

Куда ведет определение системы, сформулированное в конце предыдущей главы? Какие внутренние модели должны быть связаны с понятием «система»? Что, собственно, является содержанием системной методологии? Попробуем предложить вариант ответа на эти вопросы.

Глава 8

Основные элементы системной методологии

Системное видение — это парадигма, мировоззрение, такое восприятие окружающего мира, которое требует для усвоения много времени, вероятно, несколько лет. Его развитие занимает меньше времени в уме молодом, пытливом и открытом, чем уме, привыкшем видеть в мире только однонаправленные причинно-следственные связи.

Дж. Форрестер

Чтобы стать эффективным системным мыслителем, требуется вскрывать наши скрытые предположения и пристрастия. Необходимы уважение и терпимость к другим и чуждым точкам зрения. Системное мышление требует понимания того, что все модели ошибочны, и смирения по поводу ограниченности наших знаний. Такое смирение необходимо для создания среды, в которой мы можем изучать сложные системы, внутри которых находимся.

John D. Sterman

Произвольность выбора системы

Наши органы чувств и прошлый опыт, сконцентрированный в индивидуальной «картине мира», при отражении реальности выступают мощными фильтрами, ограничителями. На внутренний ментальный экран проецируется содержание, которое способны «пропустить» органы чувств, а «проявляется» на экране только то, чему находятся соответствия в нашей личной модели мира.

Хотя конкретные системы и их окружение объективны по характеру, они в то же время и субъективны, поскольку конфигурация образующих их элементов выбирается в соответствии с интересами исследователя. Различные наблюдатели одного и того же явления могут отразить его в разных системах и окружениях. Для одного исследователя системой может являться сам объект, а для другого — одна из его частей, по отношению к которой объект играет роль окружения.

Р. Акофф

Когда мы воспринимаем (или мысленно анализируем, или обсуждаем) какой-то объект и называем его системой, мы представляем вполне конкретные элементы и связи между ними. Но выбор именно такого набора элементов и формы связей между ними субъективен и произволен!

— Виктор, пчела — это система?

Виктор: Да, она же живая. Это полноценный организм с крыльями, лапками, глазами. Соответствует нашему определению системы.

— А давай поймем пчелу, поместим ее в большую комнату, будем кормить, поить. Долго она проживет?

Виктор: Не знаю. Надо спросить биологов.

— Я спросил. И вот какой получил ответ. Мой вопрос о продолжительности жизни пчелы в изоляции не имеет особого смысла. Это все равно что интересоваться, сколько проживет отрезанная лапка лягушки.

Виктор: Евгений, побереги читателей. Ты же не триллер пишешь.

— Перестань, Виктор, сейчас не до шуток. Момент очень важный. Сосредоточься.

Виктор: Мне кажется, сравнение пчелы с лапкой лягушки некорректно. Пчела — целостный организм, лапка — только орган, часть организма лягушки.

— Это с *твоей* точки зрения. Слушай, что сказал дальше мой знакомый.

Дело в том, что рабочие пчелы, летающие из улья за водой, пыльцой и нектаром, — лишь орган улья, обеспечивающий его питанием. Сами по себе они ничего не представляют. Например, они не могут оставлять потомство. Они просто выполняют определенные функции. Пчелиная матка, трутни выполняют другие функции целостного организма — улья.

Пчела связана с ульем не менее прочной связью, чем лапка лягушки с остальным телом. Но в случае лягушки эта связь физически очевидна, а в случае пчелы — нет.

Виктор: Ты меня запутал. Что, пчела не система?

— Это зависит от позиции и целей субъекта. Если это энтомолог, изучающий, как летают насекомые, то для него пчела — система, а предмет его изучения — летательный аппарат пчелы (крылья, мышцы и т.д.). Если это пасечник, то для него пчела — часть улья как системы, не более. Если это ботаник, изучающий механизм размножения растений, то он фокусирует внимание на цветке и прежде всего рассматривает как систему цветок, а пчела его интересует как переносчик пыльцы.

Мы выделяем в качестве систем то, что «подсовывают» нам наши органы чувств, воспитание, образование, опыт и цели нашей деятельности. Ну и, конечно, сообразительность.

Американец и японец путешествуют в джунглях. Они отдыхают в палатке и вдруг видят тигра. Японец быстро натягивает кроссовки, а американец ему говорит: «Идиот! Ты думаешь в своих кроссовках убежать от тигра?» Японец в ответ: «Чтобы спастись, мне не обязательно бежать быстрее тигра, достаточно обогнать тебя». Американец видит всего два элемента — «я» и «тигр», связь между которыми очевидна — «опасность для меня». Японец рассматривает ситуацию как систему, в которую включены три элемента: «я», «тигр» и «американец», и это позволяет ему обнаружить скрытую связь: «потенциальная добыча тигра не только я, но и американец». Такой взгляд на проблему позволяет японцу найти возможность спасения.

В системном мышлении природа рассматривается как взаимосвязанная паутина отношений, в которой идентификация определенных паттернов как «объектов» зависит от наблюдателя и процесса познания.

Ф. Капра

Никто конкретно не знал, в каком отделе он работает. Он вечно стоял в коридоре и подпирал плечом стену. Правое плечо пиджака у него

всегда было в мелу. Новый начальник уволил его по сокращению штатов. На следующий день стена упала...

Руководители организаций постоянно сталкиваются (возможно, и неосознанно) с ситуацией локализации системы, т.е. с выбором существенных объектов и существенных связей между ними и окружающей средой. Многие проблемы бизнеса связаны с тем, что принимаемые руководителями решения основываются на представлениях, очень далеких от реальности.

Виктор: Евгений, ты постоянно повторяешь, что субъективность восприятия и мышления — закон природы. Как же тогда с этим бороться? Как быть руководителям?

— Ну, во-первых, можно и не бороться. Естественный отбор делает свое дело: выживают те организации и менеджеры, чьи ментальные модели более адекватны устройству мира. Правда, для действия механизма отбора требуется выполнение ряда условий, в частности наличие конкурентной среды. Во-вторых, есть одна рекомендация: групповая работа. Взгляд на организацию с нескольких точек зрения позволяет приходить к моделям, более точно интерпретирующим реальность. Давай я тебе лучше дам задачку, которую Эдвардс Деминг задавал руководителям на своих семинарах.

Виктор: Хорошо. Только я не знаю, кто такой Деминг.

— Если совсем кратко — один из отцов «японского экономического чуда» после Второй мировой войны, один из основателей *Total Quality Management, TQM*.

Виктор: А что такое *TQM*?

— Как ни странно, хорошего русского перевода этого термина нет. Я перевел бы так: менеджмент на принципах тотального качества. Это получившая широкое распространение в мире системная модель управления организацией.

Упреждая твой поток дальнейших вопросов, отправляю тебя к первоисточникам. Смотри в списке литературы книги [18, 29, 53]. Или зайди на сайт www.deming.ru.

А теперь вернемся к задаче. Ниже в таблице представлено количество бракованных изделий по 8 работницам за 12 недель. Работницы изготавливают одинаковую продукцию и трудятся с одинаковой скоростью. Что ты можешь извлечь из этой информации? Что бы ты сделал, если бы был руководителем?

Работница	Неделя												Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Маша	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Саша	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Работница	Неделя												Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Глаша	1	0	0	2	0	0	3	0	0	1	0	0	7
Даша	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	3
Юля	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Оля	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
Аля	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Эля	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Виктор: Первая мысль была — Глашу уволить, Дашу — депремировать. Но это слишком примитивно... Дай подумать. О чем ты мне сейчас толкуешь? О том, что, глядя на объект, можно видеть в нем самые разные системы, так?

— Примерно так.

Виктор: Какую же систему я тут могу построить? Пока я вижу только работниц. Они изготавливают продукцию. Есть брак. Нет, не так. Продукцию изготавливает система, куда входят не только работницы. Есть помещение, оборудование, сырье, личные и производственные взаимоотношения... Ха! Причиной брака может быть что угодно! Может, у Глаши барахлит станок. Мало данных. Надо изучать ситуацию дальше. Такой мой ответ.

— Отлично, Виктор. Мне нечего добавить к твоему анализу. Деминг, описывая результаты решения этой задачки, говорит о том, что всегда в группе находились руководители, которые, как ты вначале, предлагали уволить и наказать работниц. На моих семинарах результат был тот же самый. Руководители за работницами не видят системы.

Виктор: Ты знаешь, я ведь сам хоть маленький, но руководитель. И, если честно, мне есть о чем подумать...

— Этой простой задачей иллюстрируется известное правило Джурана: причиной 85% организационных проблем является система и только 15% проблем создаются самими работниками. Понятно, что количественная оценка здесь носит достаточно условный характер. Интересно, что Деминг предлагал усилить эту пропорцию до соотношения 98:2.

Часто мы ищем не там, где потеряли, а там, где светло. Выбор нами границ поиска, границ системы порой просто не осознается. Б. Свини и Д. Медоуз [62] подробно описывают эту особенность нашего мышления. Если мы столкнулись с проблемой, мы ищем ее причины в тех данных, которые доступнее всего. Люди ищут причины, близкие в пространстве

и времени к симптомам проблемы. Однако причины сложного поведения обычно находятся далеко в прошлом и вдали от той точки, где наблюдается нежелательное поведение.

Природа (а мы лишь часть ее) не состоит из отдельных частей. Это целое, составленное из других целостей. Все границы, включая государственные, произвольны. Мы изобретаем их и потом не знаем, как выбраться из этой ловушки.

П. Сенге

Выбирая новую линию поведения или альтернативный подход, мы склонны искать варианты, которые приемлемы для нас здесь и сейчас. Если мы хотим понять суть наших затруднений, полезно сознательно изменить границы, в которых рассматривается проблема. Мы зачастую даже не знаем, каким образом определяем границы проблем и определяем ли их вообще. Поэтому нам бывает сложно изменить эти границы даже в тех случаях, когда старые точки зрения не позволяют найти их решения.

Этот феномен действует не только на индивидуальном, но и на групповом уровне. Человеческие сообщества имеют коллективные границы, в рамках которых они интерпретируют реальность: религия, политическая идеология, традиции, культура, экономические воззрения. Такие границы служат фильтрами, они концентрируют наше внимание на конкретных типах данных, направляют наши усилия на определенные проблемы и линии поведения. J. Sterman: «Мы создаем эти границы и налагаем эти категории на мир, чтобы упростить его подавляющую сложность. Некоторые границы необходимы и неизбежны. Но слишком часто невидимые ограды в нашем сознании отрезают критические обратные связи, не дают нам воспользоваться пониманием людей с иным опытом и перспективами и порождают высокомерие относительно нашей способности управлять природой и другими людьми — и затем наши проблемы становятся тяжелее» [108]. Наше восприятие исходит из узких границ нашего понимания (см. гл. 1, 2). Существует сильная обратная связь: мы измеряем то, что можем измерить, и что считаем важным, и эти измерения укрепляют ощущение важности. Так как мы склонны пользоваться краткосрочными, ориентированными на события мысленными моделями с узкими гра-

ницами, малой обратной связью и со слабым пониманием систем, в которых мы находимся, нам кажется, что важно то, что выпукло, осязаемо и привычно. «Когда мы измеряем эти вещи, они становятся еще более реальными, в то время как отсроченные и отдаленные следствия наших решений, незнакомое и неосязаемое тают как призраки. Так мы путаем чистую прибыль фирмы и здоровье предприятия, суммы, которые мы тратим на обучение, с навыками и знаниями наших сотрудников, ВВП на душу населения со счастьем и площадь наших домов с качеством домашней жизни» [108].

Хрестоматийный пример — история железнодорожного сообщения в США. Сначала железнодорожные компании были единственными перевозчиками грузов на дальние расстояния. Но постепенно строились автомагистрали, росло производство большегрузных автомобилей. Железнодорожники много лет не замечали растущей угрозы со стороны конкурентов. Их *объемы перевозок* продолжали расти, поскольку росла экономика в целом. Если бы они вовремя расширили границы системы и стали контролировать *долю рынка* железнодорожных перевозок в рамках всей транспортной системы, они увидели бы ее снижение. Железнодорожные компании распознали конкурентов слишком поздно и понесли большие потери.

Наиболее важные факторы, необходимые для управления любой организацией, как правило, неизвестны и количественно неопределимы.

Л. Нельсон

Определяя границы системы, мы выбираем не только значимые, с нашей точки зрения, элементы и связи между ними. Мы с неизбежностью «назначаем» количественные показатели работы системы, за которыми собираемся следить. Выбор контролируемых переменных также произволен и отражает наш уровень понимания системы. «Включение переменных в число релевантных в каждом конкретном случае зависит от *представлений* или *точки зрения*, с которой мы подходим к ситуации. Рамки наших представлений о конкретной ситуации — часть нашего общего мировоззрения. Это представление является производной наших культур, образования, призвания и занятий, оно редко формулируется в явном виде и, следовательно, сознательно оценивается или пересматрива-

ется. В результате мы обычно даже не подозреваем, в какой степени обедненным является то множество переменных, которые мы рассматриваем в конкретных ситуациях» [6].

В последнем примере повышенное внимание к количественному показателю «объемы перевозок по железной дороге» в ущерб контролю другого количественного показателя «доля рынка всех перевозок» привело к проблемам. Часто основным измерителем работы предприятия руководство считает прибыль. Фокусирование именно на таком параметре может отрицательно повлиять на результаты работы предприятия. Как? Мы вернемся к этому в параграфе «Контринтуитивность».

Виктор: Евгений, а что такое «системная методология»?

— Мне казалось, это интуитивно понятно...

Виктор: Если ты используешь какой-то термин в названии главы, то, наверное, он важен и нужно его четко определить...

