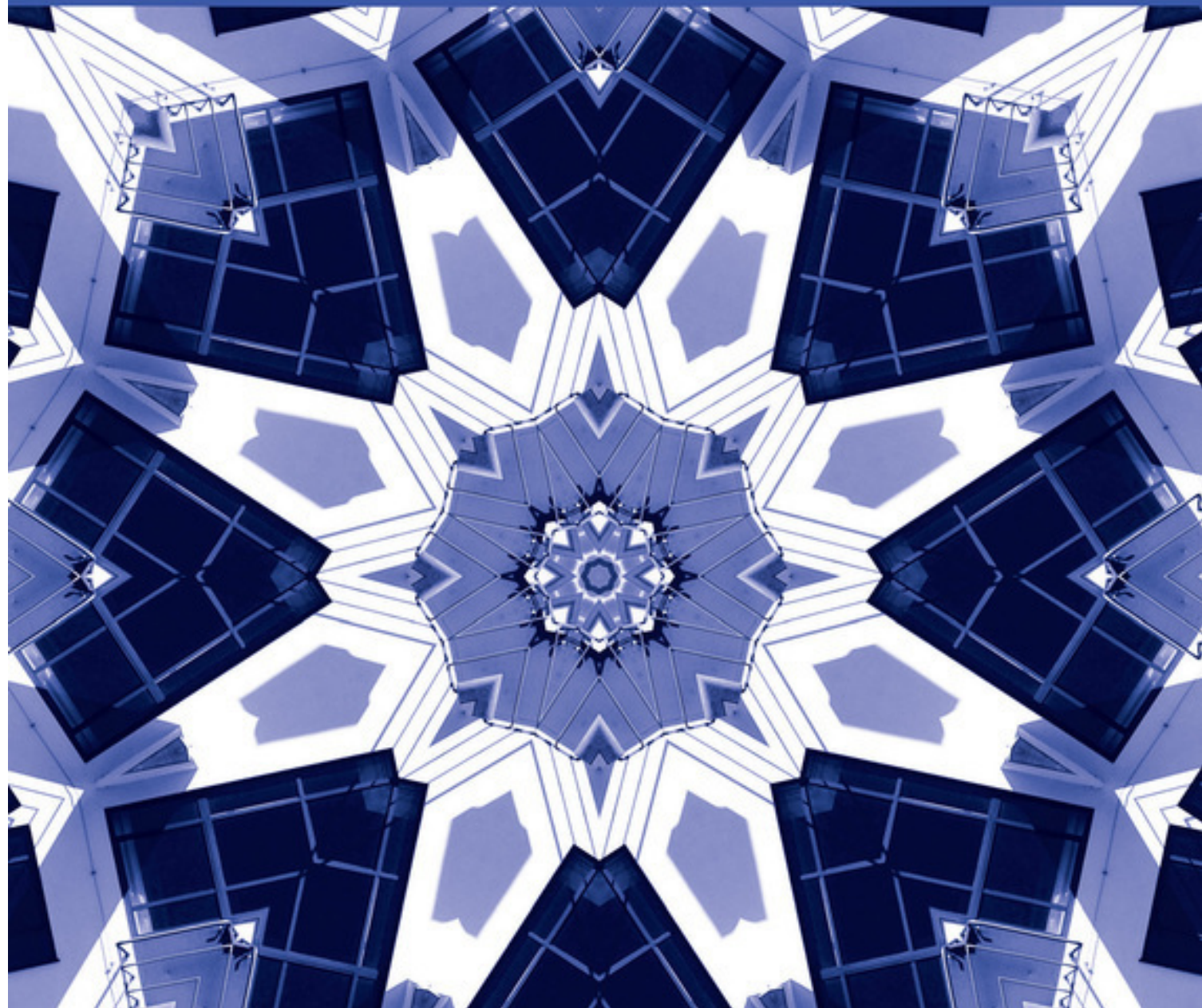




Библиотека  
Русского института  
системной инженерии

Гарольд «Бад» Лоусон

# Путешествие по системному ландшафту



Библиотека по системной инженерии  
Русского института системной инженерии

Гарольд Лоусон

**Путешествие по  
системному ландшафту**

«ДМК Пресс»

## **Лоусон Г.**

Путешествие по системному ландшафту / Г. Лоусон — «ДМК Пресс», — (Библиотека по системной инженерии Русского института системной инженерии)

Цель данной книги состоит в том, чтобы помочь читателям и организациям в улучшении своих возможностей по управлению свойствами и характеристиками создаваемых и/или эксплуатируемых ими систем. В книге рассмотрены вопросы применения системного мышления для анализа свойств и особенностей функционирования различных систем. Описаны принципы системной инженерии, включая управление жизненным циклом систем. Особое внимание уделено совместному использованию системного подхода и системной инженерии для формирования возможности мыслить и действовать на языке систем. Изложение иллюстрируется многочисленными примерами. Книга будет полезна как специалистам, занятым созданием сложных инженерных, социотехнических и организационных систем, так и студентам и аспирантам инженерно-технических и менеджерских направлений подготовки, а также лицам интересующимся проблемами создания сложных систем.

