**Донелла Медоуз. Азбука системного мышления**

Каждый, кто прочтет Азбуку системного мышления, заметит, какие ужасающие невежество и некомпетентность проявляют наши политики, экономисты и управленцы в обращении со сложными динамическими системами. Книга Донеллы Медоуз показывает, как можно достичь устойчивых и полезных для всех результатов. Только преодолев невежество, мы сможем прийти к лучшему будущему.



Любопытно, что среди своих коллег в предисловии к книге Донелла упоминает Питера Сенге (автора [Пятой дисциплины](http://baguzin.ru/wp/?p=1200))…

Одна из задач книги — научить читателей понимать основы поведения сложных систем, чтобы с ними можно было успешно взаимодействовать.

**Введение: системный взгляд**

Лица, принимающие решения, сталкиваются **не** с отдельными, не зависящими друг от друга проблемами, а с постоянно меняющейся ситуацией, в которой сложные сочетания изменяющихся проблем взаимодействуют и влияют друг на друга. Я называю это беспорядком... Лица, принимающие решения, не решают проблемы, они лишь управляют беспорядком.
[Рассел Акофф](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BA%D0%BE%D1%84%D1%84%2C_%D0%A0%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B5%D0%BB_%D0%9B%D0%B8%D0%BD%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD), специалист по теории управления

Почему пружина Слинки (как на обложке) колеблется вверх-вниз? Ответ заключается в конструкции игрушки. Руки лишь подавляют или высвобождают поведение, *изначально свойственное пружине*.

Суть системного подхода. Если удается установить взаимосвязь между структурой и поведением, то мы начинаем понимать, как работают системы, почему они дают те или иные результаты, и как изменить поведение таким образом, чтобы достичь лучших результатов. Системное мышление позволяет устанавливать настоящие причины проблем и находить способы их разрешения.

Отклик системы на внешние воздействия — это прежде всего свойство самой системы. Система сама определяет свое поведение в долговременной перспективе. Внешние воздействия могут высвобождать и активизировать поведение системы, но то же самое внешнее воздействие, приложенное к другой системе, вероятнее всего, приведет к совершенно другим результатам. Так, например, компании крайне редко теряют свою долю рынка из-за конкурентов. Те, конечно, извлекут из этого выгоду, но причины потерь заключаются (как минимум, частично) в деловой политике самой компании.

Нас всех учили анализировать, использовать рациональное мышление, устанавливать прямые связи между причиной и следствием, изучать новое небольшими порциями, легкими для понимания. Нас также учили, что проблемы можно решить, приняв конкретные меры, что миром вокруг нас можно управлять. Такое обучение позволяет обрести индивидуальную и общественную власть, и оно же заставляет нас считать виновниками всех проблем президентов, конкурирующие на рынке компании, организации вроде ОПЕК…

Некоторые системные архетипы:

* Поскольку в сложных системах обратная связь имеет запаздывание, к тому моменту, когда проблема становится явной, ее уже гораздо сложнее разрешить. – Проблемы растут как снежный ком.
* В соответствии с принципом конкурентного исключения, если усиливающий цикл обратной связи вознаграждает победителя в соревновании дальнейшими выигрышами, то рано или поздно большинство конкурентов из соревнования будут исключены. — Богатые становятся еще богаче, а бедные еще беднее.
* Многообразные системы с большим количеством связей и резервных циклов демонстрируют большую стабильность и меньшую подверженность внешним воздействиям, чем однородные системы с малым разнообразием. — Не кладите все яйца в одну корзину.

Психологически и политически мы склонны искать причину проблем, прежде всего, вовне, а не внутри. Практически невозможно удержаться от искушения обвинить кого-то или что-то снаружи, ведь это позволяет переложить ответственность на кого-то другого. Нам тогда потребуется лишь найти заветную кнопку управления, принять волшебную пилюлю или таблетку, создать нужный вид продукции — то есть найти техническое средство устранения проблемы. Мы привыкли решать серьезные проблемы, сосредотачиваясь на внешних факторах… Добиться улучшения можно только в том случае, если люди начнут использовать свою интуицию, перестанут искать виноватых, поймут, что источник проблем имеет системный характер, и отважатся на то, чтобы изменить *структуру*.

Системное мышление и системный подход позволяют нам использовать интуицию, чтобы:

* развить способности к пониманию составных частей систем;
* улавливать взаимосвязи;
* задавать вопросы «Что, если...?» и анализировать будущее поведение систем,

а также

* уметь и не бояться менять структуру системы.

И тогда нам удастся изменить и себя, и мир вокруг нас.

**Притча о слепцах и слоне**

По ту сторону от Эль-Гхора был город, все жители которого были слепыми. Однажды поблизости от города, в пустыне, расположился лагерем чужеземный царь со своим войском. В нем был огромный боевой слон, наводивший ужас на врагов одним своим видом.

Всем жителям города не терпелось узнать, что это такое — слон. Чтобы выяснить это, несколько слепцов отправились на его поиски. Не имея ни малейшего представления о том, какие бывают слоны, они принялись ощупывать его со всех сторон. И каждый, потрогав какую-то одну часть, решил, что теперь он знает о слонах все.

Трогавший ухо сказал: «Слон — это нечто большое, широкое и шершавое, как ковер».

Тот, кто касался хобота, сказал: «У меня есть о нем подлинные сведения. Он похож на большую пустую трубу, что внушает страх и сеет разрушение».

Тот, кто ощупывал ногу, сказал: «Слон могуч и крепок, как колонна».

Каждый познал лишь часть целого. И каждый был неправ...

Эта древняя суфийская притча служила многим поколениям уроком, который мы, к сожалению, часто упускаем из виду: *нельзя понять поведение системы лишь по составляющим ее частям*.

**Глава 1. Системные структуры и поведение. Основы**

Система — это совокупность элементов, связанных между собой и согласованно действующих для достижения определенной цели. Системы строятся на трех обязательных составляющих: элементы, взаимосвязи и назначение (или цель).

*Вы думаете, что если вы знаете, что такое «один», то вы знаете и что такое «два», потому что один и один будет два. Но вы забываете о том, что должны понимать, что такое «и».
Суфийская притча*

Многие взаимосвязи в системах реализуются через потоки информации. Информация связывает систему в единое целое и во многом определяет ее поведение. Лучший способ установить цель системы – понаблюдать какое-то время за ее поведением.

Обычно система остается самой собой и меняется очень медленно (если вообще меняется), несмотря на полное обновление ее элементов — до тех пор, пока сохраняются цели системы и структура взаимосвязей. А вот если меняются взаимосвязи, то система может претерпеть значительные изменения.

Наименее явная часть системы — ее назначение или цель — оказывает определяющее влияния на поведение системы.

Изменение цели может полностью преобразовать систему, даже если все ее элементы и взаимосвязи остались на месте. Элементы — те части системы, которые нам проще всего заметить, — чаще всего (хотя и не всегда) оказывают наименьшее влияние на отличительные черты системы. Но только в том случае, если изменение элемента не приводит к изменению взаимосвязей или цели.

Запас (или уровень) — это то, что имеется в определенном количестве, накоплено за какой-то период времени, запасено в материальной форме или в виде информации. Запасы и уровни отражают хронологию изменений потоков в системе. Уровни меняются во времени в результате работы потоков. Потоки могут быть входящими – увеличивающими уровень, или исходящими – понижающими уровень (рис. 1).