— Согласен. Под системной методологией я понимаю «мыслительные координаты» для рассмотрения системных объектов.

Виктор: Слабовато для специалиста по операциональным определениям.

— Это способ рассмотрения окружающей реальности, в основе которого лежит представление объектов как систем. Совокупность принципов, правил и моделей, создающая необходимый внутренний контекст для изучения объектов системной природы. Близкое по смыслу выражение — парадигма системы.

Ядром системной методологии являются основные характеристики объектов системной природы, приведенные на рис. 8.1, к обсуждению которых мы приступаем.

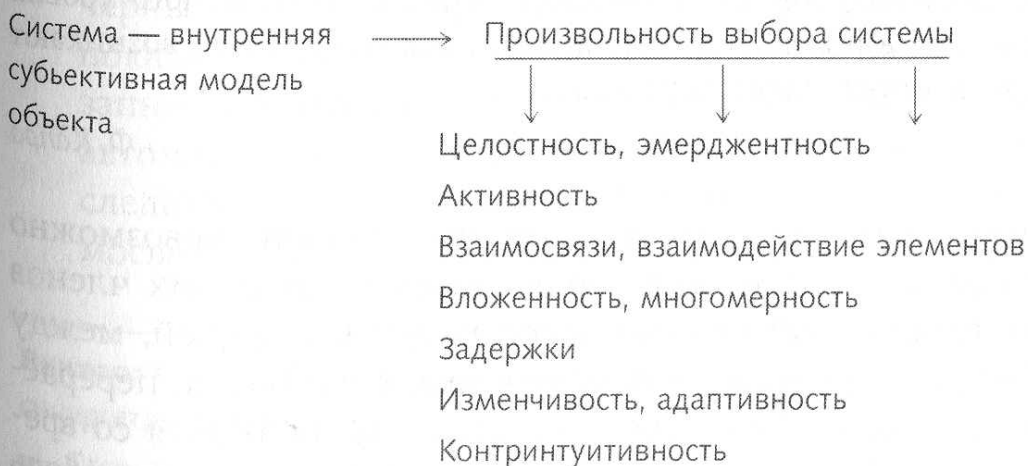


Рис. 8.1. Основные характеристики объектов системной природы

Целостность

Это ключевое системное свойство, которое подчеркивается в большинстве определений системы. Взаимодействие частей создает новое качество — целое, целостность, — которым не обладают части по отдельности. В переводах с английского встречаются два синонима этого термина. Первый — эмерджентность, от *emerge* — появляться, возникать. Второй — холизм, от *whole* — целый. П. Сенге [63] отмечает любопытное совпадение: слова *whole* и *health* — здоровье — происходят от одного корня: староанглийского *hal*. Действительно, здоровье — типичный пример «возникающего» качества при взаимодействии нормально работающих подсистем организма. «Это вы обладаете способностью видеть, а не ваши глаза... Ни в одной части тела не найти зрения, слуха, осязания, обоняния или вкуса. Вы живете лишь до тех пор, пока все части вашего тела действуют согласованно» [56].

Команда, состоящая из одних звезд, — необязательно лучшая команда лиги, и она вполне может проиграть команде среднего уровня той же лиги. Команду-победителя характеризует не только качество ее игроков, но и качество их взаимодействия... Эмерджентное свойство — это спонтанный результат непрерывных процессов. Поэтому жизнь, любовь, счастье, успех — это неединовременные состояния; непрерывное воспроизводство — необходимое условие их существования.

Д. Гараедаги

Различные системные уровни отличаются уровнями сложности. На каждом уровне наблюдаемые явления отличаются свойствами, которых нет на более низких уровнях. Системные свойства конкретного уровня называются «внезапными свойствами», поскольку они возникают именно на этом определенном уровне.

Ф. Канра

Эмерджентными свойствами группы людей невозможно управлять: они возникают «неожиданно» для самих членов группы. Сама собой складывается компания друзей, между двумя людьми непроизвольно возникает симпатия, перерастающая в любовь. Эмерджентные свойства меняются со временем: дружба не выдерживает какого-то испытания, любовь уходит. «Рознь любивших бездонна», как сказал поэт.

Виктор: А разве пассатижи не обладают свойством целостности? В собранном виде они приобретают качество, которого нет у их деталей по отдельности.

— Эх, Витя, Витя! Я тебе стихи, а ты меня пассатижами. Ну ладно. Ты прав. Эмерджентность — широкая категория, охватывающая всю природу. Например, свойства веществ (химических соединений) принципиально отличаются от свойств составляющих их элементов. Свойства поваренной соли основаны на свойствах натрия и хлора, которые по отдельности свойствами соли не обладают. Посмотри на досуге статью [43].

Виктор: В общем, идея понятна. Все, что делается людьми, делается для того, чтобы получить свойства, которых нет у элементов, из которых это сделано. Иначе зачем делать?

— Неплохо сформулировано. А пример?

Виктор: Если тебе мало пассатийей, пожалуйста. Самолет. Только соединение вместе фюзеляжа, крыльев, хвостового оперения, двигателя и органов управления позволяет получить новое качество — полет.

— Хорошо. И все-таки эмерджентность объектов живой природы имеет одну важную особенность: она является результатом воспроизводящегося взаимодействия *активных* частей. И пассатижи, и самолет пассивны до тех пор, пока их не приведет в действие активный элемент — человек.

Вот ты сидишь напротив меня. Долго сидишь. Неподвижно. Но твоя неподвижность обеспечивается активной незаметной работой многих подсистем организма. Легкие насыщают кровь кислородом, система пищеварения поставляет в кровь питательные вещества, система кровообращения доставляет эту кровь в мозги и мышцы и выносит продукты распада, мозг, мышцы и скелет поддерживают позу.

Яркий пример эмерджентности приводит Ф. Капра, рассказывая о компьютерной модели Д. Лавлока «Мир маргариток» [32]. Лавлок, «засеяв» поверхность Земли семенами черных и белых маргариток, на предельно простой модели показал, что регулирование температуры на Земле — это внешне возникающее свойство системы, которое проявляется автоматически, без всякого целенаправленного действия, как следствие наличия петель обратной связи (см. ниже, «Взаимосвязи») между организмами планеты и их окружением.

Виктор: А можно сказать, что эмерджентность — это результат самоорганизации, синергетический эффект?

— Стоп, Виктор. Давай договоримся. Ты задаешь любые вопросы. Только с одним условием. Ты не подбрасываешь новые термины.

Системное мышление

Виктор: А как же у меня все уложится? Мне же надо в голове определить места для этих слов!

— Да, ты прав... Не только тебе, но и читателям... Сделаем так. Собирай свои вопросы, а в конце главы сделаем специальный пункт «Ответы на вопросы Виктора» и там все обсудим.

Активность

Система всегда что-то делает. Она живая. Активность системы имеет глубокие эволюционные корни. Естественный отбор сохраняет тех особей, которые лучше других способны избегать опасности, находить пищу и размножаться. Успех в реализации каждой из этих функций при прочих равных условиях пропорционален активности живого существа, т.е. интенсивности и разнообразию реакций на изменения внешней и внутренней среды. У организмов нет «желания» и «цели» быть активными. Просто природный механизм, модель которого предложил Ч. Дарвин (триада «изменчивость — наследственность — отбор»), оставляет наиболее приспособленных к среде, т.е. среди прочего — активных. Тем, кто захочет глубже понять эволюционную природу активности живых организмов, включая человека, рекомендую работы [30, 45].

Важнейшим для дальнейшего анализа оказывается понимание организма как спонтанно активной системы. Даже при постоянных внешних условиях и при отсутствии внешних стимулов организм представляет собой не пассивную, а существенно активную систему. Об этом свидетельствуют, в частности, функции нервной системы и поведение. В основе этих процессов — внутренняя активность, а не реакции на стимулы.

Л. фон Берталанфи

Применительно к интересующим нас социальным системам близким к активности является понятие пассионарности Л.Н. Гумилева. Пассионарность — внутренняя жизненная сила, энергичность, стремление индивида (группы) к деятельности, развитию. Это наследуемая характеристика, определяющая способность к усилиям, напряжению, при-

водящая к повышенной жизнеспособности. В модели мира Дона Хуана, описанной в антропологических романах Карлоса Кастанеды, энергия человека является одним из ключевых понятий.

Активность системы является результатом активности ее элементов. Каждый субъект социальной группы обладает памятью, мышлением, определенными личностными качествами, особенностями своей эмоционально-волевой сферы, собственной психофизиологией, имеет в своем ментальном пространстве образ группы, образ каждого члена группы, образ себя в группе, имеет знания, нужные для деятельности в группе. Имея этот багаж, он реализует свою активность, взаимодействуя с предметом своей деятельности, с другими членами группы и с внешней средой. Совокупная активность всех членов группы создает изменчивую и принципиально не предсказуемую системную динамику.

Активность элементов социальной системы — главный источник непредсказуемости ее поведения. Действия человека часто имеют иррациональную, неподвластную логическому осмыслению природу. Если в механизме «вход» однозначно определяет «выход», то в социальной системе это не так. Одно и то же входное воздействие может вызвать самые разные, даже противоположные реакции человека в зависимости от его настроения, актуальных мотивов и целей деятельности, а также от его внутренних изменений, происшедших в нем от момента такого же предыдущего входного воздействия. Люди, как наименьшие неделимые элементы организаций, ведут себя и принимают решения так, как описано в первой части книги. Социальная система не может быть понята рациональным умом, поскольку в ней присутствуют иррациональные компоненты.

Взаимосвязи

Система состоит из взаимодействующих активных элементов. Короче про систему не скажешь. Отразить внешний объект в нашем мышлении как систему означает создать ментальную модель элементов системы, их поведения и их взаимосвязей.

Взаимосвязи — основа всего живого. Нам стоило бы научиться говорить на языке взаимосвязей, чтобы с его помощью описывать окружающий мир.

Ф. Капра

Возможности субъективного отражения взаимосвязей: постановка вопроса. Элементы системы и их динамику нам обычно удается мысленно представить. Если это живой организм, то исходную информацию об элементах системы нам, как правило, поставляют органы зрения. Частями такого специфического организма, как пчелиная семья, выступают пчела-матка, трутни, несколько разновидностей рабочих пчел и собственно улей как место базирования семьи. Их динамика — визуально наблюдаемые рост, превращения, перемещения. Возможно, мной выделены не все элементы системы. Сама постановка вопроса: все или не все элементы учтены в этом списке, лишена смысла. Набор элементов определяется задачей «супервайзера», исследователя, «владельца» системы. Если считать таковым пасечника, то приведенный список достаточен для того, чтобы, работая с пчелиной семьей, исправно, из года в год, получать мед.

С мысленным представлением элементов социальной системы сложнее. Здесь органов зрения явно недостаточно. С точки зрения руководителя предприятия, подсистема бухгалтерского учета — это не только бухгалтеры, сидящие за компьютерами на своих рабочих местах. Это и такие неосознаваемые вещи, как комплект документов, регламентирующих работу бухгалтерии, информационный массив собственно учетных данных о движении денежных средств и материальных ценностей внутри и вне предприятия, специализированное программное обеспечение по обработке данных и пр. Динамика этой подсистемы принципиально не наблюдаема; мы можем только видеть отдельные промежуточные результаты ее работы: бухгалтерские балансы, отчеты, справки и другие документы. Руководитель предприятия, конечно, не представляет в деталях работу бухгалтерии, но такое знание существует в головах главного бухгалтера и узких специалистов — бухгалтеров, программистов.

Будем считать, что с внутренним представлением элементов системы и их динамики мы разобрались. А каковы возможности мышления в отражении взаимосвязей между элементами системы?

Виктор: А что такое взаимосвязь?

— В системах это совсем не те связи, которые существуют в неживой природе.

Виктор: В неживой природе? Ты имеешь в виду связи через поля — электрическое, магнитное, поле тяготения?

— Да. И еще, конечно, более простой вид связей — механические.

Виктор: Да, конечно. Те же пассатижи. Две ручки связаны осью, и эта связь, собственно, создает инструмент.

— Кстати, механические связи существуют и в живых системах. Когда ты своего Джека выводишь на прогулку, вас связывает поводок.

Виктор: Так что такое взаимосвязь?

Связи как обмен. Взаимосвязь в системах имеет принципиально иной характер, чем связи в неживой природе. Связи в неживой природе определяются как ограничения, накладываемые на движение объектов. Сила тяготения ограничивает свободу движения Луны круговой (приблизительно) траекторией движения. Механическая связь между двумя половинками пассатий ограничивает их движение относительно друг друга вращением на определенный конструкцией угол. Связи в неживой природе определяются ее законами, в механизмах — их конструкцией и носят пассивный характер.

Взаимосвязь в системах — форма взаимодействия активных элементов системы. Взаимодействие носит характер материального и информационного обмена между элементами системы [74]. Для обозначения такого обмена между людьми и организациями в социологии используют термин «коммуникация». Н. Луман считает коммуникации системообразующим фактором. Он определяет общество как аутопоэзную (самовоспроизводящуюся, самосозидающую) систему смысловых коммуникаций. По Луману, «система производится целиком и полностью операциями и таким же образом определяется в наблюдении. Создатель системы — опера-

ция, и эта операция — коммуникация. Таким образом, системная теория и теория коммуникации оказываются тесно связанными» [42]. Собственно, вся история экономического, технологического развития человечества — это по большей части история транспорта и коммуникаций. Сначала возникла речь, потом письменность, почта, судоходство, железные дороги, телеграф, телефон, автомобиль, самолет и Интернет. В социальных системах информационный обмен приводит к появлению еще одного вида связей. Благодаря наличию памяти и разума у людей в процессе информационного обмена формируется отношение друг к другу. Даже если общение по каким-то причинам прерывается, отношения сохраняются в памяти и субъективно переживаются как связи между людьми. Наличие отношений означает возможность будущего обмена материальными объектами и информацией. Примеры связей в форме обмена даны в табл. 8.1.

