
**РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ.
ПРАКТИКА УПРАВЛЕНИЯ
СОЦИАЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ**

**SECTION ONE.
PRACTICE OF GOVERNANCE**

ТОЧКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СИСТЕМЫ

ДОНЕЛЛА МЕДОУЗ

Обсуждаются возможности произвести большие изменения в системе путём осуществления небольших воздействий на её чувствительные точки.

Специалисты по системному анализу уверены в существовании «рычажных точек». Это такие места в сложной системе (корпорации, экономике, живом организме, городе, экосистеме), небольшое воздействие на которые может привести к сильным изменениям во всей системе в целом.

Среди системщиков ходит множество сказаний о рычажных точках. Те из нас, кто учился у великого Джея Форрестера в Массачусеттском Технологическом, помнят одну из его любимых побасенок: «Люди интуитивно знают, где находятся точки приложения рычага. Каждый раз, когда я выполнял анализ для очередной компании, я отыскивал такую точку. А впоследствии оказывалось, что компания воздействует на неё *неправильно!*»

Классическим примером такой «обратной» интуиции является история с первоначальной моделью мира Форрестера. Описывая для Римского клуба, как взаимосвязаны главные мировые проблемы – бедность и голод, разрушение природной среды, истощение ресурсов, ухудшение городов, безработица – и как их можно решить, Форрестер выступил с очевидной рычажной точкой: *рост*. Рост населения и рост экономики. Многие проблемы, среди которых бедность и голод, разрушение среды, мы пытаемся решать, воздействуя на рост! Мировые лидеры справедливо помешаны на экономическом росте как решении практически всех проблем, но они изо всех сил толкают его в неверном направлении.

Контр-интуитивность. Этим словом Форрестер характеризует сложные системы. Вывод современного системного анализа состоит в том, что нет быстрых и лёгких способов найти рычажную точку. Наши контр-интуиции не настолько хорошо развиты. Дайте нам несколько месяцев или лет, мы смоделируем любую систему, и всё станет понятно. Наш горький опыт показывает, что когда мы найдём рычажную точку системы, вряд ли кто-нибудь поверит нам. Это очень досадно.

Однажды я присутствовала при обсуждении нового глобального режима, связанного с введением в действие международных соглашений о тарифах и торговле, – NAFTA, GATT, WTO. Чем дольше я слушала, тем сильнее всё во мне вскипало. «Люди создают *огромную новую систему!*», сказала я себе. «И они совершенно не представляют, как она будет работать», ответила я себе. «Они раскручивают систему в ложном направлении – рост, рост любой ценой!! А меры контроля, о которых толкуют эти милые ребята, – небольшая подстройка параметров, слабые отрицательные обратные связи – просто *хилые!*»

Я безотчётно вскочила, подошла к доске и написала: «**Точки воздействия на систему**», перечислив затем девять пунктов (в обратном порядке важности):

9. Числа (субсидии, налоги, стандарты).
8. Материальные запасы и потоки.
7. Гасящие отрицательные обратные связи.
6. Усиливающие положительные обратные связи.
5. Информационные потоки.
4. Правила системы (поощрения, наказания, ограничения).
3. Сила самоорганизации.
2. Цели системы.
1. Образ мыслей, или парадигма, из которой следуют цели, правила, структура обратных связей.

Все, включая меня, с удивлением заморгали. Кто-то выдохнул: «Блестяще!», а кто-то – «Что это значит?»

Я поняла, что мне многое следует объяснить.

Ниже я пройду по списку, переводя жаргонные слова, приводя примеры и исключения. Но прежде всего я хочу погрузить этот список в контекст скромности. То, что выплеснулось из меня в тот день, является экстрактом многолетних серьёзных исследований разнообразных систем многими очень умными людьми. Но сложные системы действительно сложны. Делать обобщения о них опасно. То, что вы прочтёте, не является рецептом для нахождения точек приложения рычагов. Скорее это приглашение шире мыслить об изменении системы.

Итак, рассмотрим, почему чувствительные точки воздействия на систему не поддаются интуиции.

9. ЧИСЛА

Числа (на системном жаргоне – «параметры») определяют, как сильно и насколько быстро водопроводный кран меняет уровень воды. Если кран тугой, то вода потечёт не сразу. Может быть, водосток заблокирован и кран пропускает мало воды, независимо от того, насколько он открыт.

А возможно, кран способен давать струю, как из пожарного шланга. Подобные обстоятельства характеризуются числами, некоторые из них физически не могут быть изменены, остальные по большей части являются популярными точками воздействия.