Рис. 1. Как читать потоковые диаграммы. В этой книге запасы или уровни изображаются прямоугольниками, а потоки — «трубопроводами» со стрелками, ведущими к прямоугольнику или из него. На каждом трубопроводе изображен «вентиль», который можно либо открывать больше или меньше, регулируя поток, либо держать в полностью открытом или полностью закрытом состоянии. «Облака» в начале и конце схемы символизируют источник и сток соответствующего потока, их физический смысл нам не важен.

Если сумма всех выходных потоков равна сумме всех входных потоков, уровень или объем запаса будет неизменным; в таких случаях устанавливается динамическое равновесие на уровне, который наблюдался в тот момент, когда потоки сравнялись. Людям свойственно обращать внимание в первую очередь на запасы, а не на потоки. А если уж мы обращаем внимание на потоки, то в первую очередь на входящие, и лишь затем на выходящие.

Подобным образом компании могут поддерживать большой штат сотрудников: либо нанимать больше новых работников, либо принимать меры, чтобы не уходили прежние (и чтобы их не за что было увольнять). Причем стоимость этих двух стратегий может очень сильно отличаться.

Изменение запасов и уровней требует времени. Чтобы был эффект, потоки должны действовать некоторое время. Это ключ к пониманию поведения систем. Запасы обычно изменяются медленно, даже если входные и выходные потоки меняются очень резко. Это приводит к возникновению запаздываний и служит в системе своего рода буфером, смягчающим внешние воздействия.

Запаздывания, вызываемые в системах медленным изменением запасов, могут приводить к проблемам, но могут и способствовать стабильности системы. Если вы имеете представление о скорости изменения запасов, то не будете ожидать быстрых подвижек там, где они в принципе не могут быть быстрыми. И не станете раньше времени бросать начатое. Запасы выполняют еще одну очень важную функцию в системе, и она приведет нас прямиком к понятию обратной связи. Наличие запасов позволяет входным и выходным потокам существовать независимо. Какое-то время система может позволить этим потокам не уравновешивать друг друга.

Величину запасов отслеживают постоянно, и на основе этих данных принимают решения и меры по увеличению или уменьшению запасов или по поддержанию их в определенных пределах. Специалисты по динамике систем представляют себе мир как совокупность запасов с механизмами, которые регулируют их уровень за счет управления потоками. *Системные мыслители рассматривают мир как совокупность обратных связей*.

Демонстрация определенного типа поведения в течение продолжительного времени — первый признак того, что в системе присутствует обратная связь. Циклы обратной связи могут удерживать уровень запаса в определенных пределах, заставлять его расти или уменьшаться. В любом случае потоки, ведущие к запасу или исходящие из него, меняются в зависимости от величины самого запаса.

Цикл (петля) обратной связи представляет собой цепочку причинно-следственных связей, исходящую из запаса и возвращающуюся к нему же. Связи реализуются через набор решений, правил, физических законов или действий, зависящих от величины самого запаса. Изменение запаса вызывает изменение потока, в свою очередь, вызывающее дальнейшее изменение запаса, и т. д.

Петли обратной связи, стабилизирующие запас на каком-то уровне, позволяющие его регулировать и достигать желаемого значения, называются балансирующими циклами обратной связи. Внутри такого цикла на диаграмме ставится буква «Б». Балансирующие циклы стремятся к достижению какого-то значения, к стабилизации (рис. 2).



Рис. 2. Балансирующий цикл обратной связи

Балансирующие циклы обратной связи служат выравнивающими структурами в системе, позволяют достичь желаемого значения, выполняют функции одновременно источника стабильности и противодействия изменениям.

Усиливающие циклы обратной связи раскручивают сами себя, приводя к экспоненциальному росту или даже выходу системы за пределы. Они встречаются в системах всякий раз, когда какой-либо запас обладает способностью воспроизводить себя или какую-то свою часть (рис. 3).



Рис. 3. Усиливающий цикл обратной связи

Усиливающие обратные связи встречаются очень часто, поэтому полезно знать одну их характерную особенность: время удвоения — время, необходимое экспоненциальному росту для того, чтобы удвоить величину запаса, — приблизительно равно отношению 70 к скорости роста, выраженной в процентах. Например, если вы положили в банк 100 долларов под 7% годовых, то сумма увеличится вдвое через 10лет (70 / 7 = 10). Если банковская ставка всего 5%, то для удвоения суммы на счете потребуется 14 лет.

Если вы начнете везде замечать действие обратных связей, значит, вы превращаетесь в системного мыслителя. Вместо того, чтобы замечать, только как А вызывает Б, вы начнете задумываться, а нет ли еще и влияния Б на А и не усиливает ли (или ослабляет) А самое себя. И когда по радио передадут, что Федеральный резервный банк принимает какие-то меры, чтобы регулировать экономику, вы сразу сделаете вывод, что и экономика как-то повлияла на Федеральный резервный банк. И когда кто-то скажет вам, что рост населения вызывает распространение нищеты, вы зададитесь вопросом «Не может ли нищета приводить к росту численности населения?»

Вместо того чтобы искать виноватых, вы спросите себя: «Какова эта система?» Понятие обратной связи приводит нас к осознанию того, что система может быть причиной своего собственного поведения.

**Глава 2. Краткий обзор систем разных типов**

**Системы с одним запасом.** Запас и два балансирующих цикла обратной связи (циклы конкурируют между собой) — так работают обогреватели с термостатом (рис. 4).



Рис. 4. Температура в помещении регулируется обогревателем с термостатом

Информация, получаемая за счет обратной связи, может повлиять только на будущее, предстоящее поведение; внутри системы информация распространяется с запаздыванием, и воздействие не может быть настолько быстрым, чтобы моментально скорректировать поведение, вызвавшее текущую обратную связь. Лицо, принимающее решение на основе обратной связи, не может изменить текущее поведение системы, вызвавшее эту обратную связь; все принимаемые решения повлияют только на ее поведение в будущем. Доминирование — очень важное понятие в системном мышлении. Если один цикл доминирует над другим, он в большей степени определяет поведение системы. Системно-динамический анализ не предназначен для того, чтобы предсказывать, что произойдет. Он позволяет выяснить, что может произойти, если те или иные движущие силы поведут себя так или иначе.

Запаздывание в балансирующем цикле обратной связи приводит систему к колебаниям. Запаздывания и задержки могут очень сильно влиять на системы — во многом они определяют тип поведения систем.

**Система с двумя запасами.** Невозобновляемый запас препятствует использованию возобновляемого запаса: экономика нефтяной отрасли. Любая физически растущая система рано или поздно столкнется с тем или иным типом ограничения. Подобное ограничение сыграет роль балансирующего цикла обратной связи, который тем или иным образом обратит доминирование усиливающего цикла, ответственного за рост,— либо за счет увеличения потоков на выходе, либо за счет уменьшения потоков на входе в систему. Рост в среде, которая накладывает свои ограничения, встречается очень части. Настолько часто, что специалисты по системному мышлению называют это архетипом «пределов роста».

Использованию возобновляемых запасов препятствуют ограничения самих возобновляемых запасов: экономика рыболовецкой отрасли.

Невозобновляемые ресурсы ограничены объемами запасов. Возобновляемые ресурсы ограничены скоростью производства.

**Глава 3. Почему системы так эффективны**

Важно уметь выделять три основных качества, свойственных системам: устойчивость к внешним воздействиям, способность к самоорганизации и иерархическое строение.