Таблица 8.1

Примеры связей в системах в форме обмена

	Между подсистемами организмов	Между подсистемами социальных организаций
Обмен материальными продуктами	Перенос от одних органов к другим питательных веществ, продуктов распада	В производстве: движение заготовок, полуфабрикатов от одних цехов к другим
Обмен информацией	Сигналы в форме изменения параметров физических и химических величин (давления, температуры, объема, концентрации тех или иных веществ)	Через невербальные (мимика, жесты, интонации, запахи), вербальные (речь, тексты), визуальные (графики, схемы, изображения, видео) каналы коммуникации
Отношения	—	Отложенный, потенциально возможный обмен (уважение, партнерство, доверие, неприязнь, дружба, любовь)

Количественное соотношение элементов и связей между ними. Если два объекта (два элемента системы) связаны

между собой, то эта связь обычно имеет двусторонний характер. Например, цех посылает заявку на комплектующие на склад (информационная связь «цех — склад»), а склад поставляет в цех запрошенные комплектующие (материальная связь «склад — цех»). То есть в случае взаимосвязи двух объектов мы имеем как минимум две имеющие направления связи. Реально их, как правило, больше, так как между начальником цеха и заведующим складом могли быть телефонные переговоры, скажем, с целью ускорить поставку по заявке. С ростом количества объектов растет количество связей между ними. Если ограничиться рассмотрением двух направленных связей между любой парой объектов, то для случаев трех, четырех и пяти элементов системы количество связей между ними показано на рис. 8.2.

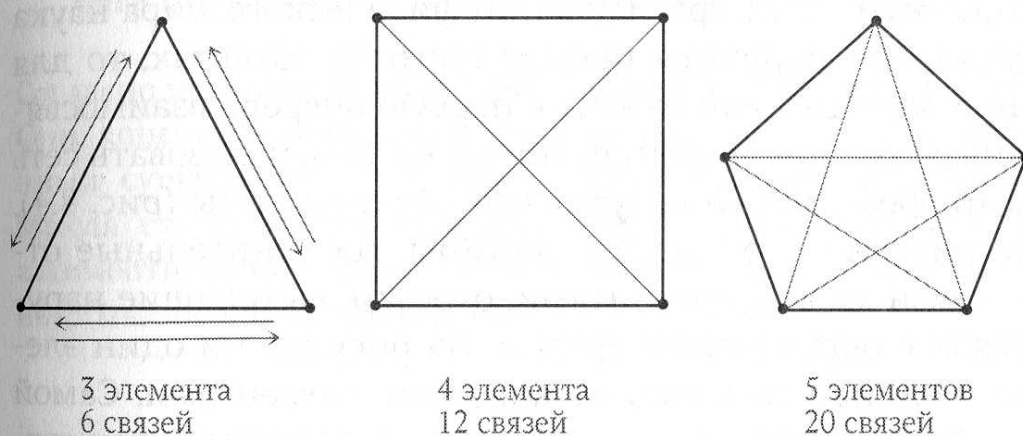


Рис. 8.2. Соотношение количества элементов системы (вершины) и направленных связей между ними (соединительные отрезки)

В общем случае для количества элементов системы n количество имеющих направление связей равно $n(n - 1)$. Соответствующий график приведен на рис. 8.3. Мы видим нелинейную, близкую к квадратичной зависимость.

Данная грубая математическая модель показывает, что, по крайней мере количественно, элементы и взаимосвязи в системе неравноправны: взаимосвязей гораздо больше, чем элементов. В реальных объектах все гораздо сложнее: между одними элементами связи могут отсутствовать, между другими может быть много разнородных связей; однотипные связи могут обладать разной интенсивностью. Какой-то элемент может иметь отношение не к другому элементу, а к

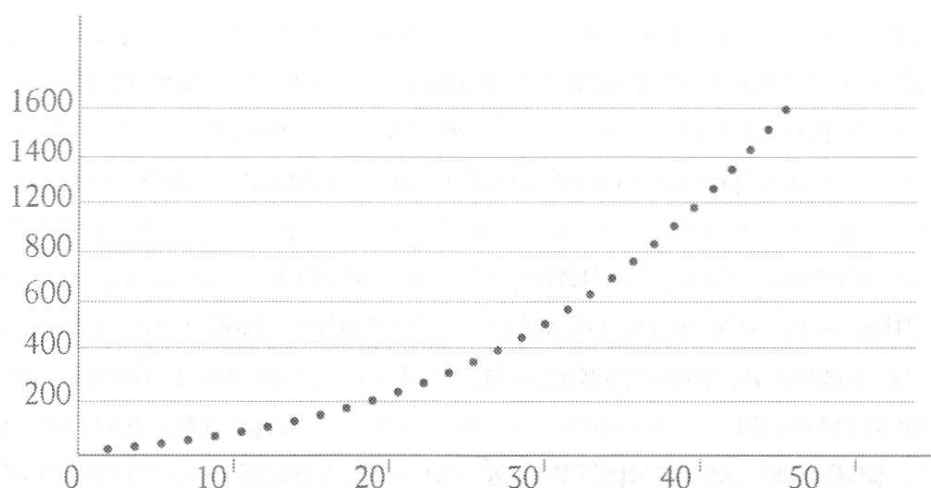


Рис. 8.3. Зависимость количества связей от числа элементов системы

связи между парой элементов. Типичный пример такой ситуации в человеческих отношениях — ревность.

Метафора сети. Если при изучении физического мира наука и практика фокусируются прежде всего на объектах, то для системной методологии важны в первую очередь взаимосвязи. Развивая эту точку зрения, естественно использовать сеть как самый обобщенный визуальный образ системы (рис. 8.4). Узлы на рисунке — элементы системы, соединительные отрезки — связи между элементами, отрезки, выходящие наружу, — связи с окружающей средой. На рисунке ни один элемент не соединен со всеми остальными элементами. Самой сложной будет та сеть, в которой каждый элемент будет связан со всеми другими элементами. Еще одно упрощение — показана двумерная сеть, хотя в общем случае пространство системы может быть многомерным.

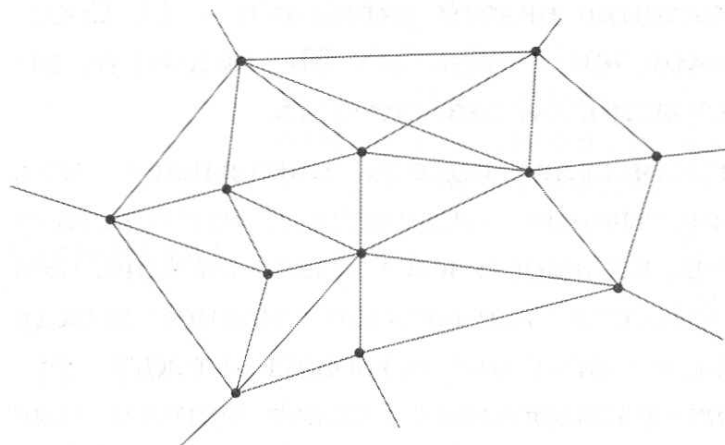


Рис. 8.4. Визуальный образ системы как сети

По мнению Ф. Капры, представление живого мира в виде сети взаимоотношений означает, что мышление категориями сетей стало еще одной ключевой характеристикой системного мышления. «Сетевое мышление» изменило не только наш взгляд на природу, но и наш способ описания научного знания: «На протяжении нескольких веков западные ученые и философы использовали применительно к знанию метафору здания, с вытекающими отсюда многочисленными архитектурными метафорами. Мы говорим о фундаментальных законах, фундаментальных принципах, об основных строительных блоках или кирпичиках... В новом системном мышлении метафора здания сменяется метафорой сети. Поскольку мы воспринимаем реальность как сеть взаимоотношений, то и наши описания формируют взаимосвязанную сеть понятий и моделей, в которой отсутствуют основы» [32].

Согласно механистическому мировоззрению, мир есть собрание объектов. Они, конечно, взаимодействуют друг с другом, и, следовательно, между ними существуют взаимосвязи. Однако взаимосвязи здесь вторичны. Мысля системно, мы понимаем, что сами объекты являются сетями взаимоотношений, включенными в более обширные сети. Для системного мыслителя первичны взаимоотношения.

Ф. Капра

Он понял, что жизнь — это гигантская паутина, и если до нее дотронуться, даже слегка, в любом месте, колебания отдадутся по всей ее ткани до самой дальней точки, и сонный паук почувствует дрожь, проснется и кинется, чтобы обвить прозрачными путами того, кто дотронулся до паутины, а потом укусит и впустит свой черный смертельный яд ему под кожу.

Р. П. Уоррен

Связи не укладываются в координаты «причина — следствие». В предыдущей главе мы говорили о том, что связи в неживой природе носят причинно-следственный характер: рассматривая динамику объекта, можно однозначно определить ее причину. В живой природе ситуация иная. Стремление увидеть в поведении систем причинно-следственные связи является распространенной ошибкой мышления (см. гл. 5). Теперь у нас уже достаточно информации о систе-

мах, чтобы понять, почему там не работает логика причин и следствий. Во-первых, система состоит из активных элементов. Это означает, что элементы могут самопроизвольно производить действия без видимых (для внешнего наблюдателя) причин и один и тот же сигнал в разные моменты времени может вызвать разную реакцию элемента. Во-вторых, система представляет собой сеть взаимосвязанных элементов, т.е. каждый элемент получает сигналы от многих других элементов и вырабатывает интегральную реакцию на совокупность сигналов; поведение системы является итогом активности всех ее элементов.

Действуя совместно, эти факторы создают динамику поведения системы, часто не объяснимую и непредсказуемую с точки зрения внешнего наблюдателя.

Причинно-следственная связь — это просто неудачный способ связать друг с другом различные стадии одного события, выделенного и разделенного нами с целью описания. Таким образом, попав в ловушку собственных слов, мы начинаем думать об этих стадиях как о различных событиях, которые нужно склеивать между собой при помощи причинности.

A. Уотс

Желуди не являются причиной дубов, потому что их наличия недостаточно для рождения дуба. Из желудя, брошенного в океан или на ледник, дуб никогда не вырастет. Поэтому Р. Акофф (вслед за Э. Зингером) предлагает называть такую связь «производитель — продукт» [7]. Производитель необходим, но недостаточен для получения продукта. Например, влага наряду с желудем является «соучастником» появления дуба. Она и другие необходимые условия создают окружающую желудь среду. Использование связи «производитель — продукт» требует для объяснения поведения объекта учета внешней среды, тогда как в причинно-следственной схеме окружающая среда либо не принимается во внимание, либо сводится к единственному фактору — причине. Понимание того, что система вне среды не существует, что система «вложена» в окружение — один из элементов системной методологии, который рассматривается ниже.

Мы зачастую допускаем причинную зависимость между параметрами системы в ситуации, когда между ними существует лишь связь. Связанные переменные — это такие переменные, которые изменяются одновременно в одном и том же или в противоположных направлениях. Так, между ростом и весом человека существует очевидная связь, называемая положительной корреляцией. Но изменение одного из этих параметров не является причиной изменения другого. Многочисленными исследованиями установлено, что существует положительная связь между курением и раком легких. Однако этой информации недостаточно, чтобы сделать однозначный вывод о том, что курение является причиной рака легких. С таким же успехом можно сказать, что раковые новообразования в легких стимулируют курение.

Обратная связь. Выше мы рассматривали связи как процессы материального и информационного обмена между элементами системы. Давайте чуть сдвинем точку зрения и посмотрим на связи как на развертывающуюся во времени и пространстве цепочку взаимодействий. И здесь мы сразу видим, что в системе, помимо прямой передачи материальных объектов и сигналов (информации) от элемента *A* к элементу *B* присутствует обратная связь — от *B* к *A*.

К сожалению, наша способность к познанию развивалась на основе предположения об односторонности причинных отношений, т.е. мы привыкли мыслить, не учитывая обратные связи. Поэтому нам так невероятно сложно отчетливо представить себе результат работы системы с обратной связью или поведения взаимозависимых переменных.

Д. Гараедаги

Используем три вспомогательных термина: *вход*, *процесс* и *выход*. Интуитивно они понятны. Есть некоторый объект (устройство, организм, элемент системы), в котором что-то происходит: идет процесс. Что-то поступает на вход процесса, результатом процесса является некоторый выход. Процесс пищеварения заключается в том, что на вход пищеварительной системы поступают продукты питания, идет процесс переваривания пищи и на выходе — кровь, насыщенная нужными веществами, и отходы процесса. Если вход и выход

процесса связаны таким образом, что изменения на выходе влияют на вход, то говорят, что осуществлена *обратная связь*, т.е. связь выхода с входом.

Одной из известных иллюстраций обратной связи служит регулятор частоты вращения вала паровой машины, изобретенный Д. Уаттом в 1788 году (рис. 8.5).

