице и без присмотра. Не стоит в этом направлении даже думать.

Талантливый изобретатель, один из лучших специалистов по ТРИЗ, Геннадий Иванов прекрасно знал о третьем этапе – самоуправлении, и еще в советские времена соорудил у себя на даче следующую конструкцию. В парнике поставил герметичную металлическую бочку, соединенную шлангом с резиновой камерой от мяча, лежащей на дне ведра. На камеру опиралась палка, шарнирно прикрепленная к раме форточки. Когда температура в парнике становилась слишком высокой, воздух в металлической бочке нагревался, надувая резиновую камеру. Надутая камера выталкивала палку, которая открывала форточку. Когда температура парника понижалась, давление охлажденного воздуха в бочке падало. Из камеры воздух выдавливался обратно в бочку под собственным весом палки и форточки. Форточка

закрывалась. Система управлялась сама за счет информации и энергии вредного действия, с которым и следовало бороться.

В социальных системах развитие идет также от принудительного управления к самоуправлению.

Принудительное управление

Управление под угрозой уничтожения при рабстве. На такое управление требуются очень большие затраты при низкой эффективности управляемых процессов.

Дефицитное управление

Предоставление и угроза не предоставления минимально необходимого обеспечения жизнедеятельности и безопасности. Барщина, необходимая чтобы иметь возможность обрабатывать клочок земли для себя. Необходимость получать минимальную, но регулярную зарплату. Дефицитное управление задействует мотивационный рычаг, существенно снижая затраты на управление. Дефицитное управление – основное для феодального общества.

Экономическое стимулирование

Оплата по результатам труда. Оплата зависит от количества и качества труда, от квалификации работника. Она может быть значительно выше необходимой для жизни и, даже, для очень качественной жизни. Однако следует помнить, что человек получает удовлетворение не столько от величины оплаты, сколько от ее приращения. Если приращения зарплаты долго нет, то у многих честолюбивых работников накапливается немотивированное, на первый взгляд, недовольство. Тем более, раздражение возникает при снижении, не важно какой, зарплаты.

Вся современная система управления построена, в основном, на этом принципе. За лучшую работу больше платить, а работник сам решит, как ему удовлетворить свои потребности за полученные деньги. И он нередко находит решение – как удовлетворить потребность, но не только в пище и развлечениях, а, зачастую, и в более интересной работе, даже если она менее оплачиваемая.

Социальное стимулирование.

Честолюбивому человеку никакие материальные стимулы не компенсируют неудовлетворенность социальным положением. Есть интересный пример. В одной фирме некий слесарь постоянно ворчал, был недоволен и зарплатой, и работой. Его повысили в должности – назначили начальником ремонтного участка, поставили стол с табличкой. Но ни зарплата, ни содержание его работы не изменилось. Однако эффект был поразительным. Человек стал с энтузиазмом выполнять прежнюю работу и на зарплату больше не жаловался.

Стимулирование творчеством (самоуправление).

Творческий интерес может помочь компенсировать возникающие материальные затруднения, разрешить любые проблемы. Члены королёвской ГИРД (Группы изучения реактивного движения) приносили из дома серебряные ложки для изготовления припоя. Можно рассказать тысячи историй про одержимых изобретателей. Но как это использовать в массовом порядке? Решить такую проблему удалось японцам.

В Японии средний рабочий, у конвейера, выдает 60-70 новаторских предложений в год. В году 52 недели, значит, он "генерирует" новое чаще, чем раз в неделю... И все предложения оплачиваются. На фирме "Хитачи" регистрируют в год 4 миллиона (!) предложений, 20 тысяч из них – внедряется [НТР, №6,1989].

Японский опыт изучается во всем мире, выпускаются книги с подробным изложением методики работы знаменитых кружков качества, однако никому не удается его повторить.

Но почему – то, что нам приносит вред, японцам приносит прибыль? Тезис о том, что среди тысяч слабых предложений попадает одно высокоэффективное, которое оправдывает затраты на все остальные, не убедителен – такие "изюминки" научились бы находить и другие.

Еще менее убедительны ссылки на японский характер, традиции и т.п. Такие объяснения только оправдывают уход от проблемы.

Японцы обладают ноу-хау XXI века в области методики управления. Стремление понять их с помощью вчерашних представлений порождает ошибочные объяснения.

Дело в том, что основной целью работы по рационализации на японских предприятиях является не получение сверхприбылей от необычайно ценных идей, а удовлетворение естественных творческих потребностей работников. Рабочий получает вознаграждение за предложение в конверте, часто видит свое предложение внедренным и не может знать – сколько еще человек получили вознаграждение за это же предложение. Одного усовершенствования хватает на многих – каждый чувствует себя автором.

Творец относится к результатам своего труда совершенно иначе, чем наемник и, тем более, раб. Труженик, работающий за зарплату, проходя по цеху, запросто пнет валяющийся болт. Художник никогда не пнет картину. Именно здесь лежит секрет японского управления.

Японцы создали систему управления на всех возможных уровнях. Сотрудник получает не только деньги. Корпорация внимательно следит за его продвижением по служебной лестнице, предоставляет возможность раскрытия творческого потенциала. А там, где места для творчества почти нет, предоставляет его муляж.

Удовлетворенный работник трудится с большей отдачей, с большей производительностью. Поскольку, большинство своих потребностей он удовлетворяет на службе, ему не нужна очень большая зарплата, собственное дело или другое место работы.

В этой системе заложен и существенный недостаток. Эрзац творчества не оставляет работнику творческой неудовлетворенности, которая и является двигателем прогресса. Возможно, это противоречие не дает японцам выбиться в лидеры инновационной экономики. Хотя они так стараются.

В этапах повышения социальной управляемости читатель, знакомый с психологией, заметит отражение восхождения по пирамиде потребностей Маслоу. Нужно отметить, что при продвижении по верхним ступеням нижние не отбрасываются, а лишь смещается "центр тяжести" при наращивании стимулирующего воздействия. При стимулировании творчеством остается и социальное и экономическое стимулирование. В современном обществе сильно развито принудительное управление в виде всевозможных манипуляций сознанием.