**Устойчивость к внешним воздействиям.** Устойчивость к внешним воздействиям – способность восстановить свою форму, вернуться в исходное положение и состояние после внешнего воздействия. Способность выдерживать внешние воздействия возникает благодаря сложной структуре многочисленных обратных связей.

Популяции и экосистемы тоже имеют способность «учиться» и развиваться за счет своего невероятно богатого генетического разнообразия. Устойчивость вовсе не синоним неподвижности или постоянства. Неизменные, постоянные во времени системы, напротив, могут быть очень хрупкими. Статичную стабильность можно увидеть. Ее параметры можно измерить в любой момент времени. Упругость и способность переносить внешние воздействия разглядеть необычайно трудно. Из-за того, что устойчивость неочевидна (если только вы не используете системный подход), люди часто пренебрегают ею и стремятся достичь видимой стабильности, производительности или других легко узнаваемых характеристик и качеств системы.

Большие организации любого типа, от корпораций до правительств, утрачивают устойчивость просто потому, что механизмы обратных связей, благодаря которым они получают информацию и реагируют на окружающие условия, должны преодолеть слишком много последовательных запаздываний и искажений.

Системами нужно управлять, уделяя внимание не только производительности или стабильности. Необходимо поддерживать их устойчивость и упругость — способность выдерживать внешние воздействия и успешно восстанавливаться после них.

Способность систем усложнять свою собственную структуру называется **самоорганизацией**. Способностью к самоорганизации часто жертвуют в пользу краткосрочного увеличения производительности и стабильности, точно так же, как это происходит с устойчивостью. Производительность и стабильность — самые частые аргументы для того, чтобы превратить людей, существ изначально талантливых и творческих, в примитивные механические придатки к производственным процессам. Эти же мотивы лежат в основе бюрократических систем и теорий управления, оперирующих людьми, словно бездушными единицами.

Способность к самоорганизации порождает разнородность и непредсказуемость. Она может вырастить новые структуры, создать новые способы существования и виды деятельности. Многие правительства очень не хотят, чтобы население их стран самоорганизовывалось. Иногда самоорганизацию пытаются запретить, прикрываясь именем закона и порядка, и тогда наступают долгие периоды застоя и серости, безжалостные к любому творческому начинанию. Специалисты по теории систем раньше полагали, что самоорганизация — настолько сложное свойство систем, что оно непознаваемо в принципе. Но прошло время, и новые открытия показали, что нескольких несложных принципов организации вполне достаточно для того, чтобы получить широчайшее разнообразие самоорганизующихся структур (рис. 5).



Рис. 5. Даже очень сложные и замысловатые формы — такие, как показанные здесь кривые Коха — могут возникать из набора простых правил или принципов построения

Протяженность сторон снежинки Коха можно увеличивать до бесконечности, но при этом «снежинка» ограничивает конечную площадь. Эта фигура — один из простейших примеров фракталов, самоподобных объектов.

Когда в самоорганизующихся системах создаются новые структуры и увеличивается сложность, очень часто возникает иерархическое соподчинение, **иерархия**. Иерархия — выдающееся изобретение в системном мире, и не только из-за того, что она придает системам устойчивость и способность выносить внешние воздействия, но и потому, что благодаря ей уменьшается количество информации, которое каждая часть системы должна постоянно хранить и отслеживать. В иерархических системах отношения внутри каждой подсистемы теснее и прочнее, чем отношения между подсистемами.

Исходная цель любой иерархии — помочь создавшим ее подсистемам работать лучше. К сожалению, к тому моменту, когда иерархия становится хорошо развитой, эту исходную цель довольно часто напрочь забывают и верхние, и нижние уровни. Иерархии начинают работать неподобающим образом; именно по этой причине многие системы так и не достигают своих целей.

Если клетки организма перестают выполнять свои функции в рамках иерархии и начинают бесконтрольно делиться, мы называем это раком. Если студенты считают, что их основная задача — получать хорошие оценки (а не знания!), то начинается повальное списывание, использование шпаргалок, приводящее к противоположным результатам. Если интересы подсистемы достигаются в ущерб интересам системы в целом, такое поведение называют субоптимизацией. Не только субоптимиэация, но и чрезмерный контроль, до предела централизованное управление, могут наносить системе вред. В экономике много примеров чрезмерного контроля из центра, касается ли это отдельных предприятий или целых стран.

**Глава 4. Почему поведение систем бывает таким неожиданным**

Поведение даже самых простых систем могло вас озадачиться. То, что системы ведут себя неожиданно, характеризует не только системы, но и нас самих. Сравнение знаний о реальном мире с тем, что я знаю (или думаю, что знаю) о динамических системах, всегда показывает, что наш уровень знаний не стоит переоценивать. Большинство людей никак не ожидает того, насколько быстрый рост способна вызывать экспоненциальная зависимость. И мало кто может интуитивно уловить, как погасить колебания в сложной системе.

Все, что, как нам кажется, мы знаем о мире, — модель. Наши модели очень хорошо соотносятся с реальностью, но вместе с тем они далеки от того, чтобы представлять мир во всей полноте.

Динамические системы часто ведут себя неожиданно. Это следствие того, что наши мысленные модели дают сбой и не могут достаточно точно описать реальный мир. Необходимо знать, что такое ложные границы и ограниченная рациональность, не забывать об ограничивающих факторах, нелинейных зависимостях и запаздываниях. Если не учитывать ключевые свойства систем — устойчивость, самоорганизацию и иерархическое строение — то их структура и поведение будут истолкованы неправильно, и успешно взаимодействовать с ними станет невозможно.

Системы могут вводить нас в заблуждение тем, как они себя преподносят (или мы «сами обманываться рады») — в виде последовательности событий. События — видимая часть айсберга, причем не самая важная. Мы склонны меньше удивляться в том случае, если в событиях можно уловить определенную последовательность, динамический тип поведения. Поведение системы определяет ее характеристики во времени — рост, застой, упадок, колебания, случайные флуктуации, эволюционные изменения. Когда системный мыслитель обнаруживает проблему, первым делом он собирает данные об истории системы, включая графики ее поведения во времени. Поведение за продолжительный срок позволяет подобраться к структуре системы, лежащей в основе этого поведения. А структура, в свою очередь, — ключ к пониманию не только того, что происходит, но и почему. Структура системы — это совокупность запасов, потоков и обратных связей. Структура определяет, какое поведение изначально присуще системе. Балансирующий цикл обратной связи, стремящийся добиться конкретной цели, способствует достижению динамического равновесия, а потом поддерживает его. Усиливающий цикл порождает экспоненциальный рост. Связанные вместе, эти циклы могут демонстрировать и рост, и упадок, и равновесие. Если в них, к тому же, заложены запаздывания, то могут возникать еще и колебания.