Рассмотрим государственный долг. Это негативная ванна, денежная дыра. Скорость снижения уровня – годовой дефицит. Налоговые поступления повышают уровень, правительственные расходы – понижают. Конгресс и президент вечно спорят о многих параметрах, которые открывают и закрывают налоговые краны и сливные отверстия расходов. Поскольку притоки и оттоки связаны с избирателями, эти параметры несут политический заряд. Но несмотря на все предвыборные фейерверки, и независимо от того, какая партия выиграет выборы, уровень в денежной дыре падает, лишь с разной скоростью.

Земельные площади, отводимые для консервации. Минимальный размер зарплаты. Расходы на исследование СПИДа и на создание бомбардировщика «Стелс». Величина комиссионных, которые взимают банки с ваших счетов. Всё это числа, регулирующие краны. Кстати, к ним относятся также приём и увольнение работников. Приложение другой руки к кранам может привести к изменению скорости их вращения, но если это всё те же старые краны в той же системе поворачиваются согласно той же информации, тем же правилам и целям, то система не сильно изменится. Билл Клинтон отличался от Джорджа Буша, но не очень.

Числа находятся на последнем месте в моём списке точек воздействия на системы. Суeta с деталями, перестановка шезлонгов на палубе «Титаника». Возможно, девяносто пять процентов внимания мы уделяем числам, но эффективности в них немного.

Не то чтобы параметры неважны – они могут быть важными, особенно в краткосрочной перспективе, и для тех лиц, которые находятся непосредственно в потоке. Но они *редко изменяют поведение системы*. Если система хронически застойна, изменение параметра редко придаст ей ускорение. Если система неустойчива, это редко её стабилизирует. Если она вышла из управления, это её не затормозит.

Как бы мы ни рядили вклады на предвыборную кампанию, это не сделает политику более чистой. Манипуляции федерального банка со ссудными процентами никогда не предотвращали цикличности бизнеса. (Мы всегда забываем об этом в периоды подъёма и бываем шокированы наступлением спада.) Увеличение расходов на полицию не ликвидирует преступность.

Однако существуют критические исключения. Числа становятся «рычажной точкой», если они оказываются в пределах, когда инициируется один из пунктов, находящихся выше по списку. Процентные ставки или

темпы рождаемости влияют на результативность положительных обратных связей. Цели системы являются параметрами, имеющими большое значение. Иногда система входит в зону хаотической неустойчивости, где малейшее изменение числа может перевести систему из порядка в состояние хаоса.

Пожалуй, чаще всего критическим числом является величина запаздывания в цепях обратной связи. Однажды мне довелось мыться на четвёртом этаже старинной лондонской гостиницы, а бойлер находился в подвале. Это была не ванна с её буферным свойством, а душ. Температура воды запаздывала на целую минуту относительно моих поворотов крана. Догадываетесь, на что похож был мой душ? Верно, – колебания от горячего к холодному и обратно к горячему, перемежаемые ругательствами. Задержки в цепи отрицательной обратной связи вызывают осцилляции. Когда вы пытаетесь подстроить систему к желаемому состоянию, но получаете только запаздывающую информацию о текущем состоянии, вы будете перерегулировать и недорегулировать.

То же происходит, когда информация своевременна, а ваша реакция запаздывает. Например, строительство электростанции длится несколько лет, после чего она работает, скажем, тридцать лет. Эти задержки делают невозможным строить станции в нужном соответствии с быстро меняющимся спросом на электроэнергию. Даже огромные усилия на прогнозирование, почти все отрасли в мире, производящие электричество, испытывают длительные колебания между перепроизводством и недостатком энергии. Система просто не в состоянии откликаться на быстрые изменения, если она сама обладает длительной задержкой. Именно поэтому инерционные системы централизованного планирования, такие как Советский Союз или Джeneral Моторс, неизбежно функционируют плохо.

Задержка в цепи обратной связи является критической *по отношению к темпу изменения* (роста, колебания, спада) *того состояния системы, которое обратная связь пытается контролировать*. Слишком малые задержки вызывают сверхреакцию, колебания усиливаются из-за суетливости отклика. Слишком длинные задержки приводят к подавлению, поддержанию или росту колебаний, в зависимости от того, насколько велико запаздывание. В пределе они ведут к хаосу. В системе с пороговым, опасным числом, при превышении которого может произойти непоправимый ущерб, задержки вызывают превышение и коллапс.

Задержки могли бы быть сильной точкой воздействия, если бы не тот факт, что задержку нечасто можно легко изменять. Многие вещи длятся вполне определённое время. Вы немного можете сделать со временем накопления главных компонентов капитала, или со временем взросления ребёнка, или с темпом роста деревьев. Обычно легче замедлить темп из-

менения (положительной обратной связью, выше в списке), так, чтобы запаздывание обратной связи не слишком беспокоило.

Критические числа не настолько часто встречаются, как это думают многие. Большинство систем эволюционирует или специально проектируется так, чтобы быть вне чувствительного диапазона параметров. В большинстве случаев числа не стоят тех усилий, которые на них затрачиваются.