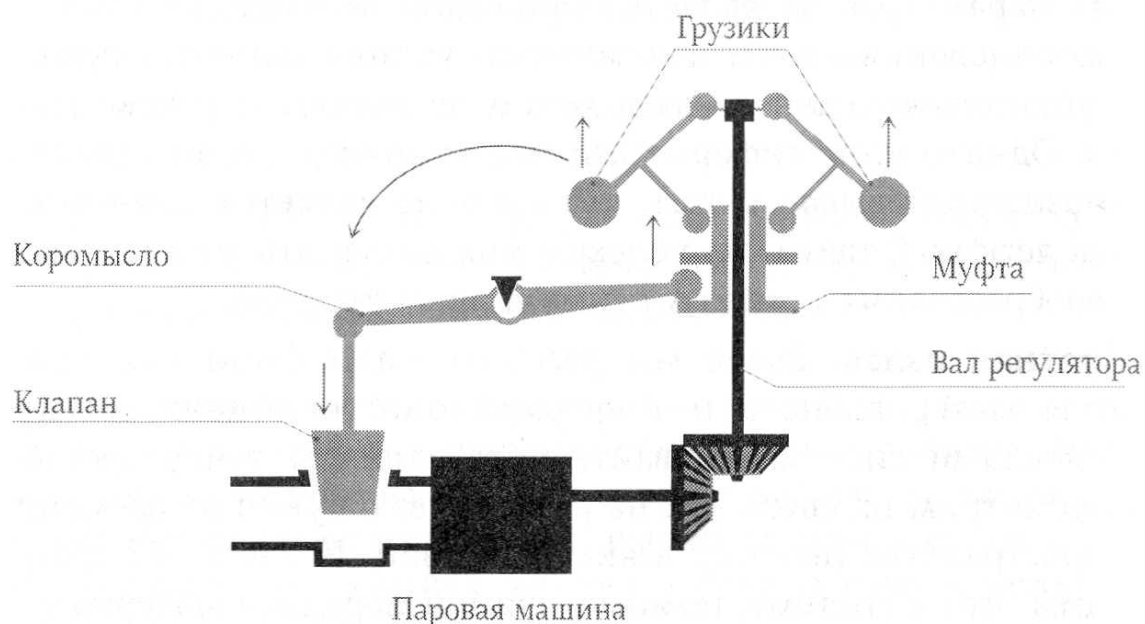


Рис. 8.5. Схема работы регулятора Уатта

Вращение вала паровой машины передается через коническую шестерню на вал регулятора. Во время вращения вала регулятора под действием центробежной силы грузики отклоняются от оси, причем, чем быстрее вращается вал, тем дальше расходятся грузики. При этом муфта через тяги вертикально перемещается: вверх при увеличении оборотов вала и вниз — при уменьшении. Поступательное перемещение муфты через коромысло передается на клапан, изменяющий давление пара, поступающего в цилиндр паровой машины. Если скорость вращения вала машины увеличилась, то увеличилась и скорость вращения вала регулятора. Тогда увеличивается центробежная сила, грузики поднимаются и тянут вверх муфту. Муфта поднимает правое плечо коромысла, и левое плечо коромысла давит на клапан, который уменьшает давление пара. Уменьшение давления пара ведет к снижению оборотов вала паровой машины и вала регуля-

тора, грузики опускаются, и коромысло приподнимает клапан, увеличивая давление пара.

Самой важной концепцией системы является идея, что все изменения обуславливаются «петлями обратных связей»... Мы часто рассматриваем причину и следствие односторонне. Мы говорим, что действие *A* вызывает результат *B*. Но такое понимание не полно. Результат *B* представляет новое состояние системы, изменения которой в будущем повлияют на действие *A*.

Д. Форрестер

В паровой машине входом является давление пара, выходом — скорость вращения вала паровой машины. Через регулятор Уатта выход влияет на вход таким образом, что увеличение выхода ведет к уменьшению входа (и наоборот), что стабилизирует (в определенном диапазоне) скорость вала паровой машины. Такой тип связи называется отрицательной (уравновешивающей, стабилизирующей) обратной связью. Другой тип обратной связи — когда увеличение выхода ведет к увеличению входа. Такая связь называется положительной (усиливающей) обратной связью. Достаточно немного изменить конструкцию, и регулятор Уатта становится устройством, обеспечивающим положительную обратную связь (рис. 8.6). Чем больше обороты вала, тем сильнее раскручиваются грузики, приподнимают муфту и вместе с ней сильнее открывают клапан, увеличивая давление пара, что ведет к дальнейшему увеличению скорости вращения вала — до предела, определенного конструкцией паровой машины и регулятора.

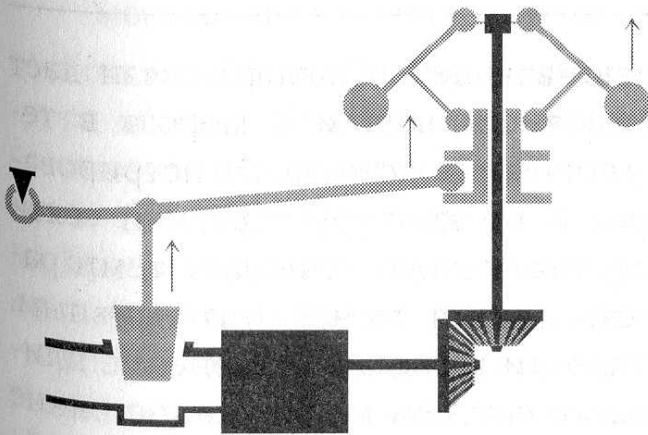


Рис. 8.6. Реконструкция регулятора Уатта для получения положительной обратной связи

Виктор: Я знаю еще хороший пример обратной связи!

— Говори.

Виктор: Сливной бачок в туалете. Там уровень воды регулируется автоматически. Уменьшился уровень воды — поплавок опустился, открыл клапан, вода в бачок потекла, уровень повысился, поплавок поднялся и через коромысло перекрыл клапан.

— Да. Подобным образом действуют петли обратной связи при утолении жажды, голода. Ты испытываешь чувство жажды. Начинаешь пить. Постепенно чувство жажды исчезает. И ты перестаешь пить. Что произошло? По каналу обратной связи пришла команда: «Водно-солевой баланс восстановлен. Виктор, поставь наконец бутылку на стол».

А ты можешь привести пример обратной связи, но не из техники?

Виктор: Общение. По-моему, сплошная обратная связь.

— Да. Но только тогда, когда один *слышит* другого и реагирует на его слова, мимику и жесты. Часто в классических ситуациях общения, особенно когда между собеседниками есть неравенство (родитель и ребенок, лектор и студенты, начальник и подчиненный), обратная связь не отслеживается, и система как активное заинтересованное взаимодействие либо не рождается, либо умирает.

Виктор: В разговорах с женой я намеренно добиваюсь от нее частой обратной связи. Чтобы контролировать, что она придает моим словам тот смысл, который я в них вкладываю. Иначе она может так далеко уплыть в своих истолкованиях...

— Мне нравится твоя тактика.

Кстати, ты не задумывался над феноменом улыбки как способом обратной связи в межличностных коммуникациях?

Виктор: Вообще-то нет...

— Я тоже, пока не наткнулся вот на это высказывание Антуана де Сент-Экзюпери. Послушай: «Здесь как будто всего важнее была улыбка. Часто улыбка и есть главное. Улыбкой благодарят. Улыбкой вознаграждают. Улыбкой дарят тебе жизнь. И есть улыбка, ради которой пойдешь на смерть...»

Простые примеры уравнивающей обратной связи дает физиология нашего организма. Вы вошли с мороза в теплую комнату. Тепловые рецепторы кожи зарегистрировали повышение температуры, и по контуру обратной связи информация доходит до сердца, которое снижает темп работы, и кровообращение становится менее интенсивным. Еще пример. Состояние усталости вызывает изменение длительности времени, уделяемого сну, сон изменяет состояние усталости, и новая степень усталости изменяет в дальнейшем время сна.

Наличие обратных связей — неотъемлемая характеристика систем: нет обратных связей, нет и систем.

Дж. О'Коннор

Примером усиливающей обратной связи может служить процесс обучения. Чем больше мы знаем, тем больше способны узнавать. Скажем, научившись читать, мы получили несравненно большие возможности обучаться. Полученные за цикл обучения знания (промежуточный результат, *выход* процесса обучения) прямо влияют на *вход* следующего цикла обучения. Усвоение операций сложения и вычитания позволяет резко расширить горизонты и перейти в арифметике к умножению, делению, затем возведению в степень. Заметим, что овладение сложением и вычитанием расширяет горизонты ребенка не только в арифметике — например, его уже можно отправить в магазин за покупками.

Функциональная связь, влияние. Выше мы говорили о связях как процессах материального и информационного обмена между подсистемами. Эти процессы могут проявляться в виде:

- перемещения материальных объектов;
- непосредственной передачи изменений в одной подсистеме в другую (собака на поводке: я дергаю за поводок, т.е. изменяю свое состояние, поводок действует на собаку, которая вынуждена изменить свое состояние);
- передачи сигналов, несущих информацию;
- отношений: временно «спящих» связей, которые в любой момент могут стать действующими.

Есть еще форма связи в системах, которая не носит характера обмена. Это функциональная связь, влияние. Рассмотрим хорошо изученную в биологии систему «хищник — жертва». Пусть на острове растет трава и живут волки и зайцы. Большое количество зайцев означает хорошее питание волков и стимулирует рост их популяции. По мере роста числа волков зайцы истребляются. Уменьшение популяции зайцев отрицательно влияет на численность хищников. Уменьшение числа волков способствует размножению зайцев и т.д. Зайцы не передают волкам никаких сигналов. Они не бегают

по острову и не кричат волкам: «Если вы нас всех съедите, вы сами все умрете». Здесь связь между численностью волков и численностью зайцев имеет форму влияния, функциональной зависимости. Функциональная связь определяется самой природой, спецификой взаимодействия подсистем. Зайцам волки не нужны, даже противопоказаны. (Хотя волки, как всякие хищники, выполняют полезную функцию отбраковки больных и слабых особей.) Но такой параметр рассматриваемой системы, как численность популяции зайцев, связан обратной функциональной зависимостью с численностью популяции волков.

В регуляторе Уатта обратная связь непосредственно связывает выход со входом. В системах, имеющих, как мы теперь знаем, сетевую структуру, обратные связи и влияния не столь очевидны. Результат процесса, происходящего в каком-то элементе (элементе *A*), потребляет не только основной получатель (элемент *B*), но, в общем случае, еще несколько других элементов. Они, в свою очередь, порождают продукты, которые расходятся дальше. В итоге может быть несколько контуров обратной связи, один из которых показан на рис. 8.7.

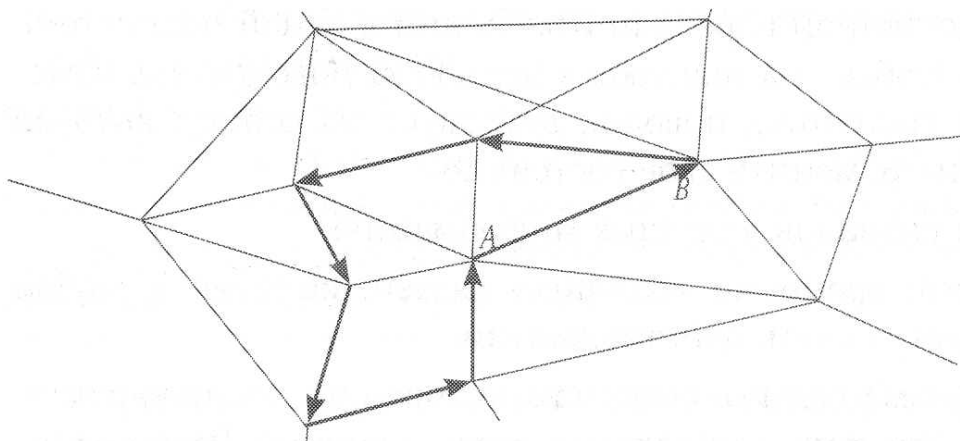


Рис. 8.7. Пример контура обратной связи в сетевом представлении системы

Мы хорошо знаем такие качества организмов и их сообществ, как гибкость, надежность, выживаемость. Эти особенности представляются естественными для сетевой модели системы. Механическая поломка регулятора Уатта (разрыв контура обратной связи) означает остановку (аварию) всей паровой машины. Разрыв одной связи (и даже нескольких) сетевая

структура с ее возможностями дублирования и резервирования может просто не заметить. Концепция обратной связи имеет фундаментальный характер и в неживой, и в живой природе. На идее обратной связи основываются кибернетика и теория автоматического управления, учение о гомеостазе — поддержании в динамическом равновесии внутренней среды организма; контуры обратных связей определяют динамику поведения сложных систем в теории хаоса, теории катастроф, синергетике.

Интерфейс (англ. *interface*). Этот термин — один из ключевых в программировании и в информационных технологиях. Он переводится как «поверхность раздела, перегородка» и означает совокупность средств и методов взаимодействия между различными устройствами. Связь между парой объектов возможна, если они имеют согласованные между собой приемную и передающую части и в процессе сеанса связи действуют по согласованным правилам. Такие правила называются протоколом. Неважно, насколько отличаются сами объекты, насколько у них разная природа, разное внутреннее устройство. Они будут «понимать» друг друга, если конструкция «выхода» одного объекта будет соответствовать конструкции «входа» другого объекта.

Вилка и розетка — интерфейс энергоснабжения электроприборов. Если у вас розетка старого образца, а вы купили пылесос «Бош» с вилкой нового евростандарта, то можно сказать, что интерфейсы предоставления и потребления электроэнергии оказались разными. И вас выручает переходник — интерфейс между старым и новым стандартом энергоснабжения.

Руль, педали газа, тормоза, рычаг коробки передач — интерфейс связи человека с автомобилем. Приборная панель — интерфейс связи автомобиля с человеком. Вы можете не знать, что у машины под капотом, машина, в свою очередь, даже не подозревает о вашем существовании. Однако интерфейсы дают возможность продуктивного взаимодействия вас и автомобиля.