# Содержание

Обращение к читателю	6
Предисловие редактора перевода	8
Предисловие	10
Путешествие	11
Выражение признательности	16
Глава 1. Введение в системы	18
Системы находятся повсюду	19
Системное движение	20
Основополагающие свойства	21
Независимость подхода	22
Системное мышление и системная инженерия	24
Классификация систем	25
Топология систем	27
Множество точек зрения и представлений	29
Существуют ли системы на самом деле?	31
Конец ознакомительного фрагмента.	33

# Гарольд «Бад» Лоусон

## Путешествие по системному ландшафту

A JOURNEY THROUGH THE SYSTEMS LANDSCAPE By HAROLD "BUD" LAWSON

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

© Перевод на русский язык, РИНСИ, 2013

© Издание, ДМК Пресс, 2013

## Обращение к читателю

Дорогие коллеги! Предприятия и специалисты, занятые созданием сложных инженерных объектов, все чаще сталкиваются с необходимостью тесной увязки традиционных технических аспектов инженерной деятельности с её управленческими и социальными аспектами. Только на этом пути удастся добиться успеха на мировом рынке инженерной продукции и услуг. Труд классического инженера в современных условиях также наполняется новым содержанием с учетом постоянного усложнения создаваемых инженерами систем, высокой скорости появления и освоения новых технологий, необходимости продления (иногда неоднократного) жизненного цикла систем, введенных в эксплуатацию, повышения социальной ответственности за результаты инженерного труда.

В середине прошлого века, когда начало формироваться понимание, что системное мышление должно выступать в качестве первоосновы инженерной деятельности по созданию сложных систем, никто, по-видимому, и не предполагал, какую значимость оно приобретет в будущем при реализации крупных инженерных проектов. Успех практической реализации системного мышления связан с такой важнейшей инженерной компетенцией, как способность действовать на языке систем. Именно здесь на помощь приходит системная инженерия, которая применительно к деятельности инженера развивает и дополняет системное мышление.

В нашей стране актуальность практического применения инженерами системного мышления и системной инженерии была осознана в начале 60-х годов прошлого века. Примерно к этому же времени относится начало развития системной инженерии в СССР, где она стала известна под названием системотехника. До конца 80-х годов прошлого века системотехника рассматривалась отечественными специалистами как ключевой элемент нового научно-инженерного стиля работы, имеющего целью решение комплексных научно-технических проблем и позволяющего ускорить внедрение научных достижений в создание и производство сложных инженерных объектов. В последние годы в России в связи с необходимостью реализации крупных системных проектов и с потребностью внедрения новых технологий наблюдается рост интереса к прикладной системной методологии и к системной инженерии. Это особенно заметно в атомной отрасли, где сегодня реализуется целый ряд крупных проектов в области энергетических систем.

Несколько лет назад ряд ведущих инженерных вузов Москвы и крупных отечественных инжиниринговых центров, занятых в сфере ядерной энергетики, в тесном сотрудничестве с Международным советом по системной инженерии (International Council on Systems Engineering, INCOSE) учредили некоммерческую организацию – Русский институт системной инженерии – РИНСИ. Основной задачей этого института является становление и развитие системной инженерии в России. В 2008–2011 годах в Москве по инициативе РИНСИ и при поддержке Всероссийского научно-исследовательского института по эксплуатации атомных электростанций (ВНИИАЭС) была проведена серия лекций, семинаров и конференций, на которых выступили ведущие мировые специалисты в области системной инженерии и управления жизненным циклом. Указанные мероприятия вызвали большой интерес со стороны отечественного инженерного сообщества, послужили фундаментом для запуска целого ряда инновационных проектов в атомной отрасли, а также способствовали появлению в России отделения INCOSE.

Одним из лекторов, приглашенных РИНСИ для обучения системной инженерии специалистов атомной отрасли, был автор настоящей книги, известный в мире специалист по вычислительным системам и системной инженерии профессор Гарольд «Бад» Лоусон.

Г. Лоусон предлагает отправиться вместе с ним в путешествие по системному ландшафту в целях формирования и развития у читателя способности мыслить и действовать на языке

систем. Именно эта способность, по мнению автора, позволяет предприятию выявлять проблемы, относящиеся к системам, делать обоснованные выводы о необходимости системных изменений и рационально и надежно управлять подобными изменениями. В свою очередь, принципы и практика системной инженерии, включая хорошо определенные процессы жизненного цикла систем, выделяются Г. Лоусоном, как надежная основа для успешной реализации решений, связанных с изменениями.

Предлагаемая вниманию читателя книга рассматривается нами, как своего рода флагманское издание. Начиная с этого года, РИНСИ предполагает поддержать публикацию в России ряда наиболее известных в мире книг и руководств по системной инженерии. Кроме этого, мы хотим принять активное участие в формировании современной системы отечественных стандартов по созданию систем и управлению их жизненным циклом.

Выражаю особую благодарность Некоммерческому научному фонду «Институт развития им. Г. П. Щедровицкого» и лично П. Г. Щедровицкому за большой вклад в развитие идей системной инженерии в России.

С глубоким уважением ко всем, кто занят инженерным трудом, с надеждой на возрождение и развитие лучших традиций российской инженерной мысли желаю успехов всем читателям этой книги.

*Г. В. Аркадов*

*Вице-президент Русского института системной инженерии*

## Предисловие редактора перевода

Уважаемый читатель! Тема организации и управления деятельностью по созданию крупномасштабных инженерных объектов, социотехнических и организационных систем является сегодня одной из наиболее актуальных в области, как инженерных наук, так и в сфере управления проектами. Предлагаемая вашему вниманию книга посвящена тому, как способность мыслить и действовать на языке систем может помочь как государственным, так и частным организациям, а также их сотрудникам в успешном достижении результатов и поставленных целей, а также в эффективном решении своих задач. Комплекс этих вопросов рассматривается автором в свете сочетания системного мышления и системной инженерии.