8. МАТЕРИАЛЬНЫЕ ЗАПАСЫ И ПОТОКИ

Структура сети накопителей и потоков и её физическое заполнение могут иметь огромное значение для работы системы.

Когда дорожная сеть Венгрии была заложена так, что движение всего транспорта из конца в конец страны проходило через центральный Будапешт, это определило многое в загрязнении воздуха и образовании транспортных пробок, которые трудно исправить с помощью измерителей загазованности, светофоров и дорожных знаков. Единственный способ исправить неправильно спроектированную структуру системы – перестроить её, если это возможно.

Часто это невозможно, так как физическое построение – медленный и дорогой тип изменения. А некоторые структуры вообще неизменяемы.

Всплеск рождаемости в США сначала вызвал напряжение в системе начального образования, потом в средней школе и колледжах, затем в занятости и обеспечении жильём, а теперь мы с нетерпением ждём, как будут обеспечены пенсионеры. И с этим мало что можно поделать, поскольку пятилетние становятся шестилетними, а шестидесятичетырёхлетние – шестидесятипятилетними, предсказуемо и неотвратимо. То же самое можно сказать о времени существования губительных для озонового слоя молекул, так как это связано с темпом вымывания загрязнителей и тем, что смена поколений автомобилей занимает от десяти до двадцати лет.

Возможная исключительная точка воздействия здесь заключена в ёмкости накопителей, или буферов. Представьте огромный резервуар с медленными притоком и оттоком. А теперь вообразите малую ёмкость с быстрыми потоками. Такова разница между озером и речкой. Вы гораздо чаще слышали о катастрофических наводнениях рек, чем о наводнениях озёр, потому что крупные (по сравнению с потоками) накопители более стабильны, чем мелкие. Большой, стабилизирующий накопитель является буфером.

Стабилизирующая сила буфера – вот почему вы предпочитаете хранить деньги в банке вместо того, чтобы жить на протекании мелочи через ваш карман. Поэтому же магазины имеют склады вместо того, чтобы запрашивать новый товар только после того, как покупатели унесут старый. Поэтому же надо иметь в редких популяциях молодняка больше

необходимого минимума. Почвы на востоке США более чувствительны к кислотным дождям, чем земли на западе, потому что в них нет больших запасов кальция, нужного для нейтрализации кислот. Часто вы можете стабилизировать систему путём увеличения ёмкости буфера. Но если буфер слишком велик, система становится негибкой. Она реагирует слишком медленно. В бизнесе изобретено снабжение производства «точно во-время» (*just-in-time inventory*), поскольку редкая подверженность флуктуациям или сбоям обходится дешевле поддержания постоянного уровня запасов и потому что почти нулевые запасы позволяют более гибко реагировать на изменения спроса.

Изменение ёмкости буферов иногда даёт прямо-таки магический эффект рычага. Однако буферы обычно являются физическими сущностями, трудно поддающимися изменениям.

Способность восточных земель поглощать кислоты не является рычажной точкой для снижения вреда от кислотных дождей. Накопительная способность плотины буквально закована в бетон. Физическая структура важна для системы, но рычажная точка прежде всего заключена в надлежащем проектировании структуры. После построения структуры рычаг состоит в осознании её ограничений и узких мест и в избегании флуктуаций или расширений, ведущих к предельным нагрузкам.

7. ГАСЯЩИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ ОБРАТНЫЕ СВЯЗИ

А теперь начнём переход от физических частей системы к частям информационным и управляемым, где можно найти другие точки приложения рычагов. В природе существуют отрицательные обратные связи, и люди придумали, как использовать их для удержания состояний системы в безопасных пределах.

Классическим примером служит термостат. Его целью является поддержание системы «температура» в почти постоянном состоянии около заданного уровня. Как и всякая петля обратной связи, она содержит цель (фиксатор нужного уровня температуры), измерительное и сигнальное устройство для обнаружения отклонений от цели (термометр) и исполнительный механизм (нагреватель и охладитель, вентиляторы, воздуховоды, источник питания и т.д.).

Сложная система обычно содержит много петель отрицательной обратной связи, которые она может использовать для самокоррекции при разных условиях и воздействиях. Некоторые из них могут бездействовать большинство времени, как аварийные системы на атомных электростанциях или как ваша способность потеть или дрожать ради регулирования температуры вашего тела. Одна из крупных ошибок, совершаемых нами, — избавление от таких аварийных механизмов из-за их дороговизны и ред-

кой надобности. На кратком отрезке времени мы не видим вреда от этого. В долгосрочной перспективе мы резко сужаем интервал условий выживаемости системы.

Наиболее душераздирающими примерами таких наших поступков служат покушение на среду обитания вымирающих животных и покушение на наше собственное время для отдыха, развлечений, общения, размышлений.

