

Донелла Медоуз

# Азбука системного мышления

Классическая  
книга о работе  
систем



[Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>](http://kniga.biz.ua)

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие автора .....	10
Предисловие редактора английского издания .....	12
Введение. Взгляд сквозь объектив теории систем .....	18

## **Часть I. Структуры и поведение систем**

Глава 1. Основные положения .....	29
Глава 2. Краткая экскурсия по «системному зоопарку» .....	56

## **Часть II. Системы и мы**

Глава 3. Почему системы так хорошо работают .....	103
Глава 4. Почему системы удивляют нас? .....	117
Глава 5. Системные ловушки... и возможности .....	147

## **Часть III. Меняем системы и свой взгляд на мир**

Глава 6. Точки влияния. Способы воздействия на систему .....	187
Глава 7. Жизнь в мире систем .....	214

Приложение .....	238
Примечания .....	259
Благодарности .....	268
Об авторе .....	269

[>>>](http://kniga.biz.ua) Купить книгу на сайте [kniga.biz.ua](http://kniga.biz.ua)

*Для Даны (1941–2001)*  
*и для всех, кто у нее учился*

[Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>](#)

## ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА

В основе этой книги — квинтэссенция мудрости, здравого смысла, глубоких научных знаний и опыта множества людей, посвятивших более тридцати лет преподавательской деятельности и моделированию систем. Многие из них работали в исследовательской группе системной динамики Массачусетского технологического института. Прежде всего это Джей Форрестер, именно он создал эту группу. Моими учителями (и учениками, ставшими моими учителями) были Эд Робертс, Джек Пью, Деннис Медоуз, Хартмут Боссель, Барри Ричмонд, Питер Сенге, Джон Стерман и Питер Аллен. В книге приведены мысли, примеры, цитаты и сведения из книг многих представителей интеллектуального сообщества. Я выражаю свое восхищение и благодарность всем его членам.

Я многому научилась у выдающихся ученых и мыслителей. Насколько мне известно, они никогда не занимались компьютерным моделированием, но все обладали естественным, настоящим системным мышлением. Это Грегори Бейтсон, Кеннет Боулдинг, Герман Дейли, Альберт Эйнштейн, Гарретт Хардин, Вацлав Гавел, Льюис Мамфорд, Гуннар Мюрдаль, Э. Ф. Шумахер, ряд современных корпоративных руководителей и многие безымянные древние мудрецы — от коренных американских индейцев до суфиев Ближнего Востока. Странная компания, не так ли? Но системное мышление выходит за рамки дисциплин, культур и исторических эпох.

Системные аналитики используют всеобъемлющие междисциплинарные концепции, но так как все исследователи — люди со своими особенными чертами, появились разные научные школы и направления. В этой книге приводятся термины и обозначения, использующиеся в системной динамике — наиболее близкой мне области. Здесь

[Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>](http://kniga.biz.ua)

представлены основные положения теории систем, а не последние научные открытия. Я использую анализ только тогда, когда он помогает решать реальные проблемы, и не прибегаю к описанию абстрактных теорий. Но если когда-нибудь подобные теории можно будет применить с такой же целью, кто-то, возможно, напишет новую работу.

Должна предупредить, что эта книга, впрочем, как и все остальные, не может быть беспристрастной и исчерпывающей. В области системного мышления известно гораздо больше, чем представлено здесь, но моя главная цель — заинтересовать вас. А еще мне хотелось бы, чтобы вы поняли, что собой представляют сложные системы, с которыми мы все постоянно сталкиваемся, даже если ваше знакомство с системами и обучение начнется и закончится этой книгой.

*Донелла Медоуз, 1993*

# ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА АНГЛИЙСКОГО ИЗДАНИЯ

В 1993 году Донелла (Дана) Медоуз завершила работу над черновым вариантом книги, которую вы сейчас держите в руках. Рукопись тогда не опубликовали, но много лет распространяли неофициально. Дана неожиданно умерла в 2001 году, не закончив книгу. За прошедшие с тех пор годы стало ясно, что ее работа по-прежнему может быть полезна и интересна широкому кругу читателей. Дана была ученым, писателем и одним из лучших проводников в мир системного моделирования.