Виктор: Да, помимо вычислительной техники, все это было. Только называлось по-другому. Например, эргономикой. И в радиотехнике базовый принцип — согласо-

ние приемника с передатчиком. Например, для связи нужно, чтобы приемник был настроен на частоту передатчика.

— Согласен. Но хотел бы заметить, что именно благодаря информационным технологиям стало понятно, что качество взаимодействия подсистем определяется качеством интерфейсов.

Виктор: Не понял.

— Ты слышал такое словечко — «юзабилити»?

Виктор: Если честно — нет.

— Usability — это качественный признак, который определяет, насколько интерфейс пользователя сайтов и программ легок и удобен в использовании.

Виктор: Типа сайт — тот же автомобиль, только вместо руля и педалей — клавиатура и мышка?

— Да. Только обрати внимание, насколько больше возможностей дает интерфейс «пользователь — компьютер» (клавиатура и мышь со стороны пользователя и экран со стороны компьютера) по сравнению с интерфейсом «человек — автомобиль».

Виктор: Кажется, понимаю... Каких только сайтов нет в Интернете! И во всех свой дизайн, своя цветовая гамма, свое меню, свои способы навигации.

— Если сайт оказался не-юзабилити, т.е. с плохим пользовательским интерфейсом (с сайтом трудно работать, сайт запутанный, нет ответов на ключевые вопросы), то с сайта просто уходят, и он умирает. Еще пара слов про интерфейс «пользователь — компьютер». В этом интерфейсе можно выделить аппаратный и программный уровень. Аппаратный интерфейс отвечает за «физическую» сторону работы с компьютером — удобна ли мышь, оптимально ли сделано усилие нажатия на клавиши, каково разрешение экрана монитора и т.д. Более глубокий программный интерфейс характеризует «дружественность» работы на информационном уровне: насколько программа «понимает» тебя, твои запросы, насколько адекватно для тебя как субъекта реагирует на них.

Виктор: Ты знаешь, напрашивается аналогия с общением между людьми. Аппаратный интерфейс — насколько человек тебе симпатичен внешне. Программный — степень совпадения «внутренних миров» собеседников — основа понимания друг друга.

— Ты на ход опередил меня, я как раз к этому вел...

Здесь тот, кто не читал первую часть книги, а сразу начал со второй, может потерять нить дальнейших рассуждений.

Взаимосвязи — сама суть систем. Важнейшая часть социальных систем — информационные связи между людьми — элементами этих систем. Интерфейсы межличностных коммуникаций подробно рассмотрены в гл. 4. Ограничениями общения выступают:

- субъективность, индивидуальность, неповторимость внутреннего мира человека — того пространства, в котором он интерпретирует входящие сообщения;
- эмоционально-волевая сфера, недоступная для словесно-логического мышления.

Поэтому мы не в состоянии на вербальном, сознательном уровне понять себя и другого человека. Этими же причинами ограничивается наше рациональное понимание (и, следовательно, прогнозирование) поведения социальных систем.

Виктор: Не согласен. Несмотря на ограничения, о которых ты говоришь, взаимопонимание возможно. И базой для него является взаимная симпатия, принятие людьми друг друга. Один наш рок-музыкант рассказывал, что они формировали свою группу не по принципу «вот, смотри, хороший музыкант», а по принципу «вот, смотри, отличный парень, и играет на инструменте».

— Виктор, будь внимательнее. Я неслучайно сказал: «на вербальном, сознательном уровне». Ты же говоришь об эмоциональном уровне — симпатия, принятие. Так что мы оба правы.

Рассматривая вопрос приспособленности системы к среде, совместимости со средой, Ф.П. Тарасенко [68] использует термин «ингерентность» (от англ. *inherent* — являющийся неотъемлемой частью чего-либо). Например, по отношению к водной среде с точки зрения функции «плавать» рыба более ингерентна, чем, скажем, кит или аквалангист.

Вопрос согласования социальной системы с окружением подробно рассматривает Н. Луман [42]. Вслед за У. Матураной он использует термин «структурная сопряженность». Мускулатура живого существа согласована с силой притяжения Земли, что позволяет ему передвигаться и обеспечивает возможности для выживания. И далее Луман пишет: «К сфере структурной сопряженности относятся факторы среды, которые система может использовать, преобразуя в информацию... Мозг структурно сопряжен с окружающим миром посредством глаз и ушей. Узкий диапазон воспринимаемого оптического и звукового спектров ограничивает то, что можно увидеть и услышать. И только за счет этого система не перегружена воздействиями извне, и только за счет этого могут формироваться эффекты научения и комплексные структуры внутри мозга... Система получает фотохимические или акустические раздражения и затем, с помощью своего собственного аппарата, создает из них информацию, которой нет в окружающем мире» [42].

Если не принимать во внимание исследовательские задачи, то нет особого смысла искать интерфейсы взаимодействия элементов естественных систем, например организмов. Есте-

ственные системы — целостные образования, сформировавшиеся в эволюционном процессе. Однако ситуация обстоит иначе, когда конструируется искусственная система с участием людей. Допустим, одно государство хочет установить отношения с другим государством. Тогда они должны открыть дипломатические представительства — интерфейсы взаимодействия и действовать в рамках дипломатического протокола — свода правил вежливости и делового этикета.

Любое предприятие состоит из подразделений. Они каким-то образом взаимодействуют между собой. Насколько отлажены интерфейсы и протоколы взаимодействия подразделений? Каков уровень понимания одним подразделением задач, функций, процессов другого подразделения? Не являются ли процессы коммуникации между подразделениями «узким местом», ограничивающим эффективность работы предприятия? Мы вернемся к этим вопросам в следующей главе.

Виктор: Евгений, ты выше поставил вопрос о том, насколько мы способны отслеживать взаимосвязи в системах. Ты не забыл?

— Нет. Просто не ожидал, что тема связей окажется столь обширной. Хорошо, давай ответим на этот вопрос и пока закончим о связях. Ниже, в параграфе «Контринтуитивность», эта тема будет продолжена.

Возможности субъективного отражения взаимосвязей: вариант ответа. Наша способности контролировать связи между элементами системы имеет два аспекта: качественный и количественный.

При решении практических задач, как правило, трудно с полной определенностью выделить внутренние связи в системе. Это обусловлено тем, что наличие или отсутствие прямых связей одной подсистемы с другой часто не может быть установлено вовсе или может быть установлено лишь с низкой точностью.

Д. Касты

Начнем с качественного. Человеческий способ отражения мира порожден эволюционными задачами размножения, добывания пищи и избегания опасностей. В ходе решения этих задач сформировались органы чувств, восприятие, мышле-

ние, память (см. гл. 2). Их возможности (способность видеть в определенном световом диапазоне, слышать в определенном звуковом диапазоне, осязать, обонять, избирательно запоминать и т.д.) — это результат естественного отбора. Другими словами, наш аппарат ориентировки в реальности специализирован на двух вещах: на контроле воспринимаемых материальных объектов и сигналов и контроле физических параметров окружающей среды (температуры, влажности и пр.). Когда мы наблюдаем объект, который квалифицируем как систему, мы прежде всего выделяем элементы этой системы и наблюдаем их активность. Но мы генетически не приспособлены воспринимать взаимосвязи между элементами, определяющие систему и динамику ее поведения. Можем ли мы понять поведение пчелы, если не знаем о существовании улья и, следовательно, о ее связи с ульем? Максимум, на что мы способны благодаря нашему умению моделировать, — на основании наблюдения за элементами системы (не забываем: выделенными нами из изучаемого объекта *произвольно!*) делать предположения о наличии связей между ними.

Виктор: У меня есть пример из жизни.

— Ну, рассказывай.

Виктор: В нашей компании друзей, сохранившейся со студенческих лет, восемь человек. Четыре супружеские пары, все с одного курса. В последние годы одна пара (скажем, Петр и Вера) под разными предлогами перестала ходить на общие встречи. И вдруг я недавно узнаю, что Петр, мой друг, дико ревнует Веру ко мне. Что у них скандалы чуть не до развода. Это было для меня полной неожиданностью. Все семеро всегда были для меня просто друзьями (кроме, конечно, моей супруги). Мне казалось, что я совершенно одинаково относился и к Вере, и к двум другим нашим «боевым подругам» — женам моих друзей.

— Да. Грустная история. К сожалению, типичная. Семью как систему опутывает сложная сеть отношений как между членами семьи, так и с внешним окружением, не видимая не только извне, но зачастую и изнутри.

Твой пример легко распространяется на всю нашу жизнь. Не только личная жизнь, но и политика, и бизнес в значительной степени держатся на установлении, поддержании и использовании связей. Но, повторюсь, это связи между отдельными людьми — элементами системы. Они остаются не видимыми для других людей — частей этой же системы и для внешних по отношению к системе наблюдателей.

Теперь о количественном аспекте отражения взаимосвязей. Предположим на минуту, что мы их можем *видеть*. Тогда, учитывая нелинейную зависимость числа связей от числа элементов (см. рис. 8.3), по мере роста числа элементов наблюдаемой системы, мы быстро остановимся перед естественным барьером — возможностями мозга отслеживать большое количество контролируемых объектов. Эти возможности весьма скромны. В соответствии с известным числом Миллера (7 ± 2) человек способен удерживать в поле внимания и в кратковременной памяти от 5 до 9 объектов.

Таким образом, наши возможности видеть взаимосвязи очень скромны. Мы никогда не можем быть уверены, что не упустили важные связи в системе. Наш мозг не в состоянии контролировать большое количество взаимосвязей. Нам трудно понять суммарный эффект взаимодействия элементов системы и предсказать ее поведение. Рассматривая взаимосвязи, мы намеренно не касались связей системы с окружением. Этот вопрос будет обсуждаться ниже.

Вложенность

Если мы какой-то объект назвали системой, то это означает, что мы должны:

- увидеть элементы этого объекта, т.е. *подсистемы*;
- понять, как взаимодействие активных элементов создает новое, системное, качество, т.е. собственно *систему*;
- определить внешнюю по отношению к системе среду ее функционирования и связи системы с этой средой — *над-системой*.

Живые системы нельзя понять посредством анализа. Свойства частей — не внутренне присущие им свойства: они могут быть поняты только в контексте более крупного целого. Таким образом, системное мышление — это контекстуальное мышление; и поскольку объяснение вещей в их контексте означает объяснение на языке окружающей среды, то можно сказать также, что все системное мышление — это философия окружающей среды.

Ф. Капра

Рассмотрение объекта в координатах «надсистема — система — подсистема» — одно из требований системной методологии. Акофф [6] называет такой подход синтетическим в противоположность аналитическому подходу, свойственному эпохе машин. Синтез, или познание предмета в целом, является ключом к системному мышлению в такой же степени, как анализ, или разложение на элементы, был ключом к мышлению машинной эпохи.

Классическая исследовательская процедура механистического мировоззрения состояла из трех этапов:

- разложение на части того, что необходимо объяснить;
- объяснение поведения или свойств отдельных частей;
- составление из этих объяснений целостной трактовки.

Но как только мы разложили целое на части, каждая часть вновь представляет собой целое, требующее объяснения. Часть опять надо делить на части. Двигаясь в такой исследовательской логике, мы уходим в микромир, теряя исходную задачу объяснения макрообъекта. Другая серьезная ловушка анализа заключается в опасности не увидеть и разорвать связи между частями, благодаря которым только и возникают эмерджентные свойства объекта — то, что делает его системой. Кроме того, существуют объекты, объяснение которых в принципе лежит вне их границ. Ф.П. Тарасенко в связи с этим приводит в пример денежную купюру. Никакое органолептическое, физическое, химическое изучение купюры не позволит понять ее назначение [68].

Системный метод имеет принципиально другую логику, другие шаги:

- определение целого, частью которого является изучаемый предмет;
- объяснение поведения или свойств целого;
- описание поведения или свойств предмета по его функциям в содержащем его целом.

При аналитическом мышлении предмет, который нужно объяснить, трактуется как целое, которое необходимо разделить на части. При синтезе тот же предмет рассматривается как часть содержащего его целого. В первом случае фокус исследователя уменьшается, а во втором — расширяется.

В соответствии с системной методологией начинать изучение любой сущности необходимо с определения *объекта* и выделения в нем собственно *предмета* исследования [74, 80]. Функции предмета могут быть поняты только через объект. Ряд авторов использует термин «открытость», который подчеркивает, что система открыта по отношению к надсистеме, т.е. взаимодействует с ней. «Принцип открытости означает, что поведение живой (открытой) системы можно понять только с учетом той среды, в которой она функционирует» [20].

— Виктор, следишь за нитью рассуждений? Все понятно?

Виктор: Вроде да.

— Давай проверим. Ну-ка, сыграй две роли. Сначала — офтальмолога, потом — системного мыслителя.

Виктор: Какой из меня офтальмолог? Я инженер.

— Спокойно. Вот человеческий глаз. Как бы его определил окулист, незнакомый с системным подходом?

Виктор: А, вот ты к чему клонишь... Дай подумать... Ну, может быть, так: это орган зрения, состоящий из глазного яблока, хрусталика, роговицы... Что там еще?

— Неважно. А теперь определи глаз как крутой системный аналитик.

Виктор: Пожалуй, я бы сформулировал так: глаз — средство ориентировки организма во внешней среде, позволяющее контролировать окружение при наличии освещения в таком-то спектральном диапазоне.

— Чувствуешь разницу?

Виктор: Чувствую. Но, мне кажется, нельзя говорить, что первое определение хуже второго. Они просто разные, каждое для своих целей.