«Сила» отрицательной обратной связи – её способность удерживать регулируемую характеристику на целевом уровне – зависит от совокупности всех её параметров и связей: точности и скорости мониторинга, быстроты и интенсивности отклика, направления и величин корректирующих потоков.

Здесь могут находиться рычажные точки. Взять, например, рынок – систему отрицательной обратной связи, на которую экономисты только что не молятся; он и в самом деле бывает чудом саморегулирования, поскольку цены варьируются, сохраняя баланс спроса и предложения. Чем более цена – основной сигнал для производителей и потребителей – является прозрачной, ясной, своевременной, честной, тем более гладко работает рынок. Цены, отражающие полную стоимость, скажут потребителям, какова реальная ценность продукта, и вознаградят эффективных производителей. Компании и правительства фатально тяготеют к точке равенства затрат и доходов и, конечно, толкают всё в неверном направлении – субсидиями, назначением цен, налогами и другими формами внесения беспорядочности. А *настоящим* рычагом здесь является не давать им делать этого. Отсюда и антитрестовские законы, законы о честности рекламы, попытки интернационализировать цены (например, экологические налоги), отмена субсидий, и другие способы выровнять игровые площадки рынка.

Сила негативной обратной связи связана с воздействием, которое она должна скомпенсировать. Если воздействие усиливается, то и противодействие обратной связи должно быть усилено.

Термостат может прекрасно работать в холодный зимний день, но откройте все окна, и его корректирующей силы не хватит. Демократия работала лучше до появления централизованных СМИ с их эффективностью в промывании мозгов. Традиционный контроль рыболовства был достаточен, пока не были изобретены радиолокация рыбных стай, сплавные сети и другие технологии, позволяющие буквально вычерпывать всю рыбу. Мощь крупной индустрии может контролироваться только сильным правительством. Глобальная экономика делает необходимым создание всемирного правительства.

Можно привести и другие примеры усиления отрицательной обратной связи ради повышения способности системы к самокоррекции: про-

филактическая медицина, физкультура, хорошее питание для укрепления способности организма бороться с болезнью, интегративный менеджмент борьбы с вредителями для способствования размножению естественных врагов вредителей урожая, ограничивающий секретность правительства закон о свободе информации в США, закон о защите свидетелей, штрафные санкции, налоги на загрязнение среды, налоговые льготы для частных спонсоров социальных проектов.

6. УСИЛИВАЮЩИЕ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ ОБРАТНЫЕ СВЯЗИ

Положительная обратная связь является самоусиливающейся. Чем больше она действует, тем большую силу она набирает, чтобы усилиться ещё больше.

Чем больше людей подхватит грипп, тем большее количество людей они заразят. Чем больше детей родится, тем больше родителей будет, когда они вырастут. Чем больше денег на вашем банковском счету, тем больше наберет процентов и тем больше у вас будет денег на счету. Чем сильнее эрозия почвы, тем меньше на ней вырастет растений, тем меньше корней и листьев будут удобрять почву и удерживать в ней влагу, тем беднее станет почва. Чем больше быстрых нейтронов в критической массе, тем больше они разобьют ядер на новые нейтроны.

Положительные обратные связи ведут к росту, распаду, взрыву, коллапсу системы. Системы с неблокируемой положительной обратной связью в конце концов разрушают себя. Вот почему их так мало.

Обычно раньше или позже включается отрицательная связь. Эпидемия затухает из-за отсутствия заболевших – либо из-за того, что люди принимают усиленные меры для избегания инфекции. Смертность доходит до рождаемости, либо люди видят последствия неконтролируемого роста населения – и рожают меньше детей. Почва эродирована до материковой породы, и через миллионы лет порода крошится до образования новой почвы – или люди воздвигают дамбы и сажают деревья.

В этих примерах первый исход – то, что случается, если положительная связь развивается своим путём, второй – то, что происходит, если осуществить вмешательство, ограничивающее её силу.

Понижение результативности положительной связи – замедление роста – обычно является более мощной рычажной точкой в системах, чем усиление отрицательной связи, и уж точно предпочтительней позволения обратной связи действовать дальше.

Темпы роста населения и экономики в мире являются точками воздействия, так как их снижение даёт возможность вступить в действие многим отрицательным связям – через технологии, рынки и другие формы адаптации. Это всё равно, что сбросить газ, если вы мчитесь на автомобиле слишком быстро, а не нажимать на тормоза или ловчее крутить баранку.

Наиболее интересное поведение, которое может вызвать быстро действующая положительная связь, – это хаос. Это бурное, непредсказуемое, неповторимое и всё же ограниченное поведение системы происходит, когда система начинает меняться намного быстрее, чем могут реагировать её отрицательные связи.