В 1972 году вышел бестселлер *The Limits to Growth*\*, переведенный на множество языков, одним из основных соавторов которого была Дана.

Его авторы предупреждали, какой ущерб всему миру могут нанести неоптимальные сценарии развития человечества, если их вовремя не остановить. Они показали, что постоянный рост населения и потребления нарушает экологические и социальные системы, поддерживающие жизнь человека на Земле, объяснили, почему стремление к неограниченному экономическому росту в итоге разрушит многие локальные, региональные и глобальные системы. Предостережение авторов признали обоснованным, прогноз — одним из самых точных. Выводы, сделанные в этой книге и ее продолжениях, встречаются на первых полосах газет всякий раз, когда повышаются цены на нефть, резко изменяется климат или когда мы сталкиваемся с какими-либо другими проблемами, которые 6,6 млрд человек создают сами себе.

---

\* Медоуз Д. Х., Медоуз Д. Л., Рэндерс Й., Беренс В. Пределы роста. М.: Изд-во МГУ, 1991.

Дана помогла осознать, почему надо серьезно пересмотреть принципы и методы изучения мира и его систем и начать действовать по-другому. Сегодня многие признают, что системное мышление — очень важный инструмент в решении экологических, политических, социальных и экономических проблем, которые постоянно возникают перед обществом. Системы, большие или малые, могут вести себя очень похоже. Понимание их поведения — наша единственная надежда на то, что мы сможем изменять их на разных уровнях в долгосрочной перспективе. Дана написала эту книгу, надеясь донести свою концепцию до более широкой аудитории, и именно поэтому я и мои коллеги из Института устойчивого развития решили, что пришло время опубликовать ее рукопись посмертно.

Способна ли эта книга действительно помочь и нашему миру, и каждому читателю? Я думаю, да. Возможно, вы сотрудник компании (или ее владелец) и стремитесь найти способ улучшить мир с помощью бизнеса или своей организации. Или вы политик, которому не удастся воплотить в жизнь хорошие идеи и добрые намерения. Возможно, вы менеджер, занятый решением важных вопросов в компании и постоянно сталкивающийся с проблемами. Если вы ратуете за изменения в таких системах, как общество или семья, с точки зрения того, какие моральные ценности они защищают, то знаете, что всего пара необдуманных действий способна перечеркнуть долгие годы последовательных улучшений. Возможно, вас удручает, насколько сложно изменить наше общество к лучшему.

Если вы находитесь в ситуации, хотя бы отчасти напоминающей вышеперечисленные, думаю, что эта книга вам поможет. Хотя есть и другие работы по системному моделированию и системному мышлению. У многих есть потребность в доступной и вдохновляющей книге о системах и о нас. О том, почему мы находим их порой столь непонятными и как научиться лучше управлять ими и изменять их.

Незадолго до написания первой версии этой книги Дана завершила двадцатилетнюю работу над продолжением книги *The Limits to Growth*, которая вышла под названием *Beyond the Limits\**. Дана входила

---

\* Медоуз Д. Х., Медоуз Д. Л., Рэндерс Й. За пределами роста. М.: Прогресс; Пангея, 1994.

в состав исследовательской группы в области охраны природы и окружающей среды, работала в Комитете по научным исследованиям при Национальном географическом обществе, преподавала системную динамику, этику и читала лекции об окружающей среде в Дартмутском колледже. Она всегда погружалась в события сегодняшнего дня и рассматривала их как результат поведения зачастую достаточно сложных систем.

Оригинальная рукопись Даны несколько раз редактировалась, и структура ее изменялась, но многие из примеров, приведенных в этой книге, взяты из первого чернового варианта 1993 года. Они могут показаться вам немного несовременными, но, работая над редактурой, я решила их сохранить, потому что они по-прежнему актуальны и поучительны. Начало 1990-х годов — это время распада Советского Союза и серьезных изменений в других социалистических странах. Тогда же было подписано Североамериканское соглашение о свободной торговле. Иракская армия вторглась в Кувейт, а затем отступила, сжигая по пути нефтяные месторождения. Нельсона Манделу освободили из тюрьмы, в Южной Африке был отменен апартеид. Профсоюзный лидер Лех Валенса был избран президентом Польши, а писатель Вацлав Гавел — президентом Чехословакии. Межправительственная группа экспертов по изменению климата опубликовала свой первый доклад, в котором сообщалось о том, что «выбросы в результате человеческой деятельности существенно повышают концентрацию „парниковых газов“ в атмосфере, что приводит к усилению парникового эффекта, то есть глобальному росту температуры на поверхности Земли». В Рио-де-Жанейро прошла конференция ООН по вопросам окружающей среды и развития.