Дефицитное управление встречается ещё чаще. Стремление компании к монопольному доминированию не пропадает. Современные государства следят за этим и пресекают подобные поползновения. Однако остается и официально разрешенная, и даже охраняемая государством, монополизация рынка в виде патентного права и права на интеллектуальную собственность. Это вынужденная плата первопроходцу за инновационные затраты.

В обществе нарастает мнение об устарелости, и даже, зловредности охраны прав интеллектуальной собственности. Появляются программы с открытым кодом и свободным доступом. Продвинутые творцы выкладывают в открытом доступе в интернете свои произведения. Это вызывает симпатии. Особенно контрастно такие поступки выглядят на фоне защиты патентов на лекарство от СПИДа. Лекарства, благодаря этой защите продаются на порядок дороже себестоимости, по ценам недоступным вымирающему от страшной болезни населению Африки. Так и подмывает присоединиться к негодованием активистов, призывающих отказаться от защиты патентных прав и разрешить всем желающим производить дешевые дженерики.

Просто отказаться от дефицитного управления нельзя. Сложившееся противоречие нужно разрешать, двигаясь в сторону более прогрессивных форм управления – экономического и других видов стимулирования.

Важной линией повышения управляемости является **децентрализация управления**. Оно проходит по линии – жесткие вертикальные связи, введение обратной связи, введение горизонтальных связей.

– Жесткое вертикальное управление.

Фирма, как правило, создается вокруг Личности. Создатель и руководитель фирмы строит детерминированную систему, в которой он может принимать или контролировать все решения.

– Введение обратной связи (делегирующие полномочий вниз).

– Горизонтальные двунаправленные связи.

В крупных фирмах возникает отчуждение производителя от результатов труда. Это отрицательно сказывается на производительности. Для преодоления этого вводится внутренний хозрасчет, даже внутренние деньги. Подразделения некоторых больших японских корпораций могут покупать комплектующие даже чужой фирмы, если это выгодней, чем покупать в подразделении своей корпорации.

Система из детерминированной (иерархической) становится ретикулярной (сетевой). Пример детерминированной системы – почти любая техническая система. Если в автомобиле отломать руль или проткнуть колесо, он не сможет ехать. Пример ретикулярной системы – сотовая связь. Можно сломать телефон, можно сломать передатчик, система все равно будет функционировать. Детерминированная система может быть только до определенного уровня сложности, превышать который нельзя. Далее, согласно законам кибернетики поведение системы становится непредсказуемым.

Ретикулярная система – самоуправляемая система. Посредством команд с высшего системного уровня такая система управляться не может. Она управляется заданием граничных условий. В корпорации подразделения управляются годовыми, квартальными целями и выделяемыми ресурсами. В холдинге – финансовыми показателями. В экономике страны – макроэкономическими показателями, такими, как – ставка рефинансирования, учетная ставка, бюджетно-налоговая политика.

Почему-то говорят о неэффективности плановой системы. Любая разумная деятельность планируется.

Техническая система телевидение построена по принципу детерминированной системы. Квалифицированные специалисты сидят и занимаются программированием и контрпрограммированием, определяют – что и когда нам смотреть. Техническая система интернет ретикулярная. Провайдер управляет лишь граничными параметрами – предельный трафик, тариф.

Децентрализация управления – это переход от вертикальных связей к горизонтальным (в социальных системах от распределения к торговле) и от команд к управлению граничными параметрами.

Закон согласования-рассогласования

Автомобиль в процессе развития, согласуясь с вызовами внешней среды, приобретает обтекаемые формы. Дельфин и самолет ведут себя также. Снайпер согласует момент нажатия на курок с ударами собственного сердца. Во всех системах по мере развития происходит согласование параметров и частей.

Согласование необходимо уже при создании системы. Система должна создаваться из согласованных элементов. Элементы системы должны быть согласованными.

В процессе развития системы согласуются все параметры – форма, ритмика, структура, надежность... как элементов системы между собой, так и системы с надсистемой и внешней средой. В каждом из этих направлений есть свои нюансы и закономерности. Мы рассмотрим самые общие закономерности.

В процессе развития систем сначала происходит **согласование** параметров, затем **сдвиг согласования**, и **динамизация согласования-рассогласования**.

Само согласование проходит в три этапа – **принудительное, буферное, свернутое**.

Принудительное согласование – в системе, в которой имеются подсистемы с разным уровнем развития, эффективность более развитых систем снижается до уровня наименее развитых. Пример принудительного согласования – скорость эскадры равна скорости самого тихоходного корабля.

При форвардной торговле оплата и поставка товара разнесены во времени. Либо поставщик получает задаток (продает форвардный контракт). Если честность измерять в денежном эквиваленте, то предельная величина такого контракта лимитирована честностью самого плутоватого участника сделки.

Буферное согласование – согласование с помощью специально вводимых согласующих подсистем.

В форвардную сделку вводится посредник-страховщик, как правило, банк, сохраняющий задаток до завершения сделки, либо выдающий гарантию под залог депозита. Чтобы сборочный конвейер работал бесперебойно создается буферная подсистема – склад комплектующих.

Свернутое согласование (самосогласование) – согласование за счет самих подсистем.

Участники рынка объединяются для биржевой торговли. Сделки они гарантируют через биржу сами, своими взносами. Японцы первыми стали внедрять систему "точно в срок", при которой комплектующие поставляются прямо на производство в нужное время. Затраты на запасы и склады уменьшены почти до нуля. Согласована ритмика работы предприятия-сборщика и предприятия-поставщика.

За согласованием идет **сдвиг согласования** или направленное рассогласование, и затем, **динамичное согласование-рассогласование**.

Живые организмы подгоняют свою окраску под окружающую среду. Зеленого кузнечика не видно в траве. Пестрая бабочка сливается с цветком. Но возникает противоположная необходимость – выделиться на окружающем фоне. Например, для брачных игр. Красивее всех рассогласовываются со средой светлячки. А хамелеон научился динамично согласовывать рассогласовывать свой окрас под различный фон.