Системное мышление выделяется автором в качестве ключевого инструмента для выявления проблем, относящихся к системам, а также решения вопросов о необходимости и пользе системных изменений. В свою очередь системная инженерия, рассматривается в книге в качестве основы при осуществлении деятельности на языке систем, в частности, деятельности по рациональному и надежному управлению изменениями.

Системный подход, который сосредотачивает внимание на понимании холистических, общих свойств сложных, комплексных систем как целого, в частности, на взаимосвязях, которые, находясь в развитии, возникают при взаимодействии систем в процессе их функционирования, превратился в XX веке в дисциплину, без которой невозможно представить современные теорию и практику целенаправленной человеческой деятельности. В свою очередь системная инженерия как новая прикладная системная методология появилась в середине XX века в качестве ответа, с одной стороны, на резкое усложнение научных, технических и управленческих проблем, возникающих при создании систем, а с другой – на рост ответственности за результаты этой деятельности. Результатом успешного развития системной инженерии стало возникновение инженерно-технических методов и стандартов, которые сегодня успешно используются в управлении жизненным циклом сложных систем.

Российский читатель знаком с работами отечественных и зарубежных авторов, в том числе написанными в последние годы, которые посвящены системному подходу и системному мышлению. В тоже время книги по системной инженерии, включая проблематику взаимосвязи этой дисциплины с практикой системного мышления, у нас в последние четверть века практически не издавались.

В нашей стране системная инженерия стала активно развиваться с начала 60-х годов под названием системотехника. Этот термин был введен при переводе на русский язык книги Г. Х. Гуда и Р. Э. Макола «Системотехника. Введение в проектирование больших систем» (System Engineering. An introduction to the design of large-scale systems). Следует отметить, что в период своего становления в СССР, системотехника рассматривалась отечественными специалистами в первую очередь как инструмент для решения комплексных научно-технических проблем, возникающих при создании и производстве сложных систем. С другой стороны, в должной мере осознать, что в основе эффективной деятельности по созданию сложных инженерных объектов лежат не только технические, но и управленческие аспекты этой деятельности у нас не успели. Соответственно роль системной инженерии, как технологии управления, сосредоточенной на контроле процессов полного жизненного цикла в интересах создания эффективных, успешных систем, отвечающих потребностям заинтересованных сторон, не была в должной мере проанализирована в нашей литературе. В дальнейшем события, начавшиеся в 90-х годах прошлого века, почти на 20 лет остановили развитие системной инженерии в нашей стране.

Знакомство с результатами, обмен информацией научного и прикладного характера в сфере сочетания мышления и деятельности на языке систем, системного подхода и системной инженерии представляется особенно важным с учетом необходимости гармонизации, увязки

замыслов и творческих достижений специалистов, работающих сегодня в области создания сложных инженерных объектов, социотехнических, а также организационных систем.

В этой связи мы считаем актуальным выход на русском языке книги известного шведского специалиста в области вычислительных систем и системной инженерии проф. Г. Лоусона «Путешествие по системному ландшафту». В этой книге достаточно полно излагается весь комплекс вопросов, связанных с использованием системных понятий и принципов в их взаимосвязи с подходом системной инженерии, а также с положениями международного стандарта ISO/IEC 15288. При этом основное внимание уделяется решению проблем комплексного описания поведения, управления свойствами и характеристиками систем, которые создаются или используются организациями для достижения успеха. Эту книгу можно рассматривать и как источник, содержащий системное изложение понятий и принципов, относящихся к важной области знаний, и как практическое руководство для специалистов, занятых созданием сложных систем различной природы, и как учебное пособие для лиц желающих продвинуться в области системного мышления и системной инженерии.

Важно подчеркнуть и тот факт, что проф. Г. Лоусон активно сотрудничает с российскими организациями, занятыми в сфере создания сложных инженерных объектов. В частности, материалы, содержащиеся в книге, успешно использовались при обучении системной инженерии российских специалистов в области ядерной энергетики. Одним из результатов этого сотрудничества является и предлагаемый российскому читателю перевод книги.

В кратком предисловии нет особой необходимости в сколь-либо подробном разборе положений, содержащихся в отдельных главах и разделах книги, и в дополнительном обосновании высказанных выше соображений о ее ценности. Книгу надо читать.

Перевод книги и подготовка её к изданию осуществлены при поддержке Всероссийского научно-исследовательского института по эксплуатации атомных электростанций (ВНИИАЭС) и Русского института системной инженерии.

Считаю своим приятным долгом выразить благодарность А. Н. Астапенко, С. И. Бойко, М. Р. Когаловскому и А. А. Козлову за помощь и содействие в период подготовки и издания данного труда.

Выражаю также искреннюю признательность д.т.н., проф. А. Ю. Силантьеву, который взял на себя нелегкий труд по прочтению рукописи перевода и сделал ряд ценных замечаний.

*Редактор перевода*  
*к. т.н., проф. В. К. Батоврин*  
*E-mail: batovrin@mirea.ru*

## Предисловие

Способность *мыслить* и *действовать* на языке систем является условием, необходимым для руководства частными и государственными организациями и предприятиями, а также для обеспечения функционирования организаций таким образом, чтобы их миссия была успешно реализована, цели достигнуты, а задачи эффективно решены. Мышление на языке систем тесно связано со способностью понимания структуры систем наряду с поведенческими взаимосвязями множества систем в среде функционирования. Возникновение системного мышления, именуемого также системным подходом (systemic approach), относится к 20-м годам прошлого века. Системный подход сформировался благодаря трудам многих авторов и постепенно превратился в мощный инструмент, который может применяться для формирования представления об общих особенностях и закономерностях, свойственных различным типам систем, в частности, для описания динамических связей между множеством систем в процессе их работы.