Во время одной из поездок на конференцию Дана читала выпуск газеты *International Herald Tribune*. В материалах, опубликованных в течение одной недели, она нашла много примеров систем, которым необходимы или более грамотное управление, или полная реорганизация. Она прочитала о них в обычной газете, потому что такие системы — повсюду. Начав относиться к ежедневным событиям как к части общих тенденций, в которых, в свою очередь, проявляется внутренняя структура системы, вы увидите новые способы, позволяющие



управлять своей жизнью. Я надеюсь, что это издание книги Донеллы подарит читателям способность понимать системы, рассуждать о них и изменять их в лучшую сторону.

Хотелось бы, чтобы этот небольшой и доступный рассказ стал для вас полезным инструментом в мире, так нуждающемся в изменениях. Это простая книга для сложного мира. Она для тех, кто хочет самостоятельно сформировать лучшее будущее.

*Диана Райт, 2008*

Если фабрика снесена до основания, но рациональность, породившая ее на свет, осталась, то эта рациональность просто создаст еще одну фабрику. Если революция уничтожает систематическое правительство, остаются нетронутыми систематические шаблоны мышления, создавшие это правительство, и эти шаблоны воспроизведут себя в последующем правительстве. Так много болтают о системе. И так мало понимают.

*Роберт Пирсиг,  
«Дзен и искусство ухода за мотоциклом»*

## Введение

# ВЗГЛЯД СКВОЗЬ ОБЪЕКТИВ ТЕОРИИ СИСТЕМ

Руководители сталкиваются не с независимыми друг от друга проблемами, а с непрерывно развивающимися ситуациями, которые состоят из сложной совокупности изменяющихся проблем, влияющих друг на друга. Я называю такие ситуации беспорядочными... Руководители не решают проблемы, они управляют беспорядком.

*Рассел Акофф<sup>1</sup>,  
специалист в области управления*

На одно из первых занятий по изучению систем я обычно приношу игрушку Слинки (Slinky). Если вы забыли, что это такое, напомню: Слинки — длинная, свободная пружина, которая может колебаться, сжимаясь и разжимаясь вверх и вниз, «перетекать» из одной руки в другую или «шагать» по ступенькам лестницы.

Я кладу Слинки на раскрытую ладонь. Верхнюю спираль пружинки зажимаю пальцами другой руки, а затем отдергиваю. Сначала пружинка растягивается, затем сжимается. Снова растягивается и снова сжимается. И так несколько раз.

«Почему Слинки так себя ведет?» — спрашиваю я у студентов.

«Из-за руки. Вы убрали руку», — говорят они.

Я беру коробку из-под игрушки, в которой она продавалась, и помещаю в нее спираль. Затем так же кладу коробку на ладонь, придерживая спираль сверху пальцами. И максимально драматичным жестом убираю руку.

Конечно же, ничего не происходит, коробка просто висит.

«Теперь еще раз: почему игрушка раскачивалась вверх-вниз?»

[>>>](http://kniga.biz.ua) Купить книгу на сайте [kniga.biz.ua](http://kniga.biz.ua)

Очевидно, ответ надо искать в устройстве самой игрушки. Ей свойственно именно такое поведение, а руки лишь подавляют его или не мешают ему проявиться.

Это важно для понимания теории систем.

Если мы поймем, как взаимосвязаны структура и поведение системы, мы сможем предположить, как она работает, почему ее поведение приводит к тем или иным результатам, как использовать ее более эффективно. Поскольку мир продолжает быстро изменяться, становится все более сложным, системное мышление научит нас видеть весь спектр возможностей, управлять им и использовать его. Только такой подход позволяет выявлять первопричины проблем и находить новые варианты их решения.