Б*о*льшая часть аналитических обзоров в мире посвящена событиям, несмотря на то, что это очень поверхностный подход. Такие объяснения не дают никакой возможности предсказать, что будет дальше. На их основании невозможно изменить поведение системы. Экономические аналитики иногда спускаются на один уровень глубже, к поведению системы во времени. Эконометрические модели стараются обнаружить статистически значимые связи между тенденциями, наблюдавшимися в прошлом. Модели, основывающиеся на поведении, полезнее, чем модели на основе событий, но и у них есть принципиальные недостатки. Во-первых, они, как правило, преувеличивают значение системных потоков и недооценивают значение запасов. Во-вторых (и это более серьезный недостаток), в попытках определить статистические зависимости между потоками специалисты-эконометрики ищут то, чего на самом деле не существует. *Нет никаких причин считать, что один поток имеет какую-либо устойчивую связь с каким-либо другим потоком.* Потоки увеличиваются и уменьшаются, возникают и иссякают, причем в самых разных сочетаниях, и происходит это в зависимости от значений запасов, а не других потоков. Основанные на поведении эконометрические модели хорошо подходят для краткосрочного прогнозирования в экономике, но совершенно не годятся для долгосрочных прогнозов. А уж в вопросах, как улучшить состояние экономики, от этих моделей вообще нет никакого толку.

Это еще одна причина того, что поведение систем часто бывает для нас неожиданным. Происходящие события поглощают все наше внимание. Мы не изучаем их историю, и нам не хватает опыта и знаний, чтобы от истории перейти к структуре системы. А ведь именно она определяет поведение системы и последовательность событий.

**Линейное мышление в нелинейном мире**. В мире очень много нелинейных зависимостей. Наше привычное мышление линейно, поэтому мы наталкиваемся на столько неожиданностей. Нелинейности важны не только потому, что такие связи между действием и откликом не соответствуют нашим ожиданиям. Они важны в первую очередь из-за того, что изменяют относительную мощность циклов обратной связи. Они могут заставить систему переключиться с одного вида поведения на другой.

**Несуществующие границы**. Отдельных, изолированных систем не существует. Мир непрерывен. Где провести искусственную границу вокруг системы, зависит от того, какая перед нами цель — на какие вопросы надо найти ответ. Вокруг системы нет какой-то одной, раз и навсегда определенной границы. Нам приходится их придумывать, чтобы модель была доходчивой и адекватной. Если забыть, что эти границы мы искусственно воздвигли сами, могут возникнуть большие проблемы. В идеале для каждой новой проблемы нам надо заново отыскивать подходящие границы, а для этого нужна определенная гибкость мышления. Мало кто ею обладает. Мы привязаны к мысленным границам, которые однажды выбрали и к которым уже успели привыкнуть.

**Уровни пределов**. Закон лимитирующего фактора: в любой момент времени для системы наиболее важен тот входной поток, который оказывает самое сильное лимитирующее воздействие. Любой рост сужает или расширяет пределы и тем самым меняет сущность ограничения: лимитирующим становится другой фактор. Настоящее понимание роста выражается в том, чтобы переключать внимание с факторов, имеющихся в изобилии, на те, которых может оказаться недостаточно, то есть те факторы, которые станут лимитирующими в будущем. Только в этом случае можно по-настоящему управлять процессом роста. У роста всегда будут пределы. Они могут быть внутренними, но если их нет, тогда их установит система.

**Вездесущие запаздывания**. Запаздывания присутствуют везде, во всех системах. Любой запас обязательно связан с запаздыванием. Большинство потоков имеют запаздывания: задержки при поставках, задержки восприятия, запаздывания при производстве, задержки в развитии. Если в циклах обратной связи есть длительные запаздывания, то для управления системой необходимо умение предвидеть. К тому моменту, когда проблема станет очевидной, основные возможности решить ее уже будут упущены.

**Ограниченная рациональность**. Теория ограниченной рациональности полагает, что люди принимают вполне рациональные решения, но на основе только той информации, что им доступна в данный момент. Идеально полной информации не бывает, особенно об удаленных частях системы. Рыбаки не знают, сколько рыбы еще осталось, и тем более им неизвестно, сколько рыбы выловят в тот же день другие рыбаки. Предприниматели не могут знать, во что планируют вложить средства другие предприниматели, что захотят приобрести покупатели, насколько конкурентоспособной окажется выпущенная продукция.

Вместо того, чтобы найти оптимальное решение в долговременной перспективе, мы выбираем вариант из довольно ограниченного списка сиюминутных решений и упорно придерживаемся такой тактики. Только совершенно тупиковая ситуация может заставить нас изменить поведение. Мы неверно оцениваем риск, полагая что-то слишком опасным, тогда как на самом деле опасность преувеличена, но при этом пренебрегаем реально существующей опасностью. Наше внимание поглощено настоящим; недавним событиям уделяется слишком много внимания, а прошлому — слишком мало. Теория ограниченной рациональности бросила вызов политэкономии Адама Смита, господствовавшей двести лет.

Чтобы изменить ситуацию, прежде всего надо выйти за рамки информации, доступной в данной точке, и получить общее представление о системе в целом. Просто удивительно, как быстро и легко меняется поведение, если хотя бы немного раздвинуть ограниченную рациональность за счет более полной и оперативной информации. Ограниченная рациональность каждого участника системы может приводить к решениям, которые вовсе не благоприятны для системы в целом.

**Глава 5. Системные ловушки и возможности**

Чтобы сложные системы озадачивали нас меньше, надо учиться определять их поведение, ценить и использовать сложность мира. Системные структуры, которые генерируют часто встречающиеся типы проблемного поведения, мы называем архетипами. Просто понимать структуру архетипов, генерирующих проблемное поведение, недостаточно. Пытаться загнать их в какие-то рамки абсолютно бесполезно, надо менять их структуру. Вину за разрушения, к которым они способны привести, часто возлагают на отдельных участников системы или какие-то события, но на самом деле все это — следствие самой структуры системы.

**Сопротивление внешнему влиянию: неудачные попытки все исправить**. Сопротивление внешнему влиянию проистекает из ограниченной рациональности участников системы, каждый из которых преследует собственные цели. Один из способов преодолеть сопротивление внешнему влиянию — перебороть его силой! Другой способ преодолеть сопротивление внешнему влиянию противоречит тому, что говорит интуиция, поэтому обычно он даже в голову никому не приходит. Отступить. Прекратить воздействие извне, ведь оно все равно не дает результата. Перенаправить силы и средства всех сторон с силового противостояния на что-нибудь более важное и полезное. Третий и самый действенный метод преодолеть сопротивление — каким-то способом выровнять цели в подсистемах: например, предложить общую для всех участников цель, позволяющую им выйти за рамки собственной ограниченной рациональности.

**Трагедия общин (ресурсов общего пользования)**. В любой такой системе, прежде всего, есть ресурс, находящийся в общественном пользовании. После определенной критической точки начнет работать закономерность: чем меньше останется ресурса, тем меньше его способность к самовосстановлению, и тем скорее он будет полностью разрушен. Трагедия общин возникает там, где обратная связь от ресурса либо сильно запаздывает, либо приходит не в ту точку и не ограничивает численность потребителей ресурса. Трагедии общин можно избежать, и таких способов три:

* обучать и убеждать;
* приватизировать общественный ресурс; его необходимо разделить таким образом, чтобы каждый получал результат от своих собственных действий
* управлять общинами; управление может принимать разные формы, от полного запрета определенных видов деятельности до распределения квот, выдачи разрешений и лицензий, введения налогов и экономических стимулов.