При помощи системного мышления организации и предприятия могут научиться выявлять проблемы, относящиеся к системам, и на этой основе делать выводы о необходимости системных изменений, а также о потенциальном эффекте, связанном с подобными изменениями. После принятия решения о создании новых систем или о прекращении существования действующих и/или о структурных изменениях в одной или нескольких имеющихся системах, очень важным становится применение действенных способов рационального и надежного управления изменениями. В этой связи принципы системной инженерии, включая хорошо определенные процессы управления жизненным циклом систем, подобные тем, которые определены в международном стандарте ISO/IEC 15288 (Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем), обеспечивают надлежащую основу для управления жизненным циклом любой системы, созданной человеком.

В книге излагаются основные особенности и свойства организационных систем, описывается функционирование систем, а также обращается особое внимание на управление изменениями, которое является одним из важнейших видов деятельности любой организации или предприятия. Поэтому системные понятия и принципы рассматриваются системно, т. е. в проекции системного мышления, подхода системной инженерии и положений стандарта ISO/IEC 15288. В книге также представлена модель управления изменениями, основанная на парадигмах мышления, действия и накопления знаний. При наличии потребности в принятии принципиальных решений, такая модель может применяться на любом уровне организации или предприятия для преодоления проблем и/или рассмотрения возможностей, связанных с особенностями и свойствами систем и/или их состоянием и функционированием.

Основная цель книги – ввести читателей в круг разбираемых проблем, обеспечить понимание и способствовать налаживанию взаимодействия внутри рабочих групп и команд, занятых комплексным описанием поведения и реакций сложных систем и заинтересованных в улучшении управления свойствами и характеристиками систем, которые используются организацией или предприятием для достижения успеха, целей и решения поставленных задач. Конечная цель состоит в том, чтобы содействовать созданию обучающейся организации, которая способна постоянно улучшать свои возможности, думая и действуя на языке систем.

## Путешествие

Книга написана в форме путешествия по воображаемому системному ландшафту организации и связанных с ней предприятий. Путешествие проходит по главам-модулям, в которых важные понятия и принципы представлены как знания, необходимые для того, чтобы мыслить и действовать на языке систем. Для лучшего усвоения знаний в конце каждой главы приводятся несколько вопросов и упражнений, которые помогают читателю проверить, насколько хорошо он усвоил содержание главы. Такой подход также может и должен использоваться при обучении групп или команд, так как вопросы и упражнения обязательно потребуют практического обсуждения, диалога и будут способствовать накоплению коллективного опыта. Рис. 1, приведенный на следующей странице, кратко характеризует это путешествие.

**Введение в системы.** Путешествие начинается с раскрытия вездесущности систем и с описания шагов, которые были осуществлены в системном движении, а также с раскрытия междисциплинарной природы систем. Приводится унифицированная модель, иллюстрирующая ключевую роль структуры и поведения в науке, инженерии и других дисциплинах; кроме того вводятся понятия системное мышление и системная инженерия. Затем дается классификация систем по основным типам. В качестве двух элементарных топологий систем выделяются иерархии и сети. Рассматриваются различные точки зрения на системы и представления о них. Подход, предполагающий, что системы не являются реальными и существуют только как описания, представляется как спорный. Кроме того, показывается, что организация и связанные с ней предприятия могут добиваться результата, достигать целей и решать задачи на основе использования систем как активов. Системные активы описываются как устойчивые, предназначенные для длительного применения системы, они противопоставляются ситуационным системам, которые создаются в ответ на возникновение проблем или возможностей, а также реагирующим системам, которые создаются в ответ на вызовы, связанные с появлением альтернативных возможностей или проблемных ситуаций.



**Рис. 1.** Путешествие, которое скоро начнется

Показано, что ответом на возникновение сложной кризисной ситуации может послужить объединение отдельных независимо функционирующих систем в систему систем, кроме того, такое объединение целесообразно для создания развивающегося предприятия. Приводится базовая модель изменений, основное внимание в которой уделяется структурным и функциональным изменениям, а также сбору знаний с помощью механизмов прямой и обратной связи. Указываются различные источники сложностей, мешающих формированию целостного представления о системах. Наконец, предложенное в первой главе неформальное введение в системы формализуется в форме «набора для выживания», представляющего собой совокупность небольшого числа конкретных системных понятий, а также универсальной мысленной модели и нескольких принципов. Читатель всегда должен помнить об этом наборе, так как он используется в книге для описания ситуаций, относящихся ко всем типам систем.

**Мышление на языке систем.** Описано системное мышление, которое в процессе своего развития, начиная с 20-х годов прошлого столетия, превратилось в самостоятельную дисциплину, называемую также системным подходом. Системное мышление сосредоточено, прежде всего, на использовании целостного представления, которое служит для понимания динамики взаимодействия между множеством систем в процессе их функционирования. Именно такой подход позволяет выявить возможные пути системного развития и связанные с этим проблемы. Цели системного мышления представлены наряду с инструментами его практической реализации. Описывается различие между «жесткими» и «мягкими» системами. Важнейшим аспектом системного мышления является моделирование, для которого существует множество методов и инструментов, начиная от структурирования текста и использования различных графических представлений, используемых для качественного анализа, и до моделей, элементы которых могут быть описаны на различных языках программирования, и использованы в качестве основы количественного анализа посредством имитации. Описываются несколько подходов, в том числе: метод «Пять Почему», диаграммы влияния, язык причинно-следственных

связей, обратных связей и запаздывания реакции Питера Сенге (Peter Senge), методология Rich Pictures (*Богатые картинки*), метод системогамм (Systemigrams) и методы имитационного моделирования STELLA и iThink. Питер Чекланд (Peter Checkland), один из известных специалистов в области системного мышления, в разработанной им методологии устанавливает связь между мышлением и деятельностью, которую он назвал методологией мягких систем (Soft System Methodology, SSM). Рассматривается сущность экспериментального исследования, из которого вытекает потребность в SSM, а также модель SSM, введенная Чекландом. Наконец, представлено несколько общих принципов, которые необходимо помнить применительно к системному мышлению.