Закон S-образного развития или кривая жизни системы

Все системы возникают, расцветают и увядают, уступая эстафету новым. Парусник, пароход, отдельный организм и целый вид, империи и общественно-политические формации – все проходят одни и те же стадии развития. Условно – детство, рассвет и старость. Отложим на графике по оси X время жизни системы, а по оси Y один из основных параметров системы. Для самолета это может быть скорость или грузоподъемность, для общественной формации – уровень развития, выраженный производительностью труда, либо другим экономическим показателем, для организма – рост или сила. Мы получим кривую с выраженными тремя участками.

На первом участке мы увидим медленный рост, затем перегиб кривой и переход к более быстрому развитию на втором участке, затем второй перегиб и резкое замедление темпов развития вплоть до нулевых, и даже, отрицательных на третьем (рис. 2). Получившийся график называют Собразной кривой, логистической кривой, сатурационной кривой, кривой с именем того или иного исследователя, открывшего ее в своей области знаний.

Впервые формулу S-образной кривой вывел бельгийский математик Пьер Ферхюльст для описания численности населения, и назвал кривую логистической. Большой вклад в развитие подхода внес Раймонд Пирл, применивший его для описания изменений численности

популяций организмов и численности населения. Биологи часто называют S-образную кривую кривой Пирла. Генрих Альтшуллер связал кривую с количеством и качеством изобретений, появляющихся в процессе жизни технической системы. Ричард Фостер с помощью S-образной кривой описал производственно-экономические процессы в компаниях. А Борис Злотин – процессы и отношения в коллективе в зависимости от этапа его развития.

Многие исследователи уделяли внимание развитию математического подхода для описания S-образной кривой. Но, как правило, это не имеет большого смысла. В развитии систем кривая аппроксимирует дискретные события – появление систем с новыми характеристиками и носит приблизительный характер. Интерес с точки зрения развития систем представляют качественные изменения поведения системы и окружающей среды на разных этапах развития, описанные в основном в работах Генриха Альтшуллера и Бориса Злотина.

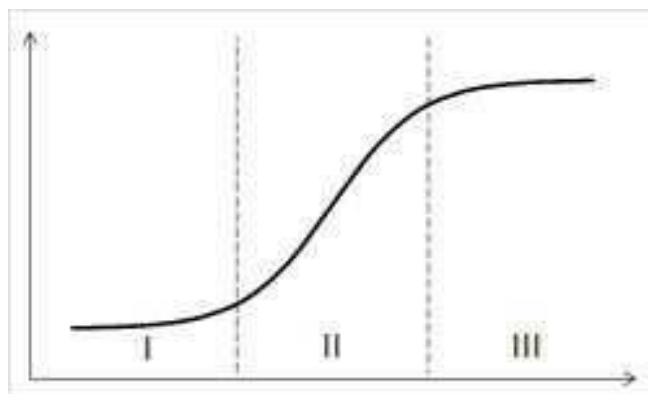


Рис. 2

Новая система всегда рождается несовершенной, с массой недостатков. Шумный, копящийся, тихоходный пароход не шел ни в какое сравнение с быстроходной трехмачтовой яхтой. Гелиоцентрическая система Коперника с круговыми траекториями движения планет уступала по точности геоцентрической системе Птолемея со сложной системой поправок.

Факторы развития новой системы, как правило, субъективные. Экономическая эффективность первых самолетов отрицательная, одни затраты, аварии, гибель энтузиастов. Современный электромобиль экономически невыгоден, покупают его пока лишь энтузиасты из любви к экологии и техническому прогрессу. Но совсем недавно разрабатывали его еще меньшее количество энтузиастов.

Факторы торможения на первом этапе – недостаток ресурсов, сопротивление надсистемы и окружающей среды. Новая система нарушает гомеостазис среды, она всегда кому-то мешает, и среда борется с ней. Знатные специалисты по воздухоплаванию "научно" доказывали невозможность создать летательный аппарат тяжелее воздуха. Знатные специалисты по поршневым авиадвигателям борются с реактивными двигателями. Производители автомобиля десятилетиями тормозили развитие электромобиля. А каково приходится ученым с новыми теориями! Времена костров для Бруно прошли, но менее варварские методы борьбы – от замалчивания до дискредитации – обязательный набор для всего нового.

Предъявление требований к новой системе, как к зрелой, тоже метод "нечестной" борьбы. Исключение составляет отношение к потомству у высокоразвитых животных и птиц. Младенцу не предъявляют такие же требования, как взрослой особи, а искусственно оберегают его до взросления. Еще одно исключение – отношение к инновациям в высокоразвитых экономиках. Это наблюдается лишь в последние десятилетия.

Еще одним вызовом для новой системы является необходимость встраивания в старую надсистему, не приспособленную для нее. Новым технологиям в строительной индустрии мешают строительные нормы и правила (СНиПы), призванные регулировать качество.

Паровой двигатель ставится на парусник сначала для преодоления полосы штиля. И лишь затем, постепенно развиваясь в такой гибридной конструкции, вытесняет паруса и меняет под себя конструкцию корабля. Электродвигатель тоже вынужден начать свой жизненный путь в конструкции автомобиля, приспособленной для двигателя внутреннего сгорания. Предстоит вытеснение ДВС, замена механической трансмиссии на электрическую и свертывание двигателя с движителем. Лишь тогда оформится конструкция собственно электромобиля.

Постепенно на первом этапе снижается давление внешней среды. В основном за счет снижения факторов расплаты. Система становится совершенной, преодолевает болезни роста. Первый оператор сотовой связи набирает критическую массу абонентов и перестает зависеть от подключения к сетям оператора фиксированной связи. Одновременно резко падает стоимость связи.

Нередко происходит резкое снижение давления окружающей среды вследствие происходящих в ней изменений. Динозавры, плохо приспособленные к климатической нестабильности, освободили нишу для млекопитающих. Разнообразие видов млекопитающих стало расти взрывообразно. Первая мировая война резко снизила требования к аварийности самолета. Риск гибели в аварии на несовершенном летательном аппарате стал сопоставим с риском гибели в бою. В результате авиация стала применяться и развиваться. С 1904 года по 1914 скорость самолета не претерпела изменений. С 1914 по 1918 год – увеличилась вдвое.

Начинается второй этап развития системы с быстрым ростом параметров. Система отвоевывает свою нишу, она теперь нужна надсистеме и окружающей среде. Претензии внешней среды теперь направлены на стимулирование развития системы.