Итак, что такое система? Система представляет собой набор некоторых элементов (элементы могут быть любыми: людьми, клетками, молекулами), связанных между собой таким образом, что с течением времени их взаимодействие начинает определять поведение системы. Система может испытывать потрясения, ограничения, воздействие факторов, служащих пусковым механизмом, равно как и любых других внешних сил. И реакция, которая в реальном мире никогда не бывает простой, и характеризует саму систему.

Чем вызвано и как проявляется поведение Слинки, осознать легко. Когда же речь о людях, компаниях, городах или странах, мысль о том, что система в значительной степени сама становится причиной собственного поведения, похожа на бред! Внешнее событие может спровоцировать определенное поведение системы, но при воздействии на другую систему то же самое событие, вероятнее всего, приведет к другому результату.

Задумайтесь о том, что из этого следует:

- Политические лидеры не влияют на спад или рост экономики страны. Колебания рынка заложены в саму структуру рыночной экономики.
- Компании теряют долю на рынке не из-за конкурентов. Естественно, конкуренты воспользуются преимуществом, но потери проигравшей стороны вызваны, по крайней мере частично, ее собственной бизнес-политикой.

- Страны — экспортеры нефти не несут исключительную ответственность за рост цен на нефть. Одни только их действия не смогли бы спровоцировать такое резкое изменение цен и хаос в экономике, если бы политика потребления нефти, ценообразования и инвестирования стран — импортеров нефти не привела к созданию экономики, столь чувствительной к задержкам поставок.
- Вас не атакует вирус гриппа, вы сами создаете для него благоприятные условия в организме.
- Причина наркотической зависимости не в слабости отдельно взятого человека. Ни он сам и никто другой, даже самый любящий, не способен помочь ему. Избавиться от зависимости можно, только осознав, что она — следствие целого комплекса явлений и социальных проблем.

Кого-то такие заявления приведут в замешательство, кому-то покажутся обычным проявлением здравого смысла. Я полагаю, что два разных типа реакции — нежелание принимать системные принципы или их признание — происходят из двух разных видов человеческого опыта и оба знакомы каждому.

С одной стороны, всех нас учили анализировать, использовать рациональные методы, отслеживать непосредственную связь между причиной и следствием, маленькими и понятными «порциями» постигать неизведанную область знаний, решать проблемы, воздействуя на мир вокруг себя. Но именно из-за такого подхода мы считаем президентов, конкурирующие компании, ОПЕК, грипп и наркотики виновными в своих проблемах.

С другой стороны, все мы сталкивались со сложными системами задолго до того, как научились рационально мыслить. Ведь мы сами — сложные системы. Наш организм — великолепный пример комплексных, взаимосвязанных, самоподдерживающихся систем. Каждый человек, каждая организация, каждое животное, дерево, сад или лес — сложные системы. Мы осознаём это интуитивно, не анализируя, не облекая в слова. По сути, это практическое понимание того, как функционируют системы и как с ними взаимодействовать.

Поскольку современная теория систем связана с использованием компьютеров и вычислениями, мы часто просто не замечаем, что ее

основные положения на определенном уровне понимает каждый человек. Многие постулаты теории систем почти всегда можно перевести на язык «народной мудрости».

Запаздывания обратной связи в сложных системах приводят к тому, что, когда проблема становится явной, ее часто уже трудно решить.

— *Дорога ложка к обеду.*

В соответствии с принципом конкурентного исключения, если за счет действия усиливающего цикла обратной связи вознаграждение, полученное победителем конкурса, становится средством для достижения побед в дальнейших соревнованиях, со временем почти все конкуренты устроятся из борьбы.

— *Ибо кто имеет, тому дано будет, а кто не имеет, у того отнимется и то, что имеет (Евангелие от Марка, 4:25).*

или

— *Деньги к деньгам льнут.*

Системы с большим разнообразием элементов, множеством сценариев развития и запасных путей более стабильны и менее уязвимы к внешним факторам, чем однородные системы с небольшим разнообразием.

— *Не кладите все яйца в одну корзину.*

Со времен промышленной революции западное общество ориентировалось на достижения науки, логику и редукционизм, пренебрегая интуицией и холистическим мировоззрением. Психологически нам удобнее видеть проблему вовне: винить что-то или кого-то, снимая с себя ответственность. В таком случае для устранения возникшей проблемы достаточно лишь найти рычаг управления, техническое решение, подходящую таблетку и так далее.