**Деятельность на языке систем.** Описывается парадигма, которая использует два хорошо известных цикла, а именно цикл OODA (Observe, Orient, Decide, Act – Наблюдай, Ориентируйся, Решай, Действуй) и цикл Деминга PDCA (Plan, Do, Check, Act – Планируй, Делай, Проверяй, Действуй). Эти циклы объединяются в модель управления изменениями, которая удобна для обеспечения непрерывности деятельности, связанной с владением ситуацией и принятием решений, т. е. деятельности, относящейся к отдельному конкретному проекту и связанной с управляемым и надежным осуществлением изменений. Показаны истоки дисциплины *системная инженерия* и её важность для осуществления изменений в системах. В центре внимания системной инженерии лежит управление жизненным циклом систем путем использования процессов. Показано, как организован жизненный цикл системы, представляющей интерес для заинтересованных сторон, в привязке к этапам жизненного цикла и системам обеспечения. Рассматривается стандарт ISO/IEC 15288, разработанный для того, чтобы обеспечить основу для международной торговли системными продуктами и услугами. Данный стандарт предоставляет средства для определения систем, выделения их границ, а также описывает ключевые процессы, применяемые при управлении жизненным циклом систем. Приводится пример применения данного стандарта, а также описание того, как он может быть адаптирован для удовлетворения конкретных потребностей организаций, предприятий, проектов и соглашений. Стандарт содержит четкие определения, относящиеся к системам, и учитывает потребности различных сторон и групп, связанных с системами. Тем самым, ISO/IEC 15288 способствует системному мышлению, однако его основное значение состоит в том, что стандарт является незаменимым руководством при осуществлении деятельности на языке систем.

**Система: описания и реализации.** В этой главе подчеркивается важность понимания принципиальных различий между описаниями систем и их реализациями в виде продукции и услуг. В первую очередь дается представление о том, что ключевые рабочие результаты процессов следует рассматривать как следующие друг за другом версии целевой системы. Подчеркивается важность выбора работоспособных концепции и принципов, а также важность достижения баланса при использовании архитектурного и процессного подходов, других методов и инструментов на протяжении жизненного цикла. Затем происходит переход от рассмотрения жизненных циклов к описанию трех фундаментальных преобразований (Определение, Производство и Эксплуатация) и применяется универсальная мысленная модель, позволяющая в зависимости от ситуации выделить цели и задачи, необходимые для формирования этапов работ в рамках проектов, связанных с созданием систем. Описываются различные важные аспекты жизненного цикла, включая границы проекта, преобразование требований в описание архитектуры, исходные версии и конфигурации, изготовленные продукты и особенности эксплуатации. Важность системной архитектуры подтверждается основными положениями международного стандарта ISO/IEC 42010 (Описание архитектуры). Вводятся понятия и принципы Упрощенного руководства по архитектуре (Light-Weight Architectural Framework, LAF), содержащего описания связанных с архитектурой результатов работы основных сторон, принимающих участие в создании системы. Затем рассматривается важный вопрос о праве собственности на модели, чертежи и другие результаты определения (описания) системы, а также

на системную продукцию и услуги и описывается влияние на них коммерческой деятельности. Наконец, показываются отношения в цепочках поставок, которые возникают в рамках коммерческой деятельности, имеющей отношение к системной продукции и услугам на различных стадиях и этапах жизненного цикла систем.

**Управление изменениями.** Предметом обсуждения в данной главе является способность к планированию и осуществлению изменений. Даются пояснения в отношении модели обратной связи в кибернетической системе, которая состоит из управляющего и управляемого элементов, наряду с измерительным элементом. Вводится представление о том, как следует применять организационную кибернетику по Стаффорду Биру (Stafford Beer). Затем демонстрируется, что модель управления изменениями фактически является кибернетической системой. Измерение, объективная оценка влияния изменений необходимы для того, чтобы определить, были ли достигнуты установленные цели, а также для того, чтобы принять решение о необходимости дальнейших изменений. Рассматриваются различные типы измерений, пригодные для продукции, услуг и процессов. Описываются важность принятия непротиворечивых решений, а также последствия принятия неправильных решений, так называемый энтропийный эффект. Дается руководство по управлению изменениями в соответствии с рекомендациями стандарта ISO/IEC 15288. Наконец, описывается уточнение OODA в отношении модели изменений, в частности, рассматривается разновидность этой модели, известная как DOODA (Динамическая OODA), предназначенная для быстрого принятия решений в процессе руководства и управления (Command and Control operations).

**Управление жизненным циклом систем.** Эта глава начинается с рассмотрения различий между управлением (management) и руководством (leadership) применительно к системам. Описывается роль подразделений по контролю за внесением изменений применительно к универсальной модели изменений. Представлены с пояснениями различные типы систем с различной продолжительностью жизненных циклов. Дополнительному рассмотрению и переосмыслению подвергается тема системы систем, в частности, обсуждаются вопросы, связанные с правом собственности. Углубленный анализ модели жизненного цикла, основанный на её представлении в виде T-модели, дает представление о том, как применять стандарт ISO/IEC 15288 в различных ситуациях. Описываются концепции итеративной разработки и реализации систем, а также инкрементного, поэтапного приобретения. Иллюстрируются свойства таких хорошо известных моделей, как V-модель и спиральная модель. Рассматриваются роли и обязанности, которые должны брать на себя различные стороны в течение жизненного цикла. Описывается подход к интеграции моделей жизненного цикла и процессов жизненного цикла, а также необходимые для этого методы и инструменты. Наконец, дается описание жизненных циклов продукции с точки зрения предприятия и уточняется связь между управлением жизненным циклом системы и продукции, включая интегрированную логистическую систему.