**Стремление к худшему**. Некоторые системы не только противятся внешнему влиянию и пребывают в неизменно плохом состоянии — их положение становится все хуже. Примерами могут служить потеря доли рынка в бизнесе, постоянное ухудшение качества услуг в больницах, все большее загрязнение рек и воздуха, увеличение полноты вопреки всем диетам. хорошим. Когда текущее состояние меняется, лучшие результаты подвергаются сомнению и отбрасываются, а худшие застревают в памяти. Точки отсчета не абсолютны. Когда ощущаемое состояние ползет вниз, то и цели становятся скромнее. Чем хуже ощущаемое состояние системы, тем ниже становится желаемое состояние. Чем ниже желаемое состояние, тем меньше разница между ощущаемым и желаемым, тем менее активные меры мы принимаем. Чем слабее наши действия, тем хуже состояние системы. Если не воспрепятствовать этому циклу, он приведет к постоянному ухудшению состояния системы. Другие названия такой системы: «уменьшение ожиданий», «деградация целей», «синдромом вареной лягушки». Если бы состояние системы ухудшилось разом, мы бы тут же отреагировали и приняли меры. Но ухудшение происходит так медленно, что мы успеваем забыть или просто не верим, насколько лучше было раньше. Все пребывают в состоянии самоуспокоенности, наши ожидания становятся все меньше и меньше, тем меньше усилий мы предпринимаем и тем хуже состояние. От уменьшения ожиданий есть только два средства спасения. Одно из них состоит в том, чтобы иметь абсолютные точки отсчета, не зависящие от ощущаемого состояния. Другое — сделать ожидания зависимыми от наилучшего состояния в прошлом, а не от худшего.

**Эскалация конфликта**. «Я дам сдачи!» — вот решение, которое ведет к эскалации конфликта. Работает усиливающий цикл, в котором каждая сторона пытается пересилить противника. Цель у каждой части системы не абсолютная (ее нельзя точно установить, словно желаемую температуру в комнате, на 18°С), она зависит от состояния другой части системы. Самые известные и пугающие примеры — гонка вооружений и те горячие точки на планете, где непримиримые враги живут в непосредственной близости и постоянно находятся на грани вооруженного конфликта. Другим примером могут служить ценовые войны, демпинг: один из конкурентов снижает цены, что вынуждает другого понизить цены еще больше, поэтому первый вынужден снова уменьшить цену. Эскалацией руководит усиливающий цикл обратной связи. Он носит экспоненциальный характер. Один из способов выбраться из ловушки эскалации — одной из сторон добровольно разоружиться, по собственной воле сделать шаг назад, и тогда через некоторое время конкурент тоже отступит. С точки зрения обычной логики это решение парадоксально. Но в реальной жизни оно может сработать, если отступающая сторона действует с решимостью и имеет достаточно сил, чтобы выдержать кратковременный период, пока у конкурента будет преимущество. Существует еще один, более привлекательный способ остановить эскалацию: договориться о взаимном разоружении. Это приводит к изменению структуры системы, меняет ее строение. Создается новый набор балансирующих управляющих циклов, они не дают соревнованию выйти за определенные рамки.

**Успех к успеху: конкурентное исключение**. Эта системная ловушка встречается везде, где победитель в соревновании получает не только награду, но и возможность стать еще более конкурентоспособным в последующих соревнованиях. Если соревнование ведется в ограниченном пространстве, где наградой победителю служит что-то, что забирают у проигравших, то рано или поздно проигравшие разорятся, или будут вытеснены, или будут прозябать в нищете. «Успех к успеху» — хорошо известное явление в экологии, только там это называется принципом конкурентного исключения. Этот принцип гласит, что в одной и той же экологической нише не могут ужиться два разных вида, живущих за счет одинаковых ресурсов. Две фирмы, конкурирующие на одном и том же рынке, подобны двум видам в одной экологической нише, их поведение будет таким же. Некоторые считают, что распад СССР опровергает теорию Карла Маркса, но на самом деле его утверждения о том, что конкуренция на рынке в итоге приводит к отсутствию конкуренции, подтверждается везде, где есть или была такая конкуренция. Видам в природе и компаниям на рынке иногда удается вырваться из системы с конкурентным исключением за счет более разностороннего развития. Компании могут разработать новый продукт или вид услуги, который не находится в прямой конкуренции с существующими продуктами и услугами. Рынки стремятся к образованию монополий, а экологические ниши — к выживанию единственного вида, но они также дают ответвления и создают разнообразие, новые рынки, новые виды. Со временем и они, конечно, столкнутся с конкурентами, и тогда система снова будет стремиться к конкурентному исключению. Очевидный путь выхода из архетипа «успех к успеху» состоит в том, чтобы периодически сводить всех к одному уровню. Налоговое законодательство, анпример, может предусматривать прогрессивную шкалу налогообложения. Механизмы выравнивания могут проистекать из общественной морали, а могут быть следствием сугубо практического соображения: если проигравшие не могут продолжать игру из-за ловушки «успех к успеху», если у них нет никаких шансов выиграть, то в отчаянии они могут разрушить все игровое поле...

**Поддерживающие средства: зависимости и мании**. (В отечественной литературе по управлению и ведению бизнеса исходное название этого архетипа часто переводится как «подмена проблемы». На самом же деле речь идет о возникновении мании, пагубной зависимости от разного рода поддерживающих средств, которые позволяют уменьшить или замаскировать симптомы, но ничего не делают для реального решения проблемы.) В некоторых системах поддерживающие средства действительно необходимы. Но они могут превратиться в системную ловушку. Допустим, управляющая обратная связь в системе не справляется с поддержанием желаемого состояния или делает это не очень эффективно. Хорошо подобранное и эффективное поддерживающее средство берет на себя часть нагрузки. Оно позволяет системе быстро прийти в желаемое состояние. Все замечательно, все рады, все довольны. Но затем исходная проблема появляется снова, поскольку ее причину никто не устранил. Поэтому поддерживающее средство приходится применять снова, и уже в большем количестве. Реальное состояние системы вновь маскируется, проблема опять не устраняется. И к поддерживающему средству приходится прибегать снова и снова. Ловушка возникает в том случае, если поддерживающее средство прямо или косвенно подрывает исходную способность системы поддерживать свое состояние. Если эта способность атрофируется, тогда для достижения желаемого эффекта нужно все больше и больше поддерживающего средства. Это ослабляет собственную способность системы еще больше и все опять идет по кругу. Зависимость дает быстрый и чреватый последствиями ответ на симптом проблемы и не дает принять действенные меры к тому, чтобы устранить саму причину и тем по-настоящему решить проблему. Насекомые угрожают посевам? К чему пересматривать фермерские методы и отказываться от монокультурных посевов, к чему изучать разрушение природных механизмов, которые раньше контролировали численность насекомых, если можно просто применить пестициды? Нашествие саранчи удастся отбить, можно будет расширить посевы монокультур, разрушить природные экосистемы еще больше. Правда, и насекомых тогда станет больше, но мы опять применим пестициды, в еще большем количестве. Проблем можно избежать, если использовать только те средства, которые увеличивают собственные способности системы удерживать свое состояние в желаемых рамках.

**Манипулирование правилами.** Везде, где есть правила, будут и попытки их обойти. Манипулирование правилами означает, что вы искажаете их смысл — следуете букве, но нарушаете дух, пренебрегаете тем, ради чего эти правила создавались. Правила надо создавать с учетом всей системы, включая те ее самоорганизующиеся части, которые могут уклоняться от исполнения правил. В системе правилами обычно манипулируют нижние иерархические уровни, причем нередко в ответ на слишком жесткие, вредные, негодные, несостоятельные, плохо определенные правила, спущенные сверху. Правила должны быть сформулированы так, чтобы направлять возможности самоорганизации в системе в позитивное русло.