Сложные задачи — предотвращение оспы, увеличение производства продуктов питания, скорости перемещения тяжелых грузов и большого количества людей на огромные расстояния — обычно решались устранением внешних причин. Но поскольку все перечисленное касается составных частей более крупных систем, некоторые решения

лишь создали дополнительные проблемы. И те из них, что укоренились во внутренней структуре сложных систем, практически неразрешимы.

Голод, нищета, загрязнение окружающей среды, экономическая нестабильность, безработица, хронические заболевания, наркомания, войны. Все это безуспешно пытались искоренить с помощью аналитических и технических достижений. Никто не создает эти проблемы намеренно, никто не хочет, чтобы они оставались нерешенными, но они продолжают существовать. Потому что эти проблемы — системные. Причина нежелательного поведения системы часто кроется в ней самой. Проблемы могут быть разрешены только тогда, когда мы применим интуицию, перестанем обвинять всех вокруг, начнем рассматривать систему как источник своих проблем, найдем храбрость и мудрость, чтобы *реструктурировать* систему.

Это очевидно, но непривычно. Утешает, что решения находятся в наших руках. Хотя необходимость *действовать*, или хотя бы *смотреть* на вещи и *осмыслять* их иначе, не так, как мы привыкли, может вызвать тревогу.

В этой книге рассказывается о том, как научиться понимать разницу между тем, что вы *видите* и как это *осознаёте*. Она предназначена для тех, кто скептически относится к понятию «система» и системному анализу (хотя все мы применяем его в повседневной жизни). Я опустила множество технических деталей, потому что хочу показать, что к пониманию систем можно прийти, не обращаясь к математическим формулам и не прибегая к помощи компьютера.

Я часто использую в этой книге схемы и графики, поскольку одними словами рассказать о системах сложно. Слова и предложения должны следовать друг за другом в линейной логической последовательности. События в системах развиваются нелинейно, не в одном направлении, а во многих сразу. Чтобы правильно их описать и изучить, необходим язык, который обладает теми же свойствами, что и явления, которые мы изучаем.

Графики и схемы информативнее слов, потому что все части изображения можно видеть одновременно. Я начну с очень простых и буду постепенно наращивать сложность. Уверена, что вы легко поймете этот наглядный язык.

Сначала вы познакомитесь с основными понятиями: что такое система и из чего она состоит. Мы рассмотрим элементы не во взаимодействии — не с холистической, а с редукционистской позиции. Затем снова сведем их вместе, чтобы продемонстрировать основу саморегулирования и развития систем — цикл обратной связи.

После этого вы окажетесь в «системном зоопарке», где представлена коллекция распространенных и интересных типов систем. Вы увидите, как ведут себя некоторые из них, и познакомитесь с ареалом их обитания. Они повсюду и даже внутри вас.

На примере некоторых я расскажу, как системы могут прекрасно работать и в то же время удивлять нас и приводить в замешательство. Вы узнаете, почему в результате слаженных и рациональных действий отдельных или большинства элементов системы получается совсем не то, что ожидалось. Поймете, почему эти результаты могут проявляться намного раньше или позже намеченного срока, почему, сделав повторно что-то, что всегда давало результат, вы вдруг обнаруживаете, к своему великому разочарованию, что это больше не работает, почему поведение системы непредсказуемым образом изменилось.

Обсуждение этих «почему» позволит рассмотреть общие вопросы, с которыми снова и снова приходится сталкиваться специалистам в области системного мышления, решающим проблемы, возникающие в корпорациях, правительственных структурах, экономике, экосистемах, физиологии и психологии. Мы рассмотрим систему распределения водных ресурсов между общинами и финансовых средств между образовательными учреждениями и придем к выводу, что это частные случаи трагедии общин\*. Изучим правила бизнеса и стимулы, которые помогают или препятствуют разработке новых технологий. Поразмыслим, почему возникает сопротивление решениям властей и традиционным отношениям в семье, сообществе или стране. Увидим, что причин

\* Трагедия общин, или трагедия ресурсов общего пользования — род явлений, связанных с противоречием между личными интересами и общественным благом. Например, фермеры из одной общины пользуются общим пастбищем. Если несколько скотоводов увеличат поголовье скота, плодородие поля не изменится. Но если так сделают все, то пастбище оскудеет и члены общины будут терпеть убытки. Если каждый сократит количество скота, то плодородие поля увеличится. Но его личный выигрыш будет меньше, чем потерянный доход. Получается, в интересах отдельного фермера все время увеличивать стадо. *Прим. ред.*



зависимости от кофеина, алкоголя, никотина и наркотиков намного больше, чем кажется на первый взгляд.