Например, если в модели мировой экономики увеличивать темп роста капитала, вы в конце концов достигнете точки, где небольшое дальнейшее увеличение переводит экономику от экспоненциального роста к колебаниям. Еще один толчок вверх удваивает амплитуду колебаний. А следующий малейший толчок ввергает систему в хаос.

Я не думаю, что мировая экономика скоро впадёт в хаос (во всяком случае по этой причине). Такое поведение происходит только при нереалистичных значениях параметра, эквивалентных ежегодному удвоению объёмов экономики. Однако реальные системы могут впадать в хаотическое поведение, если что-нибудь в них станет расти или убывать очень быстро. Быстро размножающиеся бактерии или популяции насекомых, очень заразные эпидемии, бурные спекулятивные пузыри в финансовых системах, быстрое размножение нейтронов в недрах ядерных электростанций. Такими системами трудно управлять, и управление должно включать глушение положительных связей.

В более обычных системах следует искать точки воздействия вокруг темпов рождаемости, процентов роста, темпов эрозии, петель типа «успех к успешным» – везде, где чем больше вы имеете, тем больше у вас возможности иметь ещё больше.

5. ПОТОКИ ИНФОРМАЦИИ

Рассказывают, что был такой квартал одинаковых домов, единственным отличием между которыми было то, что электросчётчик в одних домах был установлен в подвале, а в других – прямо в прихожей, где жильцы могли постоянно видеть, когда они расходуют энергии больше, а когда – меньше. В домах со счётчиком на виду потребление электричества было на 30 процентов меньше.

Системщикам нравится эта история, как пример очень чувствительной рычажной точки в информационной структуре системы. Это не подстройка параметра, не ослабление или усиление существующей обратной связи. Это создание *новой обратной связи* там, где её ранее не было.

В 1986 г. правительство США потребовало, чтобы каждая фабрика, загрязняющая воздух вредными дымами, публиковала отчёты об этом. С этого момента каждый мог точно узнать, что извергается из заводских труб в городе. Не было ни запрета на выбросы, ни штрафов, ни определения «допустимых» норм концентрации вредных веществ, была только информация. Но к 1990 г. выбросы упали на 40 процентов. Одна химическая

компания, попавшая в список «первых десяти загрязнителей», снизила свои выбросы на 90 процентов, только чтобы выйти из этого списка.

Отсутствие информационной обратной связи является очень частой причиной неполадок в системе. Внесение информации или направление её по другим каналам бывает очень эффективным вмешательством, обычно более простым и дешёвым, чем переделка физической структуры системы.

Трагедия, постигшая мировую рыбодобывающую отрасль, происходит потому, что нет обратной связи от состояния природных запасов рыбы к решению вкладывать инвестиции в рыболовный флот. (Вопреки мнению экономистов, цена рыбы не обеспечивает этой связи. Чем меньше становится рыбы, тем выше становится её цена и тем прибыльнее её вылавливать. Это положительная обратная связь, ведущая к коллапсу.)

Важно ввести недостающую информационную обратную связь в нужном месте и в настоятельной форме. Недостаточно проинформировать всех пользователей водяных скважин о том, что уровень грунтовых вод падает. Это может породить гонку, стремление откачивать воды больше соседей, пока вода не закончится. Более эффективным было бы введение цены на воду, резко возрастающей при превышении темпа потребления воды над скоростью её естественного притока.

Представьте, что налогоплательщики могут в декларации указывать, на какие услуги государства должны быть потрачены их платежи (радикальная демократия!). Представьте, что любой город или компания, забирающие воду из реки и сливающие стоки в реку, должны свой водозабор размещать *ниже по течению* относительно своих сточных труб. Представьте, что любой инвестор в атомное производство должен его отходы хранить у себя во дворе.

Существует постоянное стремление людей избегать отчётности о своих решениях. Поэтому не создаются многие цепи информационной обратной связи и поэтому эти рычажные точки столь популярны у масс и непопулярны у властей и столь эффективны, если вам удастся склонить власти создать их либо создать их в обход властей.

4. ПРАВИЛА СИСТЕМЫ (ПООЩРЕНИЯ, НАКАЗАНИЯ, ОГРАНИЧЕНИЯ)

Правила системы определяют её масштабы, границы, степени свободы. Не убий. Каждый имеет свободу слова. Договорённости должны соблюдаться. Срок правления президента – четыре года, и он не может править более двух сроков. Правила спортивных игр. За ограбление банка полагается тюремное заключение.

Михаил Горбачёв, придя к власти в СССР, открыл потоки информации (гласность) и изменил правила в экономике (перестройка), и посмотрите, что случилось.

Конституции – это сильные социальные правила. Физические законы вроде второго закона термодинамики – абсолютные правила, если мы их правильно понимаем. Юридические законы, наказания, стимулы, неписанные общественные соглашения – правила, перечисленные в порядке убывания их силы.