**Стремление к неверной цели.** Один из самых действенных способов повлиять на поведение системы — изменить ее назначение или цель. Система, словно золотая рыбка, может приводить не к тому, что вы на самом деле хотели, а к тому, что вы сказали. Если качество образования измеряется результатами стандартизованных тестов, то система будет стремиться к тому, чтобы обеспечить результаты именно стандартизованных тестов. Самая грубая ошибка такого рода — принятие ВНП в качестве показателя успешности экономики страны. ВНП измеряет все, кроме того, ради чего действительно стоит жить.

**Глава 6. Ключевые точки — возможность изменить поведение системы**

Мы подошли к вопросу о том, как надо изменять структуру систем, чтобы они производили больше того, что мы хотим, и меньше того, что для нас нежелательно. Всякий толковый менеджер может убедительно изложить суть проблемы, определить системную структуру, которая ее вызывает, и довольно точно указать область, в которой следует искать точки воздействия — участки системы, небольшое изменение в которых может вызвать существенное изменение в поведении системы в целом. Хотя люди обычно интуитивно чувствуют, где искать рычаг воздействия, часто они применяют его не в том направлении. Ключевые точки и рычаги воздействия сложно понять на уровне интуиции. Перейдем к списку точек воздействия, составленному по порядку возрастания важности.

**12. Численные показатели: переменные, константы, а также субсидии, налоги и стандарты**. Численные характеристики и величины потоков занимают в моем списке последнее, двенадцатое место, поскольку они приводят к самым слабым изменениям в системе или не приводят к ним вообще. Это примерно то же самое, что переставлять палубные кресла на «Титанике» в надежде, что он от этого перестанет тонуть. Пожалуй, на 90%, нет, на 95%, а скорее даже, на 99% наше внимание приковано к численным параметрам, но среди них практически нет ключевых, которые можно было бы использовать как рычаги воздействия. Для людей очень важен размер налогов и минимальной заработной платы; вокруг этих показателей постоянно идут горячие споры. Но изменение этих параметров практически никогда не приводит к изменению поведения экономической системы страны. Если система пребывает в хроническом застое, то изменение параметров не может придать ей стартовый импульс. Если систему бросает из крайности в крайность, то изменение численных параметров не поможет стабилизировать ее. Если она безудержно растет, то численные изменения не остановят и даже не замедлят этот рост. Параметры становятся ключевыми, только если они могут серьезно повлиять на какой-то из более высоких пунктов в моем списке.

**11. Буфер: размер запаса, оказывающий стабилизирующее влияние, в зависимости от величины потоков.** Запасы, имеющие большую величину относительно потоков, гораздо стабильнее, чем небольшие запасы. Часто систему можно стабилизировать, просто увеличив размер буфера. Но если буфер слишком велик, система утрачивает гибкость. Она реагирует слишком медленно. К тому же большие буферы некоторых типов, например, водохранилища или склады, требуют больших расходов на строительство и поддержание. Иногда ключевая точка — увеличение или уменьшение размера буфера — изменяет поведение системы словно по мановению волшебной палочки. Но сами буферы обычно имеют большие физические размеры, и их нелегко изменить. Вот почему буферы в моем списке ключевых точек стоят на одном из последних мест.

**10. Структуры запасов и потоков: физические системы и их точки пересечения.** Система «трубопроводов» — запасы, потоки и их взаимное расположение — могут иметь огромное влияние на поведение системы. Единственный способ исправить поведение системы, спроектированной безграмотно, — изменить ее структуру. Однако часто бывает так, что физическая перестройка — самый медленный и при этом самый дорогой способ внести изменения в систему.

**9. Запаздывания: величина задержки относительно скоростей изменения системы.** Запаздывания в циклах обратной связи оказывают решающее влияние на поведение системы. Если в системе есть продолжительные запаздывания, она в принципе не способна откликаться на краткосрочные изменения. Именно поэтому все системы централизованного планирования — что в Советском Союзе, что на заводах Дженерал Моторс в США — всегда и везде работают плохо. Запаздывание в обратной связи очень важно относительно скоростей изменения запаса, который контролируется этой обратной связью. Слишком маленькие запаздывания приводят к избыточной, слишком резкой реакции — этакой погоне за собственным хвостом. Из-за такого резкого отклика колебания только усиливаются. Если запаздывание больше, то колебания будут либо равномерные, либо затухающие, либо взрывные, в зависимости от того, насколько оно велико. Слишком большое запаздывание в системе, где есть пороговое значение (предельно допустимый уровень, точка невозвращения, после которой система может разрушиться), приведет к выходу системы за пределы и катастрофе. Обычно проще замедлить скорость изменений, и тогда неизбежные запаздывания обратной связи не будут такой уж проблемой. Вот почему скорости роста в нашем списке стоят выше, чем величина запаздывания. По этой же причине в модели World Джея Форрестера замедление экономического роста дает больший эффект, чем ускорение технологического развития или полная свобода цен на рынке.

**8. Балансирующие циклы обратной связи: мощность циклов относительно воздействий, которые они пытаются скомпенсировать**. Одна из грубейших ошибок, которую порой совершают люди, — лишить систему «аварийных» механизмов отклика. Дескать, они редко используются и обходятся недешево. В кратковременной перспективе это может обойтись без последствий. Но в долговременном масштабе мы существенно сужаем тот диапазон условий, в котором система способна выжить. Мощность балансирующего цикла обратной связи важна относительно величины воздействия, которое этот цикл призван скорректировать. Если увеличивается сила воздействия, должны усиливаться и обратные связи. Система с термостатом может хорошо работать даже в холодный зимний день, но попробуйте открыть окна, и тогда мощности обогревателя не хватит, чтобы скомпенсировать такое воздействие.

**7. Усиливающие циклы обратной связи: влияние прироста на движущие циклы**. Усиливающие циклы обратной связи — это источники роста, вспышки, эрозии и разрушения в системах. Система, в которой есть бесконтрольный усиливающий цикл, в конце концов, сама себя разрушит. Вот почему их так мало. Обычно рано или поздно усиливающий цикл будет взят под контроль балансирующим циклом. Уменьшить прирост в усиливающем цикле означает замедлить рост, и чаще всего это более мощный рычаг воздействия в системе, чем попытка усилить балансирующие циклы. И уж, во всяком случае, такое ограничение гораздо предпочтительнее, чем пустить все на самотек и позволить усиливающему циклу раскручиваться дальше.

**6. Информационные потоки: структура, определяющая, кто имеет доступ к информации, а кто — нет**. Помните про счетчики в Голландии? Эта история мне очень нравится как пример сильного рычага воздействия в информационной структуре системы. Здесь не корректируется параметр, не усиливается или ослабляется существующая обратная связь, а создается новый цикл, обеспечивающий обратную связь там, где ее раньше не было. Нехватка информационных потоков — одна из самых распространенных причин плохой работы систем. Добавление или восстановление информации может быть мощным способом воздействия, причем часто организовать это проще и дешевле, чем вмешиваться в физическую инфраструктуру. Очень важно, чтобы при восстановлении обратной связи информация попала в нужное место и в явном виде. У определенной части человечества есть явная склонность к тому, чтобы избегать ответственности за свои собственные решения. Вот почему в системах так часто не хватает циклов обратной связи, вот почему такие точки воздействия часто очень популярны у обычных людей и не популярны у властей, и вот почему они так эффективны, если удается либо заставить правительство ими воспользоваться, либо добиться того же в обход властей.