Претензии разрушающие. Зенитная артиллерия для самолета, хищник для зайца. Но как ветер, губительный для слабого костерка, сильное пламя лишь разжигает, так и разрушающие претензии, губительные для первоэтапной системы, на втором этапе лишь стимулируют развитие окрепшей системы. Заяц, эволюционируя, становится быстрее и хитрее, самолет – быстрее, прочнее, маневреннее.

Претензии вытесняющие. Межвидовая конкуренция, конкуренция железнодорожных перевозок с авиационными. И эти претензии тоже ведут к развитию.

Претензии стимулирующие – со стороны надсистемы, либо зависимых систем. Цветок, выделяя нектар, стимулирует рост популяции пчел. Развитие авиации стимулирует развитие материаловедения.

Факторами торможения на втором этапе становятся ограничения привлекаемых ресурсов. Специалистов – для развития теории, денег – для развития бизнеса, новых материалов и технических решений – для развития самолета.

Эти факторы преодолеваются вовлечением все новых и новых ресурсов из окружающей среды. Система развивается, размножается. Появляется множество модификаций для разных условий и целей. Истребитель, штурмовик, бомбардировщик, грузовой самолет, пассажирский, для дальних перелетов, для средних... Млекопитающие – травоядные, хищники, для равнины, лесополосы, для водной среды... Происходит экспансия новой системы, она вытесняет устаревшие. Млекопитающие, вылезшие из расщелин и нор, заняли место динозавров и загнали в расщелины и норы их родственников – ящериц. Автомобили вытеснили гужевого транспорт...

Но к концу этапа появляются новые, тормозящие развитие, факторы. Исчерпываются резервы развития концепции системы. Сопrotивление воздуха для самолета, увеличивающееся пропорционально возрастанию скорости, на скоростях, приближающихся к звуковой, начинает возрастать пропорционально 3-5 степени скорости самолета. Передача информации потомству на генетическом уровне упирается в пределы сложности генома, возрастающую вероятность наследственного брака. Каждый семисотый младенец рождается с болезнью Дауна, и это не единственный генетический сбой.

Наступает третий этап – старость системы. Развитие системы нужно надсистеме. В развитие вкладываются все возрастающие ресурсы, но результат все меньше, вплоть до отрицательного. Возрастание автомобилизации горожан начинает сокращать скорость передвижения по мегаполису. Типичное явление на третьем этапе – гигантизм. Динозавры – символ этого явления среди биологических систем. Дирижабли, перед тем, как уступить место самолетам и паровозы, прежде чем передать эстафету тепловозам и электровозам достигали чудовищных размеров.

Система продолжает стремиться к развитию, но попытки ее развития ведут не к прогрессу, а к регрессу. Старая система утилизирует ресурсы, необходимые для развития новой, и просто борется с новой системой, вплоть до уничтожения. Происходит инверсия целей. Двигатель прогресса на первом этапе своего развития, на третьем становится угнетателем любых ростков нового.

Система часто вступает в конфликт с окружающей средой. Автомобиль в мегаполисе не только начинает мешать движению, но и является основным сдерживающим фактором в увеличении продолжительности жизни горожан.

Третьеэтапная система должна уступить основную нишу новой. Но при этом она не обязательно вымирает. Часто она стабилизируется, найдя специализированную нишу. Воздушные шары работают метеорологическими зондами, рептилии – ящерицами.

Перерождение системы и инверсию целей лучше всего проиллюстрировал Борис Злотин на человеческих системах – коллективах.

Новый коллектив формируется вокруг нового дела. В центре коллектива новатор – изобретатель, режиссер новой труппы, создатель новой теории. Создается коллектив энтузиастов, верящих в успех дела, готовых работать на его развитие без материального вознаграждения. Главная направленность формирующейся культуры – максимально способствовать развитию дела.

В новом деле масса новых идей, их хватает на всех. Ценятся не идеи, а работа по их реализации. Молодой коллектив противостоит борющейся с ним агрессивной среде. Поэтому ценятся личностные качества – честность, взаимовыручка, самоотверженность. Цель коммуникаций (выступлений, публикаций) – привлечь как можно больше сторонников. Поэтому язык простой, доступный. Академик Игорь Петрянов-Соколов, главный редактор журнала «Химия и жизнь», выдающийся популяризатор науки, говорил, что если учёный не может объяснить десятикласснику – чем он занимается, значит, он сам этого не понимает.

Обмен информацией свободный, порядок поддерживается на самодисциплине, Управление осуществляется постановкой большой цели, с объяснением ее значимости и со значительной долей агитации. Коллектив открыт для любого желающего, интересной работы хватает на всех. Люди с гнилыми нравственными качествами, "умеющие жить" сами обходят за версту этих чудаков, готовых работать "за так". Нет окостеневшей иерархии авторитетов, ценятся не звания и степени, а умение работать и результаты.

На втором этапе дело становится выгодным. Возглавляет его, как правило, выходец из первого этапа, хорошо умеющий взаимодействовать с внешней средой, с организаторскими задатками. Общество оценило значение дела и готово предоставлять достойное вознаграждение. Внутренняя культура коллектива деловая.

Язык разделяется на профессиональный и популярный. Появляются специальные термины. Их появление полезный процесс. Их можно перевести дилетанту. Что такое "гомозиготный", что такое "гетеродин" – можно объяснить одним или несколькими предложениями. Появление терминов служит упрощению внутрипрофессиональных коммуникаций, но начинает выстраивать барьер для дилетантов.

Порядок устанавливается с элементами принуждения. Управление более формализовано, конкретно, агитации не требуется, требуется понимание поставленной задачи. Количество желающих попасть в коллектив возрастает, идет отбор лучших, по способностям,

профессионализму. Появляется дифференциация авторитетов, звания, степени, премии. На этом этапе – заслуженные.

У коллектива, кроме развития дела, появляется новая цель – саморазвитие. Создается аппарат управления, появляются обслуживающие подразделения – информационные, экономические, снабженческие...