**Данные, информация и знания.** Крайне важно усвоить связанные с системами знания, которые могут быть использованы для принятия обоснованных, компетентных решений, касающихся изменений. Поэтому в этой главе внимание уделяется пониманию смысла, который вкладывается в понятия данные, информация, знания и даже мудрость, а также взаимосвязям между этими понятиями. Представление информации также включает в себя различные формы компьютерных мультимедиа. Рассматривается качество информации, которая жизненно необходима для мышления и действия на языке систем; описывается классификация информации на основе таксономий и онтологий. Сбор данных, информации и знаний в течение жизненного цикла системы описывается как важный вклад в интеллектуальный капитал организации и предприятий. Показана важность построения информационных моделей. Описывается и поясняется роль креативного мышления как средства, способствующего получению новых знаний, относящихся к проблемам и возможностям. Наконец, рассматриваются пять факторов, описанных Питером Сенге, и являющихся основными принципами обучающейся

организации, а именно: личное мастерство, мысленные модели, общее видение, коллективное, командное обучение и системное мышление.

**Организации и предприятия как системы.** На этой последней остановке путешествия становится ясно, что организация и/или предприятия являются системами, состоящими из элементов и связей между ними, и поэтому управление их жизненными циклами столь же необходимо. Описывается роль менеджеров как владельцев систем. Дается представление об архитектуре предприятия как совокупности архитектур систем, связанных с организацией. Для решения проблем, связанных с растущей сложностью архитектур предприятия, предлагается применение упрощенного руководства по архитектуре. Описывается стратегия проведения изменений в организации и обсуждается вопрос о том, почему изменения в системах зачастую не приводят к достижению поставленных целей. Показывается, как путешествие по системному ландшафту способствовало реализации таких важных принципов управления качеством ISO 9000, как ориентация на потребителя, ответственность руководства, вовлечение персонала, процессный подход, системный подход к управлению, непрерывное улучшение, основанный на фактах подход к принятию решений и взаимовыгодные отношения с поставщиком. Наконец, приводится стратегия применения стандартов управления системами, в частности, стандартов ISO 9001 и ISO 14001.

При подведении итогов делаются выводы о выгодах, получаемых благодаря совместному использованию независимых системных представлений в системном ландшафте организаций и предприятий в их составе.

**Экскурсии.** В путешествии мы будем совершать экскурсии, во время которых с помощью учебных примеров сможем лучше разобраться в том, как применяются концепции и принципы *мышления и действия* на языке систем. Три экскурсии будут посвящены знакомству с опытом проектов, реализованных слушателями курса, а одна – знакомству с результатами разработки системной архитектуры, выполненной автором. Это:

- учебный пример по кризисному управлению;
- учебный пример по совершенствованию структуры организации;
- учебный пример по архитектурным концепциям и принципам;
- учебный пример по онтологиям управления жизненным циклом.

## Выражение признательности

Многие люди прямо и косвенно способствовали написанию этой книги. Так как жизнь это опыт, который обучает, автор в процессе своей профессиональной карьеры, начавшейся в конце 50-х годов прошлого века, встречался с различными проблемами и ситуациями, связанными с системами. Поэтому я бы хотел поблагодарить всех моих коллег, с которыми работал в компьютерной отрасли, в учебных заведениях, а также во время моей консультационной деятельности в области систем во многих частных и государственных организациях, за их как непосредственный, так и косвенный вклад в мои знания о системах. В частности, я рад признать огромное влияние моего первого начальника и наставника, легендарного контр-адмирала доктора Грейс Мюррей Хоппер (ныне покойной), которая, будучи пионером в компьютерной отрасли, научила меня быть исследователем, стремиться обрести более глубокое понимание и всегда подвергать сомнению существующее положение вещей, что помогло мне сделать отличный старт в моем собственном путешествии в мир сложных систем.

В 1996 году как глава шведской делегации, а в 1999 году еще и в качестве выбранного архитектора стандарта ISO/IEC 15288 (Процессы жизненного цикла систем), разрабатывавшегося Рабочей группой 7 Седьмого подкомитета первого объединенного технического комитета ИСО и МЭК (WG7/SC7/JTC1/ISO/IEC), я по просьбе доктора Рагу Сингха начал участвовать в работе этой группы и благодарен ему за проницательность, способствовавшую запуску этого важного проекта по разработке международных стандартов. Спонсорами этой деятельности стали шведское Управление оборонных поставок (FMV) и шведские управления по развитию NUTEK и VINNOVA. Поэтому я выражаю свою благодарность Ингмару Карлссону и другим сотрудникам FMV за их постоянную поддержку, а также Карлу-Эйнару Съедину из NUTEK, а позднее из VINNOVA за его поддержку. Я хочу поблагодарить всех моих коллег по работе в рамках проекта Рабочей группы 7 за многие часы плодотворных дискуссий на заседаниях во всех частях света. В частности, я благодарю Стюарта Арнольда, редактора данного стандарта, за наше тесное сотрудничество в создании и защите концепций и принципов, лежащих в основе архитектуры 15288, а также Стэна Меджи и Дуга Тиеле, руководивших этой деятельностью наилучшим образом.