**5. Правила: стимулы, наказания, принуждение**. Правила в системе определяют ее цели, границы, степени свободы. Когда в СССР к власти пришел Михаил Горбачев, он сделал открытыми информационные потоки (объявил политику гласности) и изменил экономические правила (провозгласил перестройку). В результате страна изменилась буквально до неузнаваемости. Чтобы продемонстрировать своим студентам силу правил, я обычно прошу их придумать альтернативные правила для учебных заведений. Когда мы пытаемся вообразить измененные правила и то, каким будет паше поведение, мы начинаем понимать их значение. Правила — очень сильные точки воздействия. А власть над правилами — очень большая власть. Если и вам нужно докопаться до глубинных причин сбоев в системе, проанализируйте правила и выясните, кто обладает властью над ними.

**4. Самоорганизация: добавление, изменение и эволюционные преобразования системных структур**. Одно из самых удивительных свойств, которым обладают живые и некоторые социальные системы, — это умение радикально изменять себя за счет создания абсолютно новых структур и типов поведения. В биологических системах это называется эволюцией. В экономике это может называться техническим прогрессом или социальной революцией. У специалистов по системам для этого есть термин «самоорганизация». Самоорганизация означает изменение любой ключевой точки из уже перечисленных в нашем списке: это может быть добавление совершенно новых физических структур (от крыльев и мозга до компьютеров), добавление новых балансирующих или усиливающих циклов, добавление новых правил... Способность к самоорганизации — одно из самых сильных проявлений гибкости и устойчивости системы. Система, способная к эволюции, может пережить практически любое изменение, потому что умеет изменяться сама. Самоорганизация фактически поставляет эволюции строительное сырье — необычайно разнообразный запас информации, из которого выбираются возможные варианты. И одновременно она же служит средством экспериментирования, чтобы отбирать и проверять эти варианты. Если вы осознали мощь самоорганизации, то наверняка поймете, почему биологи ценят биоразнообразие даже больше, чем экономисты восхищаются технологией и прогрессом. Чрезвычайно разнообразный запас ДНК, созданный и накопленный за миллиарды лет, — это основа эволюционного потенциала, точно так же как научные библиотеки, лаборатории и университеты, готовящие ученых, служат источниками технологического потенциала. К сожалению, люди ценят эволюционный потенциал культур даже меньше, чем понимают ценность каждой генетической вариации в мировой популяции сусликов. Возможно, причина кроется в том, что практически в каждой культуре заключена вера в превосходство своей культуры над другими. Доминирование одной-единственной культуры останавливает обучение и резко уменьшает устойчивость. Любая система (биологическая, экономическая или социальная) рано или поздно исчезнет с лица нашей быстро меняющейся планеты, если позволит себе закостенеть, перестанет эволюционировать, экспериментировать, если будет пренебрегать возможностями для развития чего-то нового. Решение в этой ситуации одно — оно очевидно, но не пользуется популярностью. Поощрение разнообразия, изменчивости, склонности к экспериментированию обычно воспринимается как потворство беспорядку и утрата контроля. Позвольте расцвести одновременно тысячам цветов — и тут такое начнется! Кто ж такое допустит? Давайте лучше озаботимся безопасностью и будем давить на рычаг в неправильном направлении, старательно изничтожая биологическое, культурное, социальное и рыночное разнообразие.

**3. Цели: назначение и функция систем.** Само стремление к уничтожению разнообразия в надежде установить контроль показывает, почему цель системы — более значимая точка воздействия, чем способность к самоорганизации. Если цель — все больше и больше загнать мир под управление одной системы централизованного планирования (империя Чингисхана, церковь, Китайская Народная Республика, сеть магазинов Wal-Mart, мир Диснея), тогда всё, что стоит в нашем списке ниже, все физические запасы и потоки, циклы обратной связи, информационные потоки, даже самоорганизующееся поведение — всё будет работать на такую цель.

**2. Система взглядов и понятий: мировоззрение, в рамках которого построена система — ее цели, структура, правила, запаздывания и другие параметры**. Разделяемые всем обществом идеи и понятия, нигде не записанные положения и нормы образуют парадигму, систему взглядов, характерную для этого общества, — набор представлений и убеждений о том, как работает этот мир. Устоявшиеся взгляды и понятия — это источники в системах. Именно на них, на принятых всеми общественных представлениях о природе реальности основаны цели систем, информационные и физические потоки, обратные связи, запасы. Как же можно изменить парадигму, сложившуюся систему взглядов? Надо сосредотачиваться на тех отклонениях и сбоях, которые старые теории не объясняют. Надо продолжать рассказывать и действовать, открыто и уверенно, с позиций новой теории. Продвигать людей, исповедующих новую парадигму, на позиции, обеспечивающие публичность и власть. Не тратить время на тех, кто ставит палки в колеса, а работать с теми, кто способен к изменениям, и с теми, кто обладает открытым мышлением, — таких людей очень много.

**1. Расширять границы мировоззрения**. Существует рычаг воздействия, который даже мощнее, чем изменение взглядов и убеждений. Он состоит в том, чтобы человек не был рабом теорий и представлений, а оставался свободным и гибким. Чтобы осознавал, что никакая теория не может претендовать на абсолютную истинность, и что всё, что мы знаем о мире, на самом деле лишь малая и крайне ограниченная часть огромной и удивительной Вселенной, лежащей далеко за пределами человеческого понимания. Чтобы мог нутром почувствовать, что у всех представлений есть рамки, и что само это представление тоже имеет определенные рамки, и что само осмысление этого — невероятно увлекательное занятие. Я знаю, что ничего не знаю. У буддистов состояние этого «незнания» называется просветлением.

Чем сильнее рычаг воздействия, тем больше система будет сопротивляться изменениям, — вот почему общество часто избавляется от тех, кто движет его вперед.

**Глава 7. Жизнь в мире систем**

Люди, выросшие в промышленно развитом мире, узнав о системном мышлении, иногда впадают в крайность в своем энтузиазме и совершают большую ошибку, полагая, что в системном анализе, во взаимном увязывании массы параметров, в учете сложных влияний и в применении мощных компьютеров кроется ключ к предсказанию будущего и управлению им. Эта ошибка вызвана тем, что парадигма промышленного мира предполагает, что у предсказания и контроля есть ключ... Самоорганизующиеся, нелинейные системы с обратными связями не предсказуемы в принципе. Их невозможно контролировать. Точно предсказать будущее и полностью подготовиться к нему невозможно.

Тем, кто привык считать себя властителями мира, трудно принять неопределенность, свойственную системному мышлению. Если вы не в состоянии понять, предсказать и взять под контроль, то что же еще остается делать? Системное мышление ведет к другому заключению — очевидному, простому, которое так и напрашивается, только надо отказаться от иллюзии контроля. Делать можно многое, и у этого «делания» есть разновидности. Будущее нельзя предсказать, зато его можно вообразить и с любовью воплотить в жизнь. Системы нельзя контролировать, зато их можно создавать и переделывать. Мы не можем ринуться вперед и обеспечить себе полностью предсказуемый мир без сюрпризов, но мы можем ожидать эти сюрпризы, учиться на них и даже извлекать выгоду. Мы не можем навязать системе свою волю. Зато можно прислушаться к тому, что система сама сообщает нам, и найти способ, благодаря которому ее свойства и наши качества вместе смогут привнести в мир нечто лучшее, чем может создать одна наша воля.