Специалисты по системам называют такие общие структуры, проявляющиеся в характерном поведении, архетипами. В первых черновиках книги я назвала их «системные ловушки». Затем добавила: «...и возможности», потому что даже те архетипы, которые отвечают за возникновение на первый взгляд неразрешимых потенциально опасных проблем, можно преобразовать для получения желаемого результата. Достаточно лишь немного понимать принципы функционирования систем.

После этого я перейду к рассмотрению действий для реструктуризации систем, в которых мы живем. Мы попытаемся найти точки влияния на системы, воздействуя на которые, можно изменить поведение систем.

В заключительной части книги приведен ряд обобщающих умозаключений о системах, сделанных многими известными мне специалистами по системному моделированию. В приложении к книге вы найдете глоссарий, библиографический список, обзор основных системных принципов, уравнения для моделей из первой части, при помощи которых сможете глубже погрузиться в тему системного мышления.

Несколько лет назад наша небольшая исследовательская группа переехала из Массачусетского технологического института в Дартмутский колледж. Один из профессоров-инженеров в Дартмуте некоторое время наблюдал за нами на семинарах, а затем пришел к нам в кабинет. «Вы совсем другие, — сказал он. — Вы задаете другие вопросы. Вы видите вещи, которых не вижу я. Вы воспринимаете мир как-то иначе. Как? Почему?»

Ответы на эти вопросы я надеюсь дать в книге, особенно в ее заключительной части. Я не думаю, что системный способ мышления лучше редукционистского. Они прекрасно дополняют друг друга. Вы видите какие-то вещи собственными глазами, другие — через объектив микроскопа, третьи — через объектив телескопа, а четвертые — через объектив теории систем. Каждый способ позволяет узнать что-то новое о нашем удивительном мире.

Он становится все сложнее. Загрязнение окружающей среды, угроза перенаселения планеты, возросший темп жизни. Появляются новые взаимосвязи, а темп изменений стремительно возрастает. Взгляд через системный объектив поможет лучше ориентироваться, развивать интуицию и приобретать новые навыки.

Это позволит:

- оттачивать способность выявлять и понимать элементы систем;
- видеть взаимосвязи;
- задавать вопрос «что, если?..», изучая возможные будущие модели поведения систем;
- обрести смелость и готовность изменять структуру системы.

И тогда мы сможем измениться и изменить наш мир.

## ИНТЕРЛЮДИЯ

### *Слепцы и слон — притча*

За Эль-Гхора находился город, все жители которого были слепы. Однажды неподалеку от города разбил лагерь чужеземный правитель, прибывший со своей свитой и войском. У него был могучий слон, наводящий ужас на всех вокруг.

Горожанам захотелось узнать, что такое слон, и некоторые из них отправились в лагерь. Не зная, как выглядит животное, они стали ощупывать его, собирая информацию по маленьким крупицам, прикасаясь к какой-либо из его частей. Каждый из них ощупал что-то одно и считал, что теперь он знает, что такое слон.

Потрогавший ухо сказал: «Это что-то большое, грубое, широкое и шершавое, как ковер».

Коснувшийся хобота произнес: «На самом деле все иначе. Это прямая полая труба, ужасная и разрушительная».

Ощупавший ноги молвил: «Он могуч и тверд, как столп».

Каждый из них коснулся лишь одной части из многих. Каждый получил свое представление о слоне, и каждый был неправ<sup>2</sup>.

В этой древней суфийской притче заключен простой урок, который мы часто игнорируем: нельзя понять поведение и структуру системы, имея представление только об отдельных элементах, из которых она состоит.