Есть несколько человек, каждый из которых внес существенный вклад в системное мышление. Поиск в Интернете по данной теме выдает тысячи ссылок, имеющих отношение к этому вопросу. В частности, меня вдохновила новаторская работа Питера Сенге «Пятая дисциплина», в том числе разделы, посвященные системному мышлению и основам обучающейся организации. Я многое почерпнул из работы Роберта Флада, который придал более глубокий смысл работам Сенге и других, и в том числе представил собственные идеи в своем труде «Переосмысливая пятую дисциплину». Мой коллега по Технологическому Институту Стивенса (Stevens Institute of Technology) Джон Боардмэн в значительной степени способствовал разработке диаграмм, представляющих сложные ситуации в форме системogramм, которые описаны в книге «Системное мышление: Решение проблем 21-го века», написанной в соавторстве с Брайаном Сосером, книге, которая заставляет думать. Еще одним источником вдохновения послужили работы Питера Чекланда, так называемая методология мягких систем, которая развивалась долгие годы и продемонстрировала, как можно использовать системное мышление применительно к нетехническим системам. Написанию и изданию данной книги помогли также работы других системных мыслителей, в том числе Рассела Акоффа, Росса Эшби, Стаффорда Бира, Джея Форрестера и Уэста Черчмэна. Позднее меня вдохновили работы еще одного пионера в области системного мышления, Георгия Петровича Щедровицкого, который был первым, изучавшим эту тему в России.

В последнее время я имел возможность исследовать основные вопросы управления изменениями. В этой связи я хочу поблагодарить сотрудника шведского Управления оборонных поставок Йохана Бендза за тесное сотрудничество в ходе формирования ранних версий модели управления изменениями, а также за оживленные дискуссии по принципиальным вопросам, касающимся систем. Совместно с Леннартом Кастенхагом из Svenska Kraftnat и Госта Энбергом из правительства округа Стокгольм были разработаны несколько важных идей, касающихся применения стандарта ISO/IEC 15288 для управления ИТ в рамках проекта Egiden. Моя благодарность доктору Динешу Верма из Технологического Института Стивенса за его предложение разработать выпускной учебный курс по системному мышлению в институте Стивенса, где были использованы более ранние версии этой книги. Я хочу также поблагодарить Джека Робинсона и его коллег из департамента ИТ правительства округа Стокгольм за их интерес к использованию понятий, представленных в более ранних версиях этой книги.

Выпускной учебный курс и курс для работников, повышающих свою квалификацию, которые послужили стимулом к написанию этой книги, были прочитаны несколько раз в США и Швеции, и я благодарен Стену и Аните Эндлер из Университета г. Шёвде, Аните Коллербауэр из Стокгольмского университета, Андреасу Эрмедалю из университета Мэллардален, Питеру Габриэльсону из шведского Управления оборонных поставок, Берндту Брехмеру, Перу-Арне Перссону и Матсу Перссону из Шведского национального военного колледжа, а также Йану-Инге Свенсену из Академии имени Фольке Бернадотт за их помощь в организации данного курса в Швеции.

Я выражаю глубокую благодарность всем слушателям курса за то, что от них я многое узнал о тех областях, о которых ранее не знал ничего. Как показали многие реализованные мною проекты, системы поистине универсальны. Результаты некоторых проектов приведены в данной книге, в частности, в качестве трех учебных примеров. Я благодарю моих коллег по компании Syntell АВ Стюарта Эллисона, Джоанаса Андерссона, Ульфа Карлссона, Майка Коста, Асмуса Пандикова, Тома Стрэндберга и других за многочисленные интересные дискуссии. Благодарю управляющего директора компании Syntell АВ Матса Бьоркерота за обеспечение условий для проведения консультаций, в которых понятия и идеи, представленные в данной книге, применялись в различных ситуациях в отношении конкретных организаций и предприятий. Наконец, огромная благодарность Матсу Перссону за его неоценимую помощь в подготовке рисунков и форматировании этой книги, и моему коллеге по Технологическому Институту Стивенса Джону Уэйду за тщательный анализ данной книги.

Особая благодарность Кристеру Йадерлунду (ныне покойному), шведскому пионеру в области компьютерных технологий и истинному профессионалу в области мышления и деятельности на языке систем. Он часто уподоблял системы калейдоскопу, т. е. в зависимости от того, как вы его повернете, система представляется наблюдателю в виде различных структур, передающих различные аспекты поведения. По мере того, как читатель будет изучать изложенный в книге материал, эта калейдоскопическая точка зрения на системы постепенно станет очевидной.

Наконец, я благодарю мою жену Аннику и моих детей Адриана и Жасмин за их терпение, помощь и поддержку в течение многих лет преподавания курсов по данной тематике, которые и привели к написанию этой книги.

Желаю занимательного чтения и понимания во время путешествия по системному ландшафту.

*Гарольд «Бад» Лоусон  
Лидинго, Швеция*

## Глава 1. Введение в системы

*«О системе так много разговоров и так мало понимания».*  
*Пирсиг Р. М., Дзэн и искусство ухода за мотоциклом, 1974 г.*

Существует очень мало слов, которые могут иметь столько толкований, сколько имеет слово «система». Что такое система? В значительной степени это вопрос восприятия. И тем не менее, мы все используем это слово, описывая чего-либо основополагающее. Солнечная система, климатическая система, энергетическая система, политическая система, образовательная система, система технических средств, программная система, система автомобиля, финансовая система, санитарная система, система управления, градостроительная система, законодательная система, социальная система и т. д. Совершенно ясно, что системы, хотя часто и являются абстрактными по своей природе, в некотором смысле постоянно присутствуют и воздействуют на нас. Важно отметить, что некоторые системы, в частности солнечная система и климатическая система, являются природными, в то время, как все остальные системы, приведенные в качестве примера, созданы человеком.