**Почувствуйте ритм системы**. Надо начинать с изучения поведения системы, потому что это фокусирует ваше внимание на фактах, а не теориях. Иначе вы можете пасть жертвой собственных или чужих заблуждений и неправильных представлений. Просто поразительно, как много может быть превратных представлений. Особенно интересно наблюдать, как изменяются различные элементы в системе — согласованно или нет. Непосредственное наблюдение позволяет сразу отказаться от многих поверхностных предположений. Изучение поведения системы заставляет прибегнуть к динамическому, а не статическому анализу. Хронология изменения нескольких переменных позволит не только уточнить, какие в системе есть элементы, но и как они могут быть связаны между собой. Наконец, изучение истории системы позволяет избавиться от скверной привычки определять проблему не по текущему поведению системы, а по нехватке нашего излюбленного средства решения. Обычно решение состоит в том, чтобы «предсказать, взять под контроль, заставить». И никто не уделяет внимания тому, что система делает, и не интересуется, почему…

**Вынесите свои мысленные модели на свет Божий**. Вы не обязаны фиксировать свои мысленные модели на бумаге в виде структурных схем и уравнений, хотя это было бы полезно. Вполне достаточно изложить их суть в словесной форме, в виде картинок или стрелок, показывающих, что, по вашему мнению, с чем связано. Чем больше вы практикуетесь в этом, независимо от выбранной формы, тем четче и гибче будет ваше мышление, тем быстрее вы сможете исправлять ошибки и тем проще вам будет примириться с неопределенностью. Гибкость мышления — это готовность и умение раздвигать границы, способность замечать, что система изменила поведение, умение изменять структуру системы. В мире гибких систем без гибкого мышления не обойтись.

**Уважайте, цените и распространяйте информацию**. Подозреваю, что большая часть проблем в системах связана именно с искажением, запаздыванием или отсутствием части информации. Вы даже не представляете себе, насколько лучше может работать система, если давать ей более полную, точную и своевременную информацию. Информация — это власть. Любой, кто жаждет власти, моментально усваивает эту истину.

**Используйте правильный язык и обогащайте его системными понятиями**. Фред Кофман писал: «На самом деле мы не говорим о том, что видим, а видим только то, о чем можем говорить». Общество, которое постоянно говорит о производительности, но едва понимает (и еще меньше использует) понятия гибкости и устойчивости, станет производительным, но не гибким и не устойчивым.

**Уделяйте внимание всему, что важно, а не только тому, что можно подсчитать**. Создается впечатление, что всё, что поддается исчислению, гораздо важнее для нас, чем то, что подсчитать нельзя. Это означает, что для нас количество важнее, чем качество. Если притворяться, что явления не существует только потому, что его сложно численно оценить, то модели будут полностью ошибочными. Люди наделены не только даром математического счета, но и умением оценивать качество. Если что-то плохо, не молчите. И пусть вас не останавливает отговорка, что «если вы не можете определить и измерить это, значит, оно не заслуживает вашего внимания».

**Используйте стратегию обратных связей в системах, где они есть.** Президент Джимми Картер обладал редкой способностью мыслить в терминах обратных связей и разрабатывать стратегии на их основе. Во времена, когда объемы импорта нефти в США были очень велики, Картер предложил ввести налог на топливо, пропорциональный доле импортированной нефти в общем количестве потребленного топлива. Понятно, что динамичная система с обратными связями, способная к адаптации, не может управляться статичной, негибкой стратегией. Гораздо проще и эффективнее (а зачастую еще и на порядок дешевле) разрабатывать стратегии, изменяющиеся в зависимости от состояния системы.

**Стремитесь к пользе для системы в целом.** Стремитесь улучшить свойства всей системы как целого — рост, стабильность, разнообразие, устойчивость и самоподдержание — и неважно, легко ли эти свойства измерить численно.

**Прислушайтесь к мудрости самой системы.** Помогайте и стимулируйте те силы и структуры системы, которые помогают ей работать самой. Обратите внимание; многие из этих сил и структур относятся к нижнему уровню иерархии. Не вмешивайтесь в систему необдуманно и не нарушайте ее внутренние механизмы самоподдержания.

**Определите, кто и за что отвечает в системе.** Уделите особое внимание событиям, служащим в системе спусковым крючком, а также тем внешним влияниям, которые определяют, какой тип поведения из возможных вариантов изберет система. Порой люди так увлекаются поиском виноватых или попытками взять внешние факторы под контроль, что проходят мимо гораздо более простого решения: увеличить уровень ответственности внутри самой системы. Внутренняя ответственность означает, что система за счет обратной связи дает непосредственный и быстрый отклик о последствиях принятых решений, причем в такой форме, которую лица, принимавшие решение, проигнорировать не могут. Внутренняя ответственность в системах может включать, например, требование, чтобы все города и производства, сбрасывающие загрязненные стоки, располагали выпускную трубу выше по течению, чем водозабор. Внутренняя ответственность может подразумевать, что ни страховые компании, ни государственный бюджет не должны оплачивать медицинские расходы, связанные с курением. Или оплачивать лечение после аварии мотоциклисту, не надевшему защитный шлем, или водителю автомобиля, не пристегнутому ремнем безопасности.

**Не останавливайтесь на достигнутом. Учитесь!** Системное мышление научило меня больше доверять интуиции и меньше — кажущейся рациональности. Кроме того, оно показало, что, сколько бы мы ни учились, все равно надо быть постоянно готовыми к неожиданностям. Если вы чего-то не знаете, то не надо обманывать себя и останавливаться на достигнутом — надо учиться дальше. Использование ошибок — необходимое условие обучения.

**Да здравствует сложность!** Надо признать: Вселенная очень хаотична и беспорядочна. Она динамична, нелинейна. Лишь часть нашего естества, причем недавно возникшая, строит дома — бетонные коробки, использует идеально прямые линии и ровные поверхности. А другая, более древняя часть, интуитивно знает, что природа предпочитает фракталы, в которых любой масштаб, от микро- до макроскопического, показывает подробную и увлекательную картину мира. Мы можем восхищаться сложностью и поощрять самоорганизацию, творческий беспорядок, разнородность и многообразие.

**Расширяйте временные горизонты**. Чем шире выбранный временной горизонт, тем больше шансов на выживание. Вообще-то говоря, со строго системной точки зрения не существует деления на кратковременную и долговременную перспективу. Явления с разными временными масштабами просто вложены друг в друга.

**Не ограничивайтесь рамками своей профессии.** Следуйте за системой, куда бы она ни повела, и неважно, какова ваша специальность, что говорят учебники и в чем вы, по вашему мнению, досконально разбираетесь. Система неизбежно будет нарушать границы между областями знаний.

**Не будьте равнодушными. Н**адо расширять границы того, о чем мы должны позаботиться. Не быть равнодушными. Не проходить мимо.

**Стремитесь к лучшему.** Самый разрушительный из системных архетипов называется «стремление к худшему». В результате планка снижается. Идеализм высмеивают. Мы знаем, что делать, если в системе есть стремление к худшему. Не позволяйте плохим новостям больше влиять на вас, чем хорошим. Держите высокую планку. Системное мышление может лишь посоветовать нам поступать так — оно не сделает это за нас.