Чтобы проиллюстрировать силу разных правил, я предлагаю студентам вообразить разные правила для колледжа. Представьте, что студенты оценивают преподавателей. Представьте, что вы посещаете колледж, чтобы узнать только то, что вы сами хотите. Представьте, что в профессора принимают не за научные достижения, а за умение решать проблемы реальной жизни. Представьте, что оценка ставится группе в целом, а не каждому студенту в отдельности.

Правила определяют поведение. Власть над правилами – вот настоящая власть.

Вот почему лоббисты объединяются, когда Конгресс разрабатывает законы, и почему Верховный суд, интерпретирующий Конституцию – правила для написания правил – имеет больше власти, чем даже Конгресс.

Если вы хотите понять глубинные неполадки в системе, обратите внимание на правила и на тех, кто имеет власть над правилами.

Вот почему моя системная интуиция забила тревогу, когда мне объяснили, что такое новая система мировой торговли, ВТО. Это система с правилами, составленными корпорациями, выполняемыми корпорациями ради выгоды корпораций. Её правила почти полностью исключают обратные связи от других секторов общества. Большинство совещаний этой организации закрыты для прессы (нет информации – нет обратной связи). Она включает государства в петли положительной обратной связи, заставляя их соревноваться в ослаблении социальных и экологических гарантий ради привлечения инвестиций в корпорации. Это рецепт дать волю петлям «Успех – успешным».

3. СИЛА САМООРГАНИЗАЦИИ

Самая изумительная вещь, которую могут делать живущие системы, это кардинально изменять себя, создавая новые структуры и функции. В биологических системах такая способность называется эволюцией. В экономических системах она называется техническим прогрессом или социальной революцией. На системном языке это называется самоорганизацией.

Самоорганизация подразумевает изменение любого аспекта системы, обсуждённого выше, – пополнение или сокращение физической структуры, создание или ликвидацию положительных и отрицательных обратных связей, информационных потоков или правил. Способность к само-

организации является сильнейшей формой устойчивости, способности путём изменений в себе выживать в условиях изменений вокруг.

Иммунная система человека может выработать отклик на (некоторые) напасти, ранее не встречавшиеся. Человеческий мозг может воспринять новую информацию и выдать абсолютно новую идею.

Самоорганизация так замечательна, что мы склонны считать её мистическим чудом. Экономисты часто изображают технологии манной небесной – появляются ниоткуда, достаются даром, увеличивают производительность экономики ежегодно на определённый процент. В течение веков люди с таким же благоговением взирали на изумительное разнообразие природы. Такое явление мог бы создать только божественный творец.

На самом деле божественному создателю не надо было творить чудеса. Ему или ей достаточно было составить разумные *правила для самоорганизации*. Эти правила определяют, что, где и как система должна присоединить к себе или изъять из себя и при каких условиях.

Самоорганизующиеся компьютерные модели демонстрируют, что восхитительные, уму непостижимые изображения могут возникнуть из простых эволюционных алгоритмов. (Это не обязательно означает, что алгоритмы природы просты, но что они могут быть простыми.) Генетический код, лежащий в основе всей биологической эволюции, содержит всего четыре буквы, комбинируемые в трёхбуквенные слова. Этот код и правила построения и перестановки слов и породили невообразимое разнообразие живых тварей.

Самоорганизация есть, по существу, вопрос соединения пригодного для эволюции сырья – наличной информации для создания из неё возможных комбинаций – и средств их опробования. Для биологической эволюции сырьём является ДНК, источником вариаций – спонтанные мутации, а проверочным механизмом – нечто типа дарвиновского естественного отбора. Для технологий сырьём являются знания, накопленные наукой; источником вариаций – человеческое творчество (что бы *это* ни было), а механизмом отбора являются предпочтения рынка, либо избирательное финансирование со стороны правительства или фондов, либо щекотание любопытства сумасшедших инвесторов.

Осознав мощь самоорганизации, вы начнёте понимать, почему биологи молятся на биологическое разнообразие даже больше, чем экономисты на технологические инновации. Бурно изменяющееся разнообразие множества молекул ДНК, развивавшееся и накапливаемое на протяжении миллиардов лет, является основой эволюционного потенциала, точно так же, как библиотеки, научные лаборатории и учёные являются основой технологического потенциала. Позволять исчезать видам жизни является системным преступлением, подобно уничтожению всех экземпляров каких-то научных журналов или специалистов в какой-то области науки.

То же самое можно сказать о человеческих культурах, которые являются коллекциями типов поведения, накопленными не миллионами, но сотнями и тысячами лет. Они являются разнообразием, на базе которого и может происходить социальная эволюция. К несчастью, люди ценят эволюционный потенциал культур даже меньше, чем они понимают потенциал любой генетической вариации вымирающих пород белок. Я полагаю, что именно поэтому одной из особенностей почти любой культуры является убеждение в своём превосходстве над другими культурами.