— Согласен. Они дополняют друг друга. Первое, аналитическое, фокусируется на структуре. Оно показывает, как система работает. Второе, синтетическое, сосредоточивается на функции и отвечает на вопрос, почему, для чего (кого) система так функционирует.

Виктор: Теперь понятно, что начинать изучение системного объекта надо со второго определения.

— Верно. Понять систему можно только по ее роли в надсистеме.

Рассмотрим принцип вложенности на конкретном примере (табл. 8.2). Пасечник фокусируется на улье как источнике меда. При этом он рассматривает пчел как одну из подсистем улья, а окружающую местность, включая поле с цвета-

ми — как необходимое окружение для жизни улья. С другой стороны, тот же пчелиный улей для эколога — одна из подсистем, для пасечника — система, а для энтомолога — надсистема.

Таблица 8.2

Иллюстрация принципа вложенности

Объект	Взгляд с позиции:		
	эколога	пасечника	энтомолога
Земной шар	Надсистема		
Поле	Система	Надсистема	
Улей	Подсистема	Система	Надсистема
Пчела		Подсистема	Система
Глаз пчелы			Подсистема

Выделение системы из среды — нетривиальная задача. Вот маленький ребенок. С виду — полноценный системный объект, система. Но, отрывая его от матери, мы можем нанести ему психическую травму. Оказывается, системой правильнее было считать пару «мать — ребенок» или триаду «отец — мать — ребенок».

В бизнесе выбор границ системы — принципиальное стратегическое решение. Скажем, общепринятая практика — рассматривать предприятие как систему, а потребителей его продукции — как часть внешней среды, надсистемы. Это приводит к фокусированию на внутренних процессах, на производстве продукции. Потребители отходят на второй план, хотя они — единственный источник доходов предприятия. Включение потребителя в явном виде в систему бизнеса приводит к изменению фокусирования менеджмента с внутренней среды предприятия на отношения между предприятием и потребителями. Взаимосвязи с ними начинают рассматриваться как важнейшие связи в системе. Внимание к клиентам поднимается на новый уровень. Ори-

ентация на потребителя — первый из восьми принципов менеджмента качества, закрепленных в стандартах серии ISO 9000. В стандартах системы менеджмента качества приводится модель, в которой потребители включены в систему бизнеса как полноправная подсистема (см. рис. 8.8). Основа модели — петля обратной связи — от выхода (продукции) через измерение удовлетворенности потребителей, измерение, анализ и улучшение процессов ко входу процессов жизненного цикла.



Рис. 8.8. Модель системы менеджмента качества, основанная на процессном подходе

Каждый элемент выделенной нами системы одновременно является элементом иных, не учтенных нами связей и отношений, т.е. других систем. В этом смысле в качестве характеристики систем используют термин «многомерность». Многомерность означает, что система может представляться в разных «координатах» (разных надсистемах) и описываться многими переменными. Человек, как правило, является субъектом нескольких систем. Он может в них действовать одновременно или последовательно, «переключаясь» от системы к системе. Примером одновременного присутствия в нескольких системах может быть семейный бизнес, когда, скажем, роли жены и главного бухгалтера буквально переплетаются. Линия поведения человека в каждой системе

Глава 8. Основные элементы системной методологии

зависит от других систем. В связи с этим, с точки зрения наблюдателя, контролирующего одну систему, поведение человека в ней может представляться необъяснимым. В случае последовательных переходов от системы к системе «жизнь» человека в каждой из них меняет его, и в следующую систему он погружается, измененный другими системами. Муж пришел с работы, не сдержался, нагрубил жене. Причина не в системе «семья». Причина — в системе «работа», где у мужа неприятности.

Задержки

Элемент системы выполняет определенную функцию. На вход элемента поступают материалы либо информация, они специфическими для элемента процессами перерабатываются в выход, который служит входом для другого элемента. Время выполнения элементом своей функции определяется устройством этого элемента. Такие характерные времена отработки своих процессов могут быть разными у разных элементов. Мы, наблюдая за поведением систем и контролируя их произвольно выбранные параметры, воспринимаем разную скорость процессов подсистем как задержки материальных и информационных потоков.

Задержки в каналах связи есть всегда, даже в простейших механизмах. Вернемся к регулятору Уатта (рис. 8.5). Если число оборотов вала паровой машины уменьшится, то клапан не сдвинется сразу, мгновенно. В любом механическом устройстве есть люфты (зазоры в подвижных соединениях) и трение. Изменение скорости вращения вала должно пройти через семь подвижных сочленений, прежде чем клапан приподнимется, чтобы поддержать обороты. На это нужно время — тем большее, чем грубее сделан регулятор. После поднятия клапана скорость вращения вала увеличивается. И вновь коромысло с временной задержкой давит на клапан. Получается, что из-за таких задержек скорость оборотов вала паровой машины не является постоянной, а колеблется около среднего значения. Амплитуда и частота таких колебаний определяются конструкцией и точностью изготовления устройства.

Задержки в системах обусловлены спецификой строения и процессов подсистем, их способностью к усвоению опыта. Много примеров задержек приведено в [56]. Источник аллергии на продукты питания именно потому так трудно выявить, что реакция не всегда наступает сразу после того, как вы съели продукт, содержащий аллерген. Боль в мышцах появляется только через день-другой после перенапряжения, которое ее вызвало. На изменение покупательских пристрастий может потребоваться несколько недель рекламной кампании.

Поучительным примером задержки в системах является прием пищи. Нам обычно не удастся выпить слишком много жидкости: сигнал об утолении жажды проявляется сразу. Но с едой иначе: нужно какое-то время, прежде чем желудок даст знать, что он полон. Ощущение сытости связано не с тем, сколько пищи в вашем желудке в данную минуту, а с тем, сколько ее там было несколько минут назад. Такая задержка провоцирует переедание. Отсюда рекомендации диетологов есть медленно, тщательно пережевывать пищу, вставать из-за стола с легким чувством голода.

Задержки в социальных системах проявляются, в частности, как разделение во времени причин и следствий. Наблюдаемое *сегодня* поведение системы может быть результатом действия причин, лежащих *в прошлом*. В связи с этим П. Сенге отмечает недостаток нашего мышления, который он называет «за мороженностью текущими событиями» [63]. Мы часто склонны анализировать реальность в узких временных границах, упуская из виду протяженную во времени системную динамику, в которой решения и действия далекого прошлого «выстреливают» сегодня и в неожиданном месте. Мы стараемся изо всех сил, чтобы вырастить наших детей приличными людьми, но совершенно не представляем, как наши сегодняшние поступки отразятся на их взрослой жизни.

«Нам недоступно прямое восприятие последствий множества самых важных решений... Если вы задумаетесь, какими качествами должен был обладать для выживания пещерный человек, вряд ли вы наделите его способностью созерцать

космос. Гораздо важнее способность почувствовать приближение сзади саблезубого тигра и быстро среагировать. Ирония в том, что *сегодня главной угрозой для нашего выживания, для выживания наших организаций и всего общества в целом являются не какие-либо неожиданности, а медленные, постепенно развивающиеся процессы: гонка вооружений, экологический кризис, развал национальной системы образования, старение основных средств производства*» [63]. Но ситуация еще сложнее. Возможно, сегодня набирают силу ключевые для нашего выживания процессы, о которых мы не знаем, которые нами не определены, не названы и поэтому находятся вне поля нашего внимания.

Виктор: Евгений, смотри, к чему ты ведешь.

Вот мы наблюдаем сегодняшние события и действуем сегодня. И ты говоришь о двух вещах.

Первая (оборачиваясь в прошлое): причины сегодняшних событий находятся не во вчерашних действиях, а в прошлогодних или позапрошлогодних.

Вторая (глядя в будущее): сегодняшние действия проявятся непредсказуемым образом не завтра, а через год или еще позже.

И что тогда нам делать?

— Во-первых, ты сделал хорошее резюме к пункту о задержках.

Во-вторых, ответ на твой вопрос выходит за рамки этой книги. Не забывай, что наша с тобой скромная задача — обратить внимание на сложность мира и системную парадигму как инструмент работы со сложностью.

В-третьих, не принимай все близко к сердцу. Помни об ограниченности нашего познания. Самодвижение, эволюция систем, в которые мы включены, мало зависит от тебя и от меня — как восходы солнца или смена времен года. Мы продолжаем считать себя активными деятелями, хотя в гораздо большей степени мы лишь наблюдатели. При этом поле нашего осознанного внимания не больше, чем у танкиста зона обзора через смотровую щель.

В-четвертых, конечно, надо мыслить, расширяя временные горизонты. Например, если говорить о глобальных цивилизационных проблемах, то уже все понимают, что мы по сути живем взаимы у будущего. У. Черчмен [89] в связи с этим отмечает, что временные рамки прогнозирования последствий наших действий должны как минимум охватывать будущее наших детей. Они, в том числе и те, которым еще предстоит появиться на свет, должны восприниматься как возможные заказчики сегодняшних процессов принятия решений.

Изменчивость, адаптивность

Система по определению активна. В ней всегда идет некоторый процесс. Получаемые от других систем через входы вещество и сигналы преобразуются системой и поступают на выходы, где подхватываются входами другой системы. Принципиально важно то, что система изменяется в ходе каждого процесса. Рост, условный рефлекс, память, обучение, адаптация, развитие, опыт, познание, старение. Любое из этих понятий неявно предполагает изменения в тех системах, относительно которых использованы эти термины. Рядовая выкуренная нами сигарета откладывается частицами дыма в легких, меняет их и вместе с ними — нас. Каждое услышанное слово, каждый перехваченный взгляд, каждая усвоенная нами единица знаний меняют наше ментальное пространство. И следующий объект восприятия интерпретируется уже иначе — в рамках этого нового субъективного контекста. Мы не в состоянии повторно решать одну и ту же задачу: решение «легло» на нашу модель мира, изменило ее, и вновь пройти тот же путь решения — с теми же эмоциями, затруднениями, озарениями — невозможно. В этом смысле, строго говоря, систему невозможно изучить с помощью тестов и экспериментов: после них она стала *другой*.

Изменчивость является следствием работы эволюционного механизма: выживают только те, у кого получается лучше приспособиться (т.е. *измениться*) к постоянно *изменяющимся* условиям окружающей среды. В этом смысле системы в определении Акоффа *адаптивны*: элементы, вступая в связи, образуют целостность, которая (если пройдет через фильтр естественного отбора, а именно такие системы мы только и можем наблюдать) больше приспособлена к среде, чем элементы сами по себе.

Структурные изменения — столь мощные события, они вызывают столь травмирующие последствия, что люди предпочитают делать вид, будто не видят того, о чем им с такой силой говорят их глаза, вместо того чтобы перестраиваться, как это необходимо... Перемены происходят всегда. Однако с точки зрения управления мы к ним не приспособляемся и в известной мере вымираем... Динозавров погубил темп перемен.

С. Бир

Система непрерывно эволюционирует во времени. Сын ушел в армию. Вернулся в буквальном смысле слова другим человеком. Работая с системой, мы часто используем субъективное представление о системе, которое давно устарело. В качестве примера здесь уместно вспомнить миниатюру из детского тележурнала «Ералаш». Практически весь сюжет ребенок собирается на зимнюю прогулку. Выходит из подъезда — а на улице лето.

Ф. Капра [32] приводит важное отличие обработки информации компьютером и живым организмом. Компьютер манипулирует символами на основе определенных правил. Символы представляют собой элементы, загружаемые в компьютер извне; в ходе обработки информации изменений в структуре машины не происходит. Физическая структура компьютера неизменна, она определена замыслом разработчика и конструкцией. Нервная система живого организма функционирует принципиально иначе. Она взаимодействует со своим окружением, постоянно изменяя свою структуру таким образом, что в каждый определенный момент ее физическая структура является записью предыдущих структурных изменений.

Изменчивость — ключевая характеристика любого живого организма. В теории аутопоэза (*Autopoiesis*, от греч. *auto* (сам-) и *poiesis* — создание, производство) У. Матураны и Ф. Варелы [45] жизнь — это процесс самосозидания и самоподдержания систем. Элементы системы, или компоненты аутопоэзного единства, динамически связаны сетью непрерывных взаимодействий. Познание ими рассматривается как изменения в системе, влияющие на ее последующее поведение. Познание, или обучение, представляет собой деятельность, являющуюся составной частью самосозидания и самоподдержки аутопоэзных сетей. «Живые системы — это познающие системы, а жизнь — это процесс обучения», — цитирует Матурану Ф. Капра [32]. Что же меняется в системах и что остается неизменным?

Для ответа на этот вопрос Матурана вводит понятия паттерна и структуры. Паттерн системы — конфигурация отношений между элементами системы. Структура системы — физиче-

ская реализация паттерна системы. Паттерн стула — площадка для сидения и опора под ней. Этот паттерн может быть реализован многими структурами — вариантами реальных стульев. Меняя у сливного бачка пластиковый поплавок на поплавок из пенопласта, мы меняем структуру бачка, но не меняем паттерн. «Понятие паттерна существенно для понимания живых систем, поскольку системные свойства обусловлены конфигурацией упорядоченных взаимоотношений. Системные свойства — это свойства паттерна. То, что разрушается, когда организм разнимается на части, — это и есть его паттерн. Компоненты все присутствуют, но конфигурация взаимоотношений между ними — паттерн — разрушена, и поэтому организм погибает... Аутопоэзная система претерпевает непрерывные структурные изменения, сохраняя в то же время свой паутинообразный паттерн организации» [32]. Таким образом, структура системы непрерывно меняется, паттерн как ключевая характеристика системы остается неизменным.