На третьем этапе резервы развития дела исчерпаны, но коллективу развиваться надо. На первый план опять выдвигаются нравственные качества. Но теперь уже другого знака – личная преданность, малейшие посягательства на интересы коллектива жестко наказываются.

Коллектив может перейти на третий этап и не дожидаясь исчерпания развития резервов дела. Если на третьем этапе находится надсистема, она стремится принудительно перевести коллектив на третий этап.

Третьеэтапная система должна уступить место новой. А коллективу уже на втором этапе, чтобы не попасть на третий, следует заниматься новыми первоэтапными темами.

Продолжение 5

Вытеснение сложности в надсистему

Прогресс идет в направлении от простого к сложному. Но часто картина выглядит так, будто система упрощается. Такое впечатление создается, если сосредоточиться на одном системном уровне. На самом деле система вытесняет сложность на надсистемный уровень, и в дальнейшем возрастает сложность уже надсистемы. Мы говорили о переходе в надсистему и о частичном свертывании, при которых происходит этот процесс. Но эта тема очень значима, и ей стоит уделить отдельное внимание.

Клетки, собравшись в единый организм, делегируют ему функции передвижения, обеспечения питанием (управление, снабжение и логистику). Вместе с этим они отдают организму и дальнейшую эволюцию, дальнейшее увеличение сложности. Сами же клетки, эволюционируя уже в интересах организма, дифференцируются, и функционально, скорее, упрощаются.

Техническая система родилась для помощи человеку в его деятельности. Она несамостоятельна. Система, выполняющая нужную функцию, например производственную, функцию передвижения – человекотехническая. Человек выполняет различные подфункции – от завинчивания гаек до управления и контроля. И самая сложная деталь в этой системе – человек. Система отбирает у человека, одну за другой, функции. Процесс вытеснения человека из технической системы Борис Злотин назвал одним из законов техники. Этот процесс происходит по своей логике.

Полная система включает в себя три функциональных уровня – исполнительский, управления и принятия решений. Для выполнения функций на каждом уровне имеются рабочие органы (инструменты), преобразователи и источники энергии и информации.

Закономерности развития самоорганизующихся систем

"Анархия - мать порядка"

Прежде, чем говорить о закономерностях развития ретикулярных (распределенных, диссипативных) структур, наведем минимальный порядок в понимании особенностей их функционирования и управления ими.

На старых деревянных парусниках большие проблемы создавали крысы. Для борьбы с этими грызунами капитан океанского торгового судна назначил вознаграждение матросам за каждого убитого переносчика заразы. Для получения вознаграждения следовало сдать

начальству отрубленный крысиный хвост. Через некоторое время начальство стало замечать бегающих по палубе бесхвостых крыс. Начальство было не только наблюдательным, но и сообразительным. Теперь оно стало принимать головы убиенных зверюг. Долго не могли понять – почему не удастся справиться с проблемой. Пока, однажды, в поисках контрабанды не наткнулись в трюме на искусственный питомник по разведению крысят.

Самоорганизующаяся система, согласно законам синергетики, перестраивается таким образом, чтобы создавать минимальное сопротивление, порождающему ее потоку. Поток рождает структуру, структура стремится поддерживать поток. Денежный поток, проходящий через неорганизованную систему из матросов и крыс, структурировал ее таким образом, чтобы максимизировать поток вознаграждений.

Реакция сложной ретикулярной структуры на внешнее воздействие выглядит совершенно непредсказуемой.

Однако это не значит, что распределенные структуры неуправляемы. Они управляются, только не командами, а изменением граничных параметров. Крестьянин издревле имел дело со сложной самоорганизующейся системой – природой. Ему в голову не приходило вытягивать вверх молодые побеги, чтобы те быстрее росли. Он менял граничные условия – вспахивал почву, вносил удобрения, и ждал, пока система сама выдаст результат.

Все это происходит в диапазоне существования структуры. При увеличении потока выше критического происходит перестройка структуры. Старая структура, не способная пропускать увеличившийся поток, разрушается. На ее месте скачком организуется новая, соответствующая более высокому диапазону потока. Самоорганизацию структур описывает синергетика, родившаяся, как раздел физики – неравновесная термодинамика, и распространившая выводы на более широкий диапазон явлений. Критические точки изучают – теория бифуркаций, теория особенностей, теория катастроф – разделы математики. Мы позаимствуем выводы этих теорий и переструктурируем с точки зрения развития систем.

Положение точки бифуркации (лавинообразного процесса изменения состояния системы) зависит от истории системы (рис. 3). При увеличении потока точка перехода из состояния А в состояние В располагается правее (на более высоком значении потока), чем точка перехода из состояния В в состояние А при уменьшении потока. Наблюдается явление гистерезиса. Такая же петля гистерезиса ожидает систему в области перехода из состояния В в состояние С при дальнейшем увеличении потока. Таким образом, диапазон существования системы всегда шире диапазона возникновения на две гистерезисных петли.