Любая система, биологическая, экономическая или социальная, которая пренебрегает экспериментированием и ликвидирует исходное сырьё для инноваций, в перспективе обречена на гибель на этой очень изменчивой планете.

Точка воздействия здесь очевидна, но непопулярна. Поощрять разнообразие означает утрату контроля. Пусть расцветают тысячи цветов, и *что-нибудь* может из этого произойти! Кто такого пожелает?

2. ЦЕЛИ СИСТЕМЫ

Стремление не утратить контроль является наглядным примером такого обстоятельства, при котором цель системы становится более чувствительной рычажной точкой, чем даже способность системы к самоорганизации.

Если целью является поставить все большую часть мира под контроль одной центральной планирующей системы (империи Чингис хана, исламского мира, Китайской Народной Республики, корпорации Уолл-Март или Дисней), то все вышеупомянутые точки, включая самоорганизацию, будут подавлены или ослаблены ради подчинения этой цели.

Поэтому я не могу вступать в спор о том, плохой или хорошей вещью является генная инженерия. Как и в отношении любой технологии, это зависит от того, кто и для чего её использует. Единственное, что можно сказать, так это то, что если корпорации будут использовать её для производства продуктов потребления (что является совсем другой целью), то эволюция приобретёт такое направление, которого наша планета ещё не знала.

Существует иерархия целей системы. Петли отрицательных обратных связей имеют свои цели – сохранять уровень воды в резервуаре на заданном уровне, поддерживать комфортную температуру в комнате, обеспечивать достаточные объёмы запасов на складе. Это слабые точки воздействия. Сильными рычажными точками являются цели всей системы.

Люди внутри системы часто не осознают общей цели системы, которой они служат. Большинство корпораций говорят, что их цель – получение прибыли, но это лишь правило, необходимое условие для участия в игре. Какова цель игры? Расти, увеличивать свою долю рынка, усили-

вать контроль корпорации над окружением (потребителями, поставщиками, сообществом), чтобы её действия всё больше были защищены от неопределённости. Такова же цель раковой клетки и любой популяции живых существ. Она плоха только, когда она не встречает противодействия со стороны отрицательных обратных связей более высокого уровня, с целями поддержания равновесия системы. Цель сохранения рынка конкурентным должна перебороть цель каждой корпорации ликвидировать её конкурентов. Цель поддержания баланса между развивающимися популяциями должна перекрыть цель каждой популяции завладеть всеми ресурсами ради собственного метаболизма.

Раньше я говорила, что замена действующих лиц в системе – слабое воздействие, если смена приходит в ту же старую систему. Но из этого правила есть исключение – если замена происходит на самом верху, когда одно действующее лицо может изменить цель системы.

Я с удивлением наблюдала (только очень редко – в Дартмут-колледже и в нацистской Германии), как новый лидер в организации приходит, излагает новую цель и единолично изменяет поведение сотен, а то и миллионов вполне разумных людей.

Это сделал и Рональд Рейган. До его прихода президент мог сказать: «Не спрашивайте, что правительство может сделать для вас, спросите, что вы можете сделать для правительства», и никто даже не усмехнулся. А Рейган сказал, что цель не в том, чтобы правительство помогало народу или народ помогал правительству, а в том, чтобы правительство оставило народ в покое. Многие полагают (и я тоже так думаю), что остаться ему безнаказанным позволили изменения в ещё больших системах. Но разносторонность, с которой поведение в США и даже в мире изменилось со времён Рейгана, является свидетельством большой рычажной силы чёткого выражения, повторения, настойчивого представления новых целей системы.

1. ОБРАЗ МЫСЛЕЙ, ИЛИ ПАРАДИГМА, НА КОТОРОЙ ОСНОВАНА СИСТЕМА

Ещё одно высказывание Джея Форрестера о системах гласит: неважно, как государство написало закон о налогах. В умах людей существует общая идея о том, что такое «справедливое» распределение налоговой нагрузки. Что бы ни говорил закон, из-за разных приёмов – чистых или грязных, сложных или жульнических, с вычетами или освобождениями, постоянных нападок на правила, – действительное обложение налогами будет противоречить общему понятию о «справедливости».

Общепризнанные идеи в умах общества, великие неписанные предположения – неписанные потому, что нет необходимости их объявлять: их и так все знают, – образуют парадигму, эту глубочайшую совокупность

убеждений о том, как устроен мир. Есть разница между существительными и глаголами (это положение актуально для английского языка, в котором одно слово может иметь оба смысла. – *Примеч. пер.*). Те, кому платят меньше, менее ценны. Рост – это хорошо. Природа – это кладовая ресурсов, которые должны быть обращены на нужды людей. Эволюция закончилась с появлением *Homo sapiens*. Можно «владеть» землёй. Это лишь несколько парадигмических предположений нашей культуры, которые ошеломляют людей, принадлежащих другим культурам.