Контринтуитивность

Наблюдая за системой, мы строим ожидания относительно ее поведения. Зачастую получается, что фактическая динамика системы не соответствует нашим внутренним прогнозам. Такая ситуация предельно четко и афористично сформулирована В.С. Черномырдиным: «Хотели, как лучше, а получилось, как всегда». Действия, направленные на получение желаемого результата, могут привести к противоположному исходу. Неожиданное, непредусмотренное поведение системы называют контринтуитивным поведением, от англ. *counterintuitive* — противоречащий. Если быть честными с самими собой, то таким длинным труднопроизносимым словом мы расписываемся в собственном непонимании результатов работы системы. Контринтуитивность является следствием ограниченности наших ментальных моделей.

Сюрпризы в системной динамике могут проявляться двояко:

- в один момент времени в разных частях системы (одному отделу повысили зарплату — соседний отдел перестал работать);

- в одной части системы в разные моменты времени (системные аналитики в подобных случаях вспоминают эмпирическое наблюдение: плохие результаты сегодня являются следствием хороших решений вчера).

Как только появляется наконец возможность свести концы с концами, кто-то отодвигает конец.

Герберт Гувер, президент США

П. Сенге в [64] приводит следующий пример. Допустим, в холодную погоду вы попали в комнату, в которой с помощью термостата автоматически поддерживается заданная температура, но вы об этом *не знаете*. Пусть термостат настроен на поддержание в комнате температуры 25 градусов. Вам показалось жарко, и вы открыли форточку. Стало прохладно, но ненадолго. Термостат включился и начал подогревать воздух в комнате. Вы открыли окно. Опять кратковременное улучшение, не более. Вы открываете второе окно. И вновь после некоторой *задержки* вы с удивлением обнаруживаете, что ваши действия по открыванию окон ни к чему не привели: в комнате так же жарко!

Что произошло? По жизни мы всегда, чаще всего неосознанно, создаем некоторый контекст, временную систему, в которой оцениваем обстановку, выбираем значимые (с нашей субъективной точки зрения) параметры, планируем действия, отслеживаем результаты. В данном случае такой временной системой для вас стали вы сами, комната, окна. Важно, что термостат не вошел в границы вашей системы. Вам жарко, вы пытаетесь действовать, но контролируемый параметр (температура воздуха) ведет себя неожиданным образом. Образовалась петля уравнивающей обратной связи с участием термостата, уменьшающая разрыв между установленной и фактической температурами. Ваша система повела себя контринтуитивно, потому что на температуру воздуха решающим образом повлиял не учтенный вами фактор — термостат. Аналогичное поведение человеческого организма на примере с гипертонией подробно рассматривает М.А. Гайдес [19]. У вас повысилось давление. Вы принимаете лекарство (скажем, сосудорасширяющее),

понижающее давление. Результата нет. Вы начинаете принимать другой препарат. Давление не падает. Так будет продолжаться до тех пор, пока не будет выявлена причина повышения давления. Такой причиной, например, могут быть пораженные почки с затрудненным кровотоком. Повышенное (с вашей точки зрения) давление является нормальным с точки зрения организма, которому нужно обеспечить кровоснабжение почек. В такой ситуации, стимулируя лекарствами расширение сосудов, вы не только не решаете проблему давления, но и перегружаете сердце, которому нужно поддерживать повышенное давление, чтобы продавливать кровь через почки.

То же самое происходит в социальных системах. Мы наблюдаем нежелательные отклонения в их поведении. В соответствии с нашим опытом и кругозором мы принимаем решения по устранению отклонений. Часто в краткосрочной перспективе эти меры помогают. Но, принимая эти решения, мы зачастую запускаем неподконтрольные нам петли обратных связей, которые не только препятствуют уменьшению отклонений, но даже способствуют их увеличению. В ответ на это мы наращиваем усилия в рамках прежних решений (открываем все новые окна), чем только ухудшаем ситуацию. Как пишет по этому поводу П. Сенге, «поведение сначала улучшается, и только потом делается хуже» [64]. В 1960-х годах правительство США предприняло широкомасштабную программу строительства дешевого жилья и профессионального переобучения обитателей трущоб, возникших в центре многих крупных городов Америки. На программу были истрачены громадные деньги, но в 1970-х состояние многих городских центров стало еще хуже. Почему? В города с лучшими программами жилищной и иной помощи хлынули искатели пособий со всей страны. В результате новые многоквартирные дома оказались перенаселенными, программы профессиональной подготовки перегруженными, а численность «трущобного» населения выросла.

Человеческое сознание не приспособлено интерпретировать поведение социальных систем. Социальные системы принадлежат к классу многоконтурных нелинейных систем с обратной связью. В течение длительной

истории эволюции до самых недавних исторических времен люди не испытывали потребности разбираться в сложных системах с обратной связью. Эволюционные процессы не наделили нас умственной способностью правильно интерпретировать динамическое поведение тех сложных систем, в которые мы теперь встроены.

Дж. Форрестер

Аналогичным образом компенсирующая обратная связь сработала в случае программ продовольственной и сельскохозяйственной помощи развивающимся странам. Улучшение ситуации с продовольствием снизило смертность от недоедания и сопутствующих болезней. Рост численности населения ускорился, и вскоре голодных стало больше, чем было.

Контринтуитивное поведение систем подробно рассматривает Д. Гараедаги [20]. В частности, он показывает, как увеличение размеров социальных выплат с целью уменьшения количества бедных семей может привести к увеличению их числа (рис. 8.9).



Рис. 8.9. Динамика системы социального обеспечения
Источник: Д. Гараедаги [20. С. 84].

Дополнительные расходы вызывают рост налогов. Увеличение налогового бремени может спровоцировать отток богатых граждан и перемещение бизнеса предприятий в регионы (страны) с лучшим налогообложением, что уменьшит налоговую базу и доходы бюджета — источник средств для социальных пособий. С другой стороны, улучшение социального обеспечения может снизить стимулы к работе местного населения и способствовать иммиграции бедных из других регионов (стран).

Зная все возможные характеристики физической системы, теоретически можно предсказать ее поведение в будущем. Но это касается только неодушевленных объектов. Как только в нашу систему привносится «человеческий фактор», все пророчества идут насмарку. Это совершенно другая задача: предсказывать будущее для системы, элементами которой являются люди, конечно, если вы исходите из того, что они живые и обладают свободой выбора.

Н. Талеб

У предприятия появились проблемы. Прибыль гораздо меньше ожидаемой (плановой). Прибыль — разность между доходами и расходами. Что делают многие руководители? Правильно — уменьшают расходы. Прибыль восстанавливается. Но ненадолго. С некоторой задержкой начинают сказываться последствия сокращения расходов. Статьи расходов, которые в первую очередь урезаются, — заработная плата, расходы на обучение, обновление основных средств, вложения в новые технологии. Экономия ведет к уходу сотрудников (уходят, как правило, лучшие), ухудшению качества продукции, потере конкурентоспособности и в итоге к снижению прибыли из-за падения доходов. В данном случае управленческое решение (сокращение расходов) привело к восстановлению контролируемого параметра (прибыли) в кратковременной перспективе, но одновременно инициировало процессы, которые в среднесрочной перспективе приведут к снижению этого параметра. Эта ситуация представлена на рис. 8.10.

Разрыв между желаемым и фактическим состоянием инициирует действие: сокращение расходов. Действие запускает две петли обратной связи (на рисунке справа). Первая (сплошная линия) ведет к росту прибыли и к уменьшению разрыва. Это

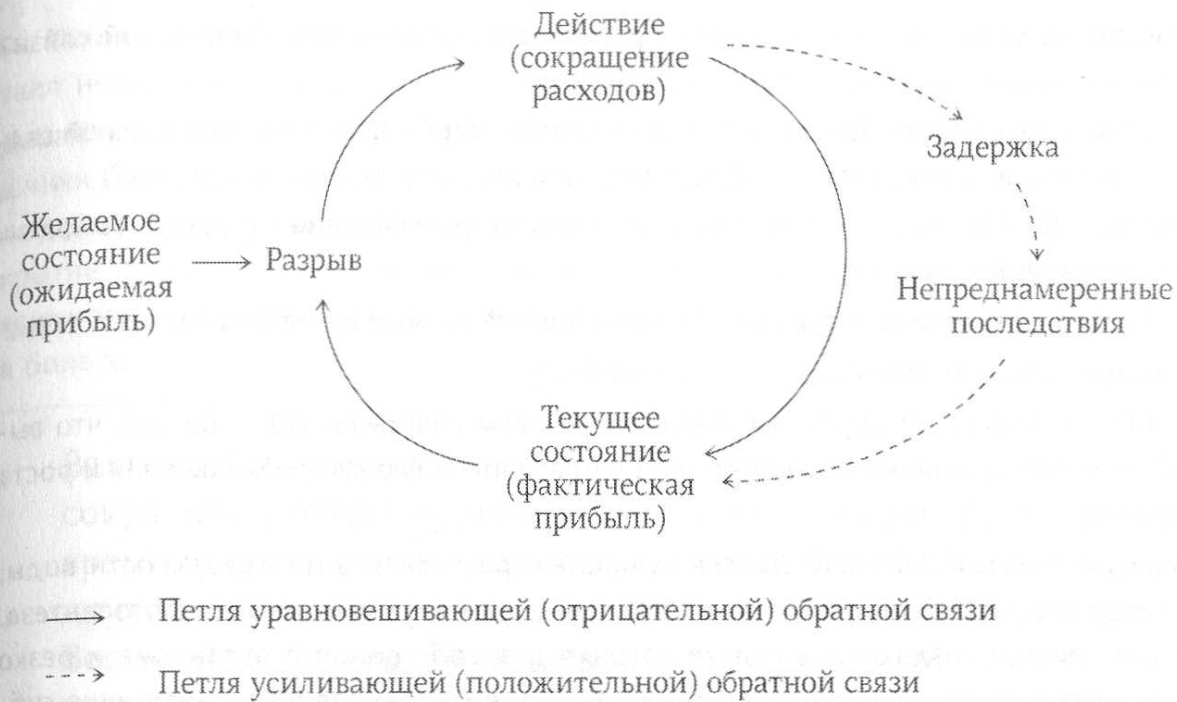


Рис. 8.10. Пример системной диаграммы «Неработающее решение»

петля уравнивающей (отрицательной) обратной связи. Вторая (пунктирная линия) с некоторой задержкой инициирует непредумышленные последствия, которые действуют в направлении уменьшения прибыли, т.е. *увеличения* разрыва. Это работает петля усиливающей (положительной) обратной связи.

— Виктор, вот задачка из книги [56]. Пруд. Начали расти кувшинки. За сутки их становится вдвое больше. За месяц ими заросла половина площади пруда. Вопрос: за сколько времени зарастет весь пруд?

Виктор: За сутки. Ну, точнее, за месяц плюс сутки.

— Не все так быстро соображают. Как тебе задача?

Виктор: Любопытно... Допустим, вот я хожу мимо пруда. Вижу, что он зарастает. Вот зарос наполовину. Наверное, мне бы не пришло в голову, что назавтра он будет весь покрыт кувшинками.

— В том-то и дело. В экосистеме пруда идут два процесса: *быстрый* процесс размножения отдельной кувшинки (удвоение за сутки) и *медленный* процесс зарастания пруда.

Виктор: Медленный, но ускоряющийся.

— Да. Нелинейный. Ты, проходя мимо пруда, не замечаешь глубинного быстрого процесса, а только краем отмечаешь лениво про себя: «Что-то зарастает пруд». Ты наблюдаешь следствие скрытого процесса размножения кувшинок.

Виктор: А может быть бурный рост результатом усиливающей обратной связи? Типа выросшие кувшинки «помогают» новым?

— Давай посмотрим. Только чуть более строго. Чтобы говорить об обратной связи, мы прежде всего должны определить процесс, его вход и выход, так?

Виктор: Да. Ну, с процессом понятно: процесс размножения и роста. Выход — новая кувшинка. А вход?

— То, что обеспечивает процесс: почва с питательными веществами, свет, вода.

Виктор: С водой, полагаю, проблем не будет.

— Об усиливающей обратной связи мы сможем говорить, если увидим, что выход — новая кувшинка — меняет вход в благоприятную для размножения и роста сторону.

Виктор: Смотри, Евгений. Листья кувшинки, расстилаясь по поверхности воды, перехватывают на себя солнечный свет и с ним — возможность фотосинтеза. То есть листья создают идеальные условия для собственного организма и резко ухудшают условия для других растений, которые медленнее растут, частично гибнут и соответственно потребляют из донного слоя меньше питательных веществ, больше оставляя кувшинкам!

— Ну что, на уровне моих ботанических познаний мне нечего тебе возразить.

Виктор: Пруд зарос, и рост остановился.

— Да. Потребные для роста ресурсы всегда ограничены. Это верно для любой растущей системы. Они определяют пределы роста. Почитай на досуге одноименную книгу Д. Медоуза [46] — хрестоматийную работу по моделированию динамики нашей цивилизации.

— Виктор, а что послужило ограничителем роста плантации кувшинок?

Виктор: Ясно, границы пруда.

— А если пруд большой? Ну очень большой?

Виктор: Э-э-э... Ну-у...

— Подсказываю: вход, процесс, выход...

Виктор: Ага. Размножение кувшинок замедлится, если вход будет связан с выходом отрицательной обратной связью: новые кувшинки (выход) начнут ухудшать условия размножения и роста (вход) следующих поколений, так?

— Правильно. Кувшинки, закрыв поверхность пруда, создали непрозрачный экран — преграду для солнечного света. Свет — необходимое условие жизни многих организмов внутри пруда — участников пищевых цепочек. И вот свет перестал поступать внутрь водоема. Это коренное изменение той благоприятной среды, в которой начинали размножаться кувшинки. Гибель многих микроорганизмов, водорослей с какой-то задержкой вызовет истощение донного слоя питательными веществами, что может привести не только к стабилизации, но и к массовой гибели кувшинок.