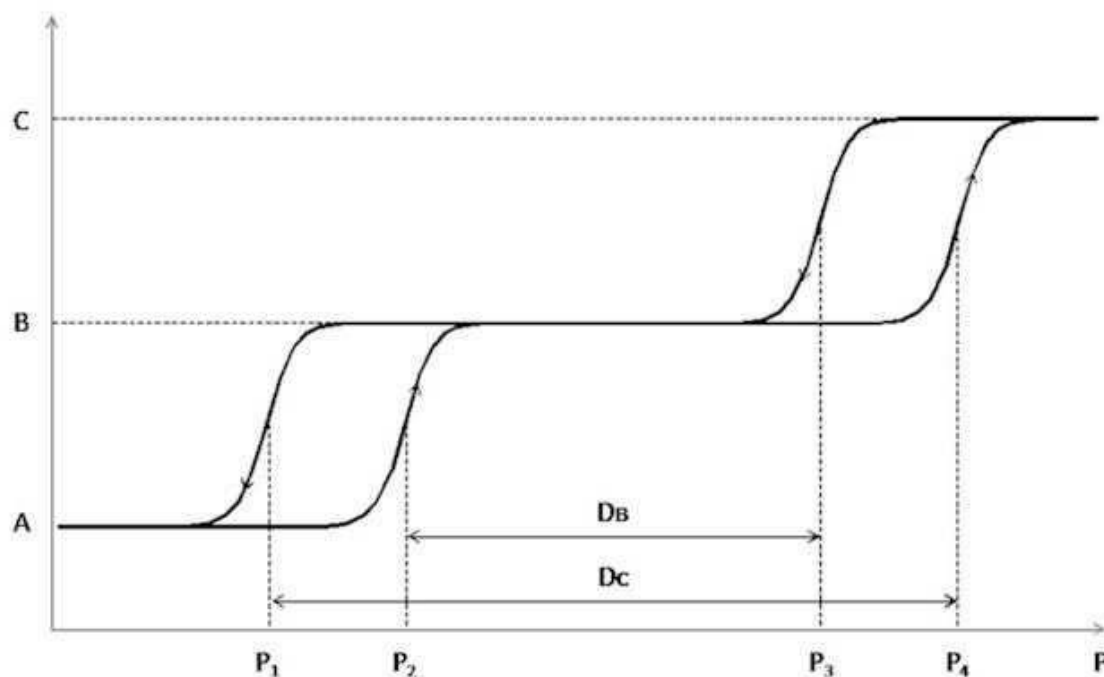


Рис. 3

А, В, С – состояния системы,

Р – величина системообразующего потока,

Р₁ – точка перехода системы из состояния В в состояние А,

Р₂ – точка перехода системы из состояния А в состояние В,

Р₃ – точка перехода системы из состояния С в состояние В,

Р₄ – точка перехода системы из состояния В в состояние С,

Дв – диапазон возникновения системы,

Дс – диапазон существования системы.

Система, попавшая в диапазон своего существования, стремится стабилизировать поток. Сопrotивляется его уменьшению ниже диапазона возникновения и его увеличению выше этого диапазона. Сильное внешнее магнитное поле намагничивает кусок железа, выстраивая векторы намагниченности доменов в одном направлении. Если внешне поле уменьшать, домены стараются его поддерживать. Уменьшим внешнее поле до нуля, домены сами создают магнитное поле с прежним направлением вектора. Изменим вектор внешнего поля на противоположный. Домены все равно, из последних сил, стремятся сохранить магнитное поле с прежним направлением вектора.

То же происходит и на любом другом системном уровне – физическом, биологическом, социальном.

Еще одна особенность перестройки структур – это процесс двунаправленный. Он может возникать как при увеличении потока, так и при уменьшении.

Зона гистерезиса (двойственности возможности существования структур) в сложных системах может быть весьма обширной. Но обоюдонаправленность перестройки системы не отменяет предопределенности эволюции самоорганизующихся систем. Двунаправленными могут быть только изменения. Два других механизма – отбор и сохранение делают эволюцию необратимой.

Сложные системы способны не только усиливать поток, но и породить новый. Для него приходится изобретать новые способы утилизации в целях стабилизации структуры.

Случайность и необходимость

Катастрофисты (так называют специалистов по теории катастроф) любят обобщать непредсказуемость поведения отдельной частицы в точке бифуркации на непредсказуемость поведения всего окружающего мира. На эту же тему и "эффект бабочки" Эдварда Лоренца. «Бабочка, взмахивающая крыльями в Айове, может вызвать лавину эффектов, которые могут достигнуть высшей точки в дождливый сезон в Индонезии».

Это упрощенный, плоский взгляд на мир. Представление о линейной причинности процессов, происходящих во всем мире на одном системном уровне, приводит к выводу об абсолютной непредсказуемости результата. В действительности, как бы ни было трудно предсказать движение молекулы в вашем носу, можно с большой долей вероятности ожидать ее в составе вашего тела завтра утром в офисе. Судьба ее очевидна, но на другом, более высоком системном уровне.

Мы имеем полную свободу передвижения по вагону поезда, идущего по своему расписанию.

Показательны рассуждения о предсказании погоды. Считается, что предсказать погоду можно на 3-5 дней с ограниченной вероятностью. Для этого нужны дорогостоящие суперкомпьютеры и точные данные со всего земного шара. Небольшие различия в начальных условиях рождают огромные различия в конечном явлении. Для предсказания всего на 1-2

месяца вперед нужно знать начальные условия с погрешностью 10^{-5} от погрешности предсказания.

Но уже несколько десятилетий назад алтайский астроном Анатолий Дьяков предсказывал за недели и месяцы вперед ураганы в Карибском бассейне, аномальные заморозки в Европе, засухи и потопа. У него в 70-е годы не было ни суперкомпьютеров, ни просто компьютера, ни подробных данных с точностью до 10^{-5} . Он изучал не суету внутри вагона, а расписание движения поезда.

Через атмосферу Земли проходят тепловые потоки, образуя структуры – циклоны и антициклоны. Солнечные вспышки, потоки заряженных частиц, взаимодействуя с магнитным полем Земли, изменяют граничные условия для возникновения и распространения циклонов. У Дьякова не было точной математической модели этого явления, да и рассчитывать ему в то время было бы не на чем. Но он провел анализ корреляций за длительный период между конфигурациями солнечных пятен и результирующими природными аномалиями на Земле. Результат – точные предсказания на длительный период, но на другом, надсистемном уровне. Погодологи же до сих пор гоняются с дорожными суперкомпьютерами чуть ли не за каждой молекулой.

Илья Пригожин, пытаясь примирить случайность с необходимостью, отвел место случайности в точке бифуркации, а детерминированной необходимости – между точками бифуркации. Таким образом, получается общая случайность процесса. Это тоже несистемное видение процесса.

Случайность получается из большого числа необходимостей при одноуровневом росте сложности. Динамику одной, двух молекул газа в сосуде можно относительно точно рассчитать по динамическим формулам. Динамика миллиардов молекул принципиально не поддается расчету. Координаты молекулы уже можно выразить только на языке теории вероятности. Но на уровне надсистемы, как мы уже говорили, координаты становятся снова предсказуемыми – заданными надсистемой рамками. Собранный в надсистему случайность снова становится необходимостью.

На надсистемном уровне система снова становится простой и точно прогнозируемой, вне зависимости от подсистемной сложности. С ростом сложности на надсистемном уровне, система снова становится описываемой лишь статистически. Если бы я не боялся показаться философичным, выразился бы следующим образом. Случайность – это мультиплицированная необходимость. Необходимость – это проинтегрированная случайность.