Системы порождаются парадигмами. Из парадигмы следует, какими должны быть цели, информационные потоки, обратные связи, буферы и потоки.

Древние египтяне воздвигали пирамиды, потому что они верили в загробную жизнь. Мы строим небоскрёбы, потому что верим, что земля в центре города чрезвычайно дорога (за исключением гиблых участков, часто рядом с небоскрёбами, которые мы считаем никчёмными). Будь то Коперник и Кеплер, доказавшие, что Земля не является центром вселенной, или Эйнштейн, предположивший, что материя и энергия взаимопревращаемы, или Адам Смит, постулировавший, что эгоистичные действия индивидов на рынке чудесным образом аккумулируются к общему благу.

Тот, кто сможет вмешаться в систему на уровне парадигмы, нажмёт на такую рычажную точку, которая полностью преобразует систему.

Вы могли бы сказать, что парадигму труднее изменить, чем что-либо другое в системе, и поэтому этот пункт должен быть последним, а не первым в нашем списке. Но изменение парадигмы не требует физических или финансовых и даже временных ресурсов. У отдельного человека это может произойти мгновенно. Всё, что требуется, – переключение ума на другое видение. Правда, субъекты – индивиды и общества – сопротивляются вызовам своей парадигме сильнее, чем любым другим изменениям.

Так как же изменять парадигму? Томас Канн, написавший замечательную книгу о великих сменах научных парадигм, говорит о ряде возможностей. Кратко говоря, следует настойчиво указывать на аномалии и неудачи старой парадигмы, громко и убедительно провозглашать новую, внушать новую парадигму людям, имеющим власть и популярность. Не стоит тратить время на реакционеров, надо работать с активными проводниками изменений и с широкими кругами рядовых толерантных людей.

Системщики сказали бы, что один способ изменить парадигму состоит в том, чтобы рассмотреть модель, которая позволит вам выйти из старой системы и заставит вас посмотреть на неё в целом. Мы советуем это потому, что наши собственные парадигмы менялись именно таким образом.

0. СИЛА ВЫХОДА ЗА ПРЕДЕЛЫ ПАРАДИГМЫ

Прошу прощения, но чтобы быть до конца честной и последовательно завершённой, я должна добавить и этот необъявленный ранее параграф.

Из всех рычажных точек самая мощная состоит в том, чтобы оставаться беспристрастным на арене парадигм, понимая, что НИКАКАЯ парадигма не является «истинной», что даже та, которая так славно формирует твоё столь удобное видение мира, на самом деле – чрезвычайно ограниченное представление о необъятной и изумительной вселенной.

Это означает «чувствовать нутром» парадигму о существовании парадигм, и видеть, что она сама является парадигмой, и считать всю эту конструкцию ошеломительно забавной. Это означает войти в Незнаемое.

Те, кто вцепился в парадигмы (почти каждый из нас), смотрят на большую возможность того, что всё, что мы думаем, – заведомая чепуха, и быстро раскручивают педали в обратном направлении. Конечно, в том, чтобы считать любое видение мира нечётким, нет ни силы, ни возможности контроля, ни причины для действий. Но всякий, кому доводилось размышлять над этой идеей, находил в ней основу для радикального расширения возможностей. Если ни одна парадигма – не абсолютная истина, выбирайте ту, которая поможет в достижении вашей цели. Если вы не знаете, как определить цель, прислушайтесь к вселенной (или провозгласите во имя вашего любимого божества) и исполните её (его) волю как более информированную, чем ваша воля.

Именно в пространстве овладения парадигмами люди отказываются от пристрастий, живут в радости, свергают империи, идут в заточение, на сожжение в костре, на распятие или на расстрел, оказывают воздействия, длящиеся тысячелетиями.

Вернёмся от возвышенного к смешному, от просвещения к предупреждениям. Много чего ещё следует сказать для уточнения нашего списка. Он является предварительным, и порядок важности не очень жёсткий. Для каждого пункта существуют исключения. Хотя список варился в моём подсознании в течение многих лет, это не сделало из меня Сверхчеловека. Я много времени потратила, пробегая список сверху вниз и обратно, пытаясь отыскать рычажные точки везде, где только возможно. Чем сильнее точка, тем больше система сопротивляется её активации, – именно поэтому общества уничтожают своих наиболее просвещённых членов.

Я не думаю, что существуют лёгкие способы изменения систем. Это требует трудов, будь то серьёзный анализ системы или серьёзное изменение парадигмы. В конечном счёте, похоже, что «рычажные точки» меньше связаны с нажатием рычагов, чем со строгим предметным мышлением и стратегическим, глубоким, сумасшедшим преодолением незнания.