Виктор: В общем, размножаясь, кувшинки роют себе могилу.

— Такова системная динамика. Надеюсь, ты понимаешь, что такие циклы работают не только у кувшинок.

Давай подведем итог. Наблюдая достаточно долго за поведением системы «кувшинки в пруду», мы в двух случаях могли быть обескуражены контринтуитивным поведением системы. В первом случае нас могло удивить почти взрывное покрытие пруда кувшинками. Во втором — мы могли стать свидетелями необъяснимого уменьшения плантации кувшинок и постепенного превращения пруда в болото.

Ваша работа далеко от дома. Вы покупаете машину, чтобы сократить потери времени на дорогу. Однако ваши потери времени *увеличились*. Как такое может быть? Ответ простой: другие люди, рассуждая аналогично, тоже купили машины. Все вместе перегрузили дорожную сеть, появились пробки, экономии времени не получилось. Описанный пример иллюстрирует одну из классических моделей системной динамики, которая называется трагедией коллективного ресурса (Tragedy of the Commons) (см. рис. 8.11). Знаки «+» на диаграмме показывают, что соответствующая связь усиливает, увеличивает, положительно влияет на то, куда показывает стрелка, знаками «-» помечаются связи, ослабляющие, уменьшающие, отрицательно влияющие на то, куда направлена стрелка.

Экспоненциальный рост, пределы роста, неработающее решение, трагедия коллективного ресурса — названия нескольких системных архетипов, которых насчитывается больше десятка. Системные архетипы — типовые схемы поведения во времени социальных и природных систем. Одно из направлений их исследования — системная динамика, компьютерное (имитационное) моделирование. Родоначальником этого направления считается Дж. Форрестер [75, 76]. В качестве введения в тему рекомендуется прочитать статью Н.Н. Лычкиной [44], книгу Т. Демарко [27, гл. 10], работу Д. Гараедаги [20]. В список литературы включено также несколько работ по системной динамике: [46, 62, 63, 65, 78, 85, 87, 92, 107, 108].

Контринтуитивность может «выстрелить» в нас в самом неожиданном месте. Мы думаем, что мы цари природы, но действуем, не понимая ее законов. В даосизме вселенная,



Рис. 8.11. Пример системной диаграммы «Трагедия коллективного ресурса»

воспринимаемая как целое, представляет собой гармонию, или симбиоз структур, которые не могут существовать друг без друга. Однако если смотреть на вселенную как на совокупность отдельных частей, мы обнаруживаем конфликт. Биологический мир — это общество взаимного поедания, в котором каждый вид является пищей для какого-нибудь другого. «Но если случается так, что на какой-то вид охота прекращается, его численность будет возрастать до тех пор, пока он не окажется на грани самоудушения. Подобно этому люди благодаря своему умению побеждать другие виды живых существ (бактерии, например) могут нарушить биологическое равновесие на планете и погубить себя. Таким образом, каждый, кто стремится подчинить себе мир, подвергает опасности все сущее, и в том числе себя самого» [72].

Практические правила работы с системами

Некоторые простейшие правила работы с системами [105] приведены ниже в левой колонке табл. 8.3. В правой колонке — комментарии автора.

Таблица 8.3

Простейшие правила работы с системами

Правило	Комментарий
1. Все связано со всем остальным	Наши действия имеют множество последствий
2. Невозможно делать что-то одно	
3. Нельзя «удалиться»	Последствия системной динамики рано или поздно коснутся и вас, пример — загрязнение окружающей среды
4. Не бывает бесплатных завтраков	
5. Природа знает лучше	Следует помнить об ограниченности наших моделей реальности. «Иная простота хуже воровства»
6. «Очевидные решения» приносят больше вреда, чем пользы	
7. Нет простых решений	
8. Ищите точку для приложения рычага	В системе всегда есть «узкое место», слабое воздействие на которое может обеспечить значительное изменение (см. теорию ограничений Э. Голдратта)
9. Ничто не растет вечно	Наблюдая рост, контролируйте его источники и ограничения
10. Не пытайтесь контролировать игроков, просто поменяйте правила	Не действуйте непосредственно на элементы системы, а меняйте правила их поведения и взаимодействия между ними. Управляйте не людьми, а взаимоотношениями
11. Не устанавливайте правил, которые невозможно заставить соблюдать	
12. Делайте людей самодостаточными	
13. Плохие границы делают плохими правительства	Нечеткое определение границ системы — источник постоянных управленческих проблем
14. Нет окончательных ответов	Китайская мудрость: никакая победа и никакое поражение никогда не бывают последними
15. Каждое решение создает новые проблемы	Наши проблемы сегодня — следствие хороших решений вчера
16. Нежесткие системы часто лучше	Чем больше степеней свободы у элементов, тем жизнеспособнее система

Источник: [105].

Ответы на вопросы Виктора

— Виктор, ты спрашивал про самоорганизацию и синергетику, так?

Виктор: Да.

— Давай сразу остальные вопросы.

Виктор: Хотелось бы уточнить про нелинейность поведения систем. И еще. Ты почему-то нигде не говорил про цели систем.

— Ситуация в терминологии теории систем является типичным примером того, о чем мы подробно говорили в гл. 4, особенно в параграфе «Живор и гитруб».

Методология систем создается массой людей, разбросанных во времени, в пространстве, по культурам, языкам, традициям. Один и тот же объект интерпретируется по-разному, описывается разными словами. Термины из одной предметной области, от одной группы специалистов попадают в другую предметную область, дублируют аналогичные термины, создают избыточность и путаницу. И потом эта терминологическая каша попадает на стол читателям. Наверное, другого пути и нет. Так постепенно выкристаллизовывается инвариантное содержание, принимаемое большинством специалистов и на какой-то период становящееся ведущей парадигмой мышления.

Самоорганизация

— По мысли авторов данного термина, это самостоятельная организация активных элементов в систему, такое взаимодействие элементов, которое дает системный эффект, новое качество. Тебе это ничего не напоминает?

Виктор: Напоминает. Целостность, эмерджентность.

— Правильно. Есть еще вопросы о самоорганизации?

Виктор: Пожалуй, нет. Похоже, организация системы — всегда самоорганизация, т.е. приставка «само-» — лишняя.

— Да. В рамках принятого нами определения системы Р. Акоффа понятие самоорганизации избыточно. Элементы в систему всегда организуются *сами*. Систему нельзя создать извне. Система из элементов образуется тогда, когда какие-то активные сущности становятся, условно говоря, заинтересованными во взаимодействии друг с другом, когда они получают что-то нужное от взаимосвязей друг с другом. Результат их взаимного влечения — новая целостность, о которой они чаще всего не подозревают и которую мы, люди, внешние наблюдатели, называем системой. «Знают» ли сердце и желудок, что они — части твоего организма? Нет. Но как сильно они нуждаются друг в друге!

Самосозидание — ключевое понятие в теории аутопоэза У. Матураны и Ф. Вареллы [45]. Н. Луман пишет в связи с этим, что «система является своим собственным произведением» [42].

Виктор, вспомни, как возникла ваша студенческая компания друзей. Что, на собрание курса пришел ваш декан, зачитал ваши фамилии и указал вам дружить?

Виктор: В общем-то мы сблизились на загородных вылазках в выходные с ночевками, палатками...

— И что, сразу вас собралось восемь человек и поехали?

Виктор: Нет. Поначалу нас было много.

— Ага. Сначала на базе общего интереса к такому варианту отдыха сформировалась большая группа. И уже потом, по ходу совместного досуга, возникли симпатии, связи, отношения, в результате которых образовалась группа друзей — социальная система, хоть это и неромантично звучит.

Виктор: Где-то так. Но смотри. Собственник создал новую компанию. Арендое здание, поставил оборудование, нанял сотрудников. Предприятие работает, производит и продает товары. Разве это не система?

— Хороший вопрос. Я тебе отвечу, но ты новых не задавай. А то мы уйдем далеко в сторону от темы и целей книги.

Виктор: Ладно, договорились.

— Тогда тебе встречный вопрос. Что главное в системе?

Виктор: Дай подумать.... Наверное, взаимосвязи...

— Да. На предприятии это в первую очередь производственные взаимодействия между людьми — единственными активными элементами. Производственные отношения определяются конкретными технологиями создания продукта, основными и вспомогательными процессами, закрепленными в регламентах и рабочих инструкциях. Сотрудники заинтересованы в нормальных рабочих взаимосвязях, поскольку через участие в создании и продаже товаров (с промежуточным звеном в виде заработной платы) реализуются их базовые потребности в пище, одежде и пр. В этом смысле предприятие — система. Но жизнь работника не ограничивается производством. В организациях действует еще слой писаных и неписанных правил — то, что называют корпоративной культурой. В рамках всей совокупности правил и политики, решений руководства взаимодействие сотрудников способно приводить к самым разным системным эффектам. Это может быть создание лучших на рынке изделий, услаждающих потребителя, или полный «пофигизм» персонала («Вы делаете вид, что платите нам зарплату, мы делаем вид, что работаем»), или прямая конфронтация с владельцем бизнеса — например, путем забастовки.

Синергетика

— «Термин *синергетика* происходит от греч. *synergeia* — сотрудничество, содружество, совместное действие. Предложенный Г. Хакеном, этот термин акцентирует внимание на согласованности взаимодействия частей при образовании структуры как единого целого...»

Виктор: Так это та же самоорганизация!

— Ты близок к истине, хотя прервал мне цитату. Дальше там так: «Это научное направление, занимающееся исследованием процессов самоорганизации и образования, поддержания и распада структур в системах самой различной природы» [104].

Синергетика — прежде всего математическая дисциплина, изучающая процессы образования и распада структур в первую очередь в физических и химических средах. По отношению к задачам нашей книги и к нашему определению системы термин избыточен, и поэтому я его не использую.

Нелинейность

Виктор: А давай я с нелинейностью попробую сам разобраться, как инженер.

— Неожиданное предложение. Давай попробуем.

Виктор: Линейность и нелинейность — математические понятия. Функцию называют линейной, когда изменение аргумента (скажем, в два раза) влечет за собой прямо пропорциональное изменение функции (т.е. тоже в два раза). В противном случае функция называется нелинейной.

— Так. Добавлю только, что функция в математике — это формализация того, что в жизни мы называем причиной и следствием.

Виктор: Ну да. Нелинейность — непропорциональность причины и следствия. Если кто-то говорит о нелинейном поведении системы, это означает, что он выделил по меньшей мере два количественных параметра, описывающих поведение системы. Причем эти параметры связаны между собой причинной, функциональной зависимостью.

— Согласен, продолжай.

Виктор: То, что я узнал о системах, в частности, что там не работает схема «одна причина — одно следствие», что поведение систем контринтуитивно, подводит меня к мысли: системы, согласно Акоффу, по определению нелинейны.

— По-моему, ты неплохо справился. Действительно, прилагательное «нелинейный» в применении к системам (см. определение системы в гл. 7) столь же избыточно, сколь приставка «само-» к слову «организация».

Цели

— Виктор, а что, собственно, тебя не устраивает? Как у тебя возник вопрос по целям систем?

Виктор: Смотри, Евгений. С одной стороны, люди, организации, т.е. системы, ставят перед собой цели и пытаются их достичь. Ты же не будешь с этим спорить? С другой стороны, у меня крепнет ощущение, что у систем не может быть целей.

— Любопытно. Почему?

Виктор: Ведь система — результат взаимодействия элементов, каждый из которых как бы ищет собственную выгоду из взаимодействия, так? Система — лишь продукт этих взаимодействий, всецело зависящий от них. Как у такого продукта могут быть собственные цели? Не понимаю.

— Отлично. Только одна поправка. Цели ставит не система, а словесно-логическое мышление человека.

Что такое цель? Это слово. Элемент нашего языка. Язык, в свою очередь — продукт и инструмент вербального, логического мышления. Роль которого в нашей жизни

Глава 8. Основные элементы системной методологии

весьма ограничена, как мы помним из гл. 3. Ты часто ставил перед собой цели бросить курить, начать с понедельника делать гимнастику?

Виктор: Ладно тебе, перестань.

— Извини, если нечаянно задел за живое. Я хотел сказать, что цели-то мы можем поставить, а вот с достижением сразу проблемы. Системы очень «не любят», когда им ставят цели. Они продолжают жить по собственной, неведомой нам динамике. Цели — это порождение нашего ума, не более. Растения и животные не имеют целей. А мы, люди, только думаем, что имеем цели. Мы смотрим на объект, наклеиваем на него ярлык «система» и затем просто интерпретируем как цель некоторые аспекты его поведения. Системе цели неведомы. А.А. Любищев сказал: «В природе нет целеполагающих начал». Элементы системы, проявляя активность и взаимодействуя друг с другом, порой порождают такие системные, «возникающие» эффекты, от которых у постановщиков целей волосы встают дыбом. В нашем осознаваемом, созданном нами искусственном мире мы можем ставить цели. Однако необходимо помнить: совершая действие по достижению цели, мы открываем ящик Пандоры: запускаем системную динамику. Есть ли у нас уверенность, что траектория движения системы пойдет по намеченному пути? «Благими намерениями вымощена дорога в ад».

Виктор: А как же управление? Ведь там понятие цели — ключевое?

— Конечно. Вся деятельность организаций, весь бизнес — это постановка целей, организация действий по их достижению, решение возникающих проблем, контроль результатов, внесение корректив и т.д. Принципиальный вопрос в том, как мы себе представляем объект управления. Это тема следующей главы.