Информация, энтропия и направленность эволюции

Информация сужает поле вероятностей, формирует вектор развития систем. Атом содержит информацию о возможности соединения с другими атомами (валентность). Атомы не могут комбинироваться случайным образом. Диапазон случайности резко сужен. Атом "знает" с кем следует вступать в альянс. Молекула может реагировать с другой молекулой, проигнорировав тысячи не подходящих. Ее поведение еще более избирательное. Клетка содержит информацию не только с кем вступать в контакт при встрече, но и информацию, позволяющую искусственно организовать эту встречу, сделать ее менее случайной. Перемещаться в пространстве в сторону пищи.

Общество сделало возможным распространение информации от особи к особи и между взрослыми особями.

Путь в грядущее

Переход параметров системы скачком из одного состояния в другое – это упрощенный взгляд, первое приближение к описанию процесса изменений. В сложных системах этот процесс занимает конечное время и имеет свою внутреннюю временную структуру. Описывает переходные процессы теория катастроф. Практическое применение эти описания

нашли в авторегулировании, в электротехнике. В простейшем случае при переключении выключателя скачком должны измениться напряжения и токи. Но в системе с реактивностями (емкостями и индуктивностями) этот процесс в разных точках идет либо с опережением, либо с запаздыванием. В результате, в зависимости от параметров системы, получаются три практически значимых варианта переходного процесса.

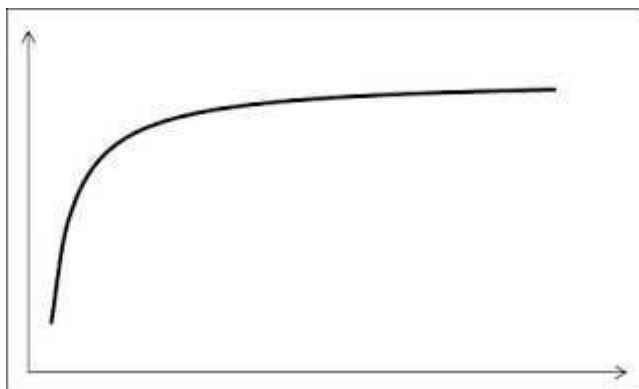


Рис. 4а

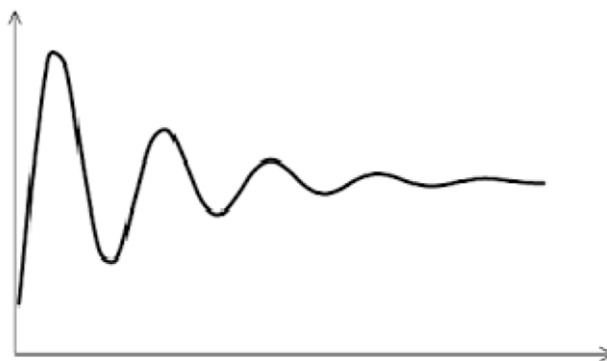


Рис. 4в

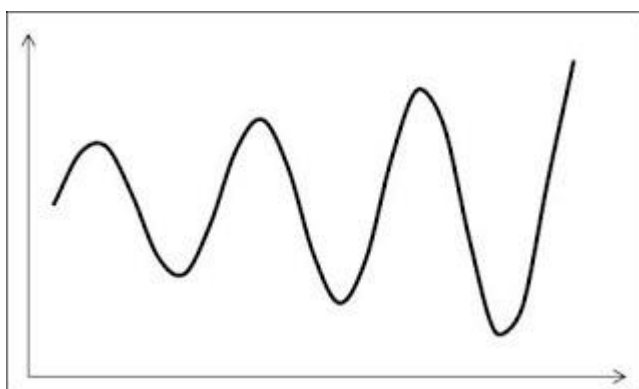


Рис. 4с

Первый – асимптотическое приближение параметра к заданному значению (рис. 4а).

Второй – затухающие колебания (рис. 4в). Параметр, излишне быстро изменяясь, проскакивает заданное значение. Затем вектор изменения разворачивается, и параметр снова устремляется по направлению к заданному значению. На сей раз проскакивает это значение на меньшую величину и вновь разворачивает вектор изменения. И так продолжается до тех пор, пока колебания не затухнут и параметр не примет заданное значение.

Третий – возрастающие колебания (рис. 4с). Система принципиально неустойчива при заданном параметре. Амплитуда колебаний нарастает, система идет в разнос. Явления флаттера в авиации – разрушение конструкции от возрастающих колебаний на критических скоростях.

Взглянем на мировую финансовую систему последних полутора десятков лет. Рассмотрим перепроизводство стоимости капитала во времени. В 90-х годах потоки излишнего капитала устремились на азиатские рынки под идею их доминирования в XXI веке. Стал надуваться пузырь, лопнувший в 1997 году. Резко снизилась скорость обращения денег. Стоимость капитала пошла вниз.

Но тут же началось надувание нового пузыря "новой экономики". Излишние деньги неквалифицированных инвесторов ринулись в непредназначенную для них нишу венчурных инвестиций. Лопнувший пузырь 2001 года еще сильнее ударил по мировым, и особенно по американским финансам. Резкое замедление скорости обращения денежных потоков и, вызванный им, обвал стоимости капитала стали лечить не менее резким сокращением ставки рефинансирования.

Накачка денег в систему привела к росту следующего, еще большего, пузыря в нестандартной ипотеке, затем на биржах сырьевых товаров. Его лопание в 2008 году привело к еще большему экономическому катаклизму – сокращению скорости оборота денег и падению стоимости капитала. Систему стали лечить тем же способом – сокращением ставок до нуля, накачкой денег в финансовую систему. Финансовая система пошла на следующий, еще больший, видимо, последний виток на графике (рис. 4с).

Еще один крайне интересный аспект самоорганизации. Пузырь – это временный паразитный поток. Но как поток, он, согласно законам синергетики, обязан порождать структуры. Такие паразитные структуры на временных пузырях, как при затухающих колебаниях, так и при растущих, успевают возникать. Например, хедж фонды, специализирующиеся на надувании пузыря. Подобные процессы можно описать и в экономике, и в финансах, и в политике, и в экологии. Такие структуры заинтересованы (в системном, синергетическом смысле, а не в конспирологическом) в воспроизводстве пузыря, в продлении нестабильности.

Но это большая отдельная песня. Как организовывать переходной процесс, чтобы минимизировать появление таких структур, как их нейтрализовать или трансформировать в полезные. Это тема стоит отдельной книги. Пока научимся разбираться в более грубых процессах.

Синергетические эффекты

Термины синергетика, синергетический эффект стали модными в последнее время. Упоминаются часто не по делу. Наведем минимальный порядок в их употреблении. Отцы-основатели синергетики Илья Пригожин и Герман Хакен, придумавший сам термин, сотворили новую науку из неравновесной термодинамики и распространили выводы на все самоорганизующиеся структуры.

Терминологическая путаница ведет к непониманию процессов, к невозможности правильно мыслить этими категориями и к грубым ошибкам в регулировании собственно самоорганизующихся систем.

Мы будем называть эффектами самоорганизации (синергетическими эффектами) с точки зрения развития систем следующие.

- Порождение потоком структуры.
- Порождение структурой потока.
- Минимизация сопротивления потоку.
- Поддержание потока, создающего структуру.

- Утилизация потока, разрушающего структуру.
- Системные переходы (хищнический, паразитический, разложение, кооперация).
- Уменьшение энтропии и ее производной (накапливание информации).
- Гистерезис – диапазон двойственности возможных структур.
- Переходные процессы при перестройке структуры.
- Циклический переток необходимости в случайность и обратно.
- Трансформация в точке бифуркации вреда в пользу новой структуре.

Воля рока

Чтобы увидеть общую картину развития, вернемся к многоэкранной схеме мышления. Мы рассматривали девять экранов – экран с интересующим нас системным уровнем в настоящем и восемь экранов вокруг него. Понятно, что эту картинку можно продлить во всех четырех направлениях, появится множество экранов. Если мы продлим эту картинку до предела, то увидим, что она получилась не прямоугольной, а треугольной. Количество системных уровней при движении в прошлое убывает, при движении в будущее – нарастает (рис. 5).

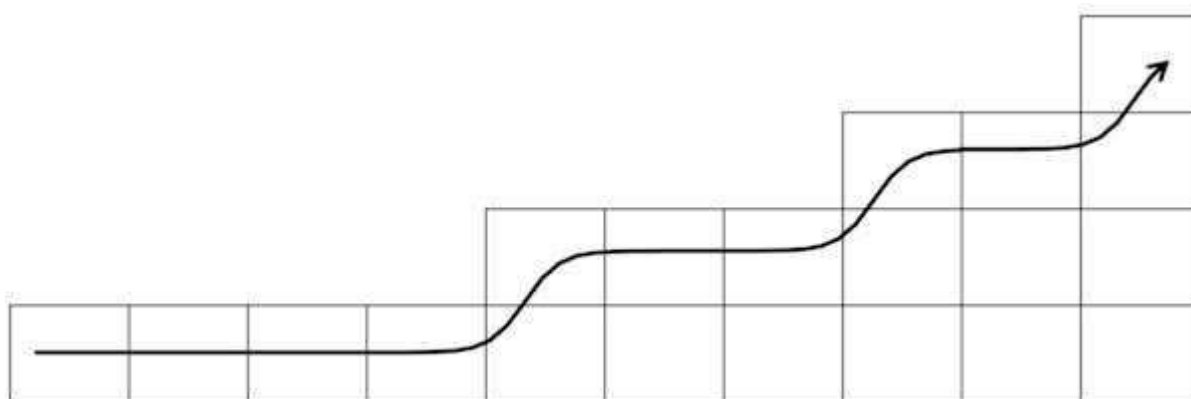


Рис. 5

Элементарные частицы собираются в атомы. Скапливаясь все большим числом, они создают все более сложные атомы. Но вот отдельные атомы объединились в молекулу. Развитие пошло не по горизонтали, а по вертикали. На образовавшемся новом системном уровне молекулы зажили значительно более разнообразной химической жизнью. Молекулы стали расти и усложняться. Но максимальных успехов добились молекулы на шестом элементе, объединившись в надсистему – клетку.

Жизнь клеток на биологическом уровне стала еще сложнее и занимательнее. Клетки усложнялись и росли. Клетка сине-зеленой водоросли достигла гигантских размеров. Но самыми сообразительными оказались те, что не подверглись динозавровой болезни, а вовремя объединились в надсистему – в организм. Органическая жизнь не только сложнее и многообразнее, но иногда бывает и чертовски приятной. Далее наибольших успехов и победы в конкурентной борьбе добились не те организмы, что неуклонно наращивали свои размеры и индивидуальную сложность, а те, что объединились в социум.

Системы, развиваясь, становятся сложнее, накапливают информацию, уменьшают внутреннюю энтропию. Перейдя на более высокий системный уровень, они уменьшают внутреннюю энтропию, расплачиваясь меньшим производством общей энтропии. Стрела времени Артура Эддингтона на многоэкранной схеме указывает по диагонали – слева направо и снизу вверх по направлению к идеальной системе. **Идеальная система – система увеличивающая внутренний порядок** (уменьшающая внутреннюю энтропию) **без увеличения внешней энтропии.** Развитие – это уменьшение собственной энтропии системы

при уменьшении производства общей энтропии. **В процессе развития наряду с увеличением свободы воли** (уменьшением зависимости от внешней среды) парадоксальным образом уменьшается случайность процесса изменения (увеличивается направленность, предопределенность эволюции).

В такой картине мира становится видна некорректность физического взгляда на будущее, согласно которому, точное предсказание требует точного знания начальных условий, а за это знание нужно платить. Поэтому точное предсказание не возможно. **Мы видим, что для предсказания нужны вовсе не точное знание начальных условий, а знание законов развития.** Точность такого предсказания определяется не знанием координат каждой частицы. Точность достигается на другом, надсистемном уровне. Корректнее в таком смысле говорить не о количественной точности, а о качественной достоверности прогноза.

Продолжение следует ...