Наше понимание систем, в частности сложных систем, в лучшем случае поверхностно, как отмечено в цитате из Пирсига [Pirsig, 1974]. Для всех систем, за исключением тривиальных, полное понимание практически невозможно. Таким образом, мы живем с тем, что наше осмысление лежит где-то между таинством и полным постижением [Flood, 1998]. Эта неопределенность часто вызывает смешанные чувства в отношении систем. Совершив путешествие, которое предлагается в этой книге, читатель сможет открыть для себя существенную часть тайны и стать более осведомленным в отношении систем а, может быть и в какой-то мере постичь их.

## **Системы находятся повсюду**

Австрийский биолог Людвиг фон Берталанфи [von Bertalanffy, 1968], которого многие считают отцом современного системного мышления, указывает на тот факт, что системы находятся повсюду. Мы не всегда можем формализовать наше представление о системах, но мы определенно ощущаем их воздействие. Никто из нас никогда не забудет системное влияние международного финансового кризиса осенью 2008 года. Системы, тесно связанные между собой, могут оказывать сильное причинно-следственное влияние друг на друга. Давайте сначала рассмотрим историю определения и формализации систем, основополагающие системные понятия, а также вездесущность систем во всех сферах деятельности.

## Системное движение

На протяжении 20-го века в области исследования систем был получен ряд ключевых результатов. В частности, во время Второй мировой войны и после нее возросло осознание важности изучения и понимания сложных сущностей, состоящих из множества элементов. Это движение становится всё более активным и привлекает всё больше внимания исследователей и практиков. Принимая во внимание сложность современного общества, можно задать вопрос: Почему для того, чтобы добиться концентрации внимания на этой жизненно важной области, понадобилось так много времени? Существует ли активное системное движение? Как оно осуществляется?

Сосредоточение внимания на целостных, холистических свойствах сущностей не является чем-то новым. В самом деле, греческие философы, в частности Аристотель, указывали на необходимость учета множества факторов для объяснения Вселенной. Так, работы Аристотеля по физике, логике, метафизике, этике, политике и биологии включали в себя наблюдения о необходимости принятия во внимание целостных свойств. Это первое представление о целостности сохранилось до 17-го века. Затем наступила научная революция. Под влиянием необходимости доказать или опровергнуть конкретную гипотезу в работах таких ученых, как Кеплер, Галилей, Бэкон и Декарт, начал развиваться научный метод.

Для научных методов, которые развивались начиная с 17-го века и в последующие годы, характерно стремление обособить один или несколько элементов изучаемого явления. Такое представление, сводящееся к элементам, которые могут быть изучены отдельно, и гипотезе, которая может быть доказана или опровергнута, фактически препятствовало развитию целостного системного мышления. Разумеется, были некоторые исключения, когда рассматривалось более широкое представление природного явления, что способствовало более широкому пониманию законов природы. Исаак Ньютон дал первое научное объяснение Вселенной с учетом движения Земли и Луны, что привело к изобретению им исчисления как математического инструмента. Ньютоновское представление превалировало вплоть до смены основной парадигмы в науке вследствие важных обобщений, представленных Альбертом Эйнштейном в его теории относительности.

В 20-х годах прошлого века Людвиг фон Берталанфи указал на аналогии между целостными свойствами биологических и других систем, и появилось современное системное движение. Л. Берталанфи применил свои научные наблюдения к большому количеству систем, в том числе к системам организационно-административного управления и к организациям [von Bertalanffy, 1968]. Чекланд [Checkland, 1993], а также Скиттнер [Skyttner, 2001] дают отличные исторические резюме системного мышления, а также научного движения, начавшегося с работ античных греков и развившихся в современные представления о системах.

Сегодня ясно, что активное системное движение существует. Это понятно, даже с учетом того, что сложно достигнуть однозначного понимания, что собой представляет системное движение, что включает в себя, и следует ли что-нибудь из него исключить. В данной книге мы рассмотрим некоторые из основных достижений системного движения с целью увидеть, как они отразились в теории и практической деятельности.

## Основополагающие свойства

В данной главе мы вводим набор понятий и принципов, которые дадут вам возможность *мыслить* и *действовать* на языке систем. Понимание и использование понятий и принципов является наиболее важным аспектом данной книги, поскольку это влияет на нашу способность увидеть системные аспекты для систем любого типа и обсуждать с другими людьми проблемы и возможности, связанные с системами. Мы начнем с наиболее важной, фундаментальной концепции.

*«Мы полагаем, что сущность системы – это целостность, соединение вместе различных частей и связей, которые они образуют, для получения нового целого...»*

*Джон Боардмэн и Брайан Сосер [Boardman and Sauser, 2008]*

Первое фундаментальное понятие *целостность*<sup>1</sup> позволяет нам признать, что, как это и полагал фон Бергаланфи, системы находятся повсюду. Понятие целостности приводит нас к двум следующим важным понятиям, а именно: *структура* и *поведение*.

Структура и поведение являются основными свойствами всех созданных человеком систем. Структура системы – статическое свойство, относящееся к компонентам системы и их связям между собой. Поведение – динамическое свойство, относящееся к воздействию, эффекту производимому системой в процессе функционирования.

Еще одно фундаментальное свойство, приписываемое системам, – это свойство эмерджентности, т. е. появления у системы новых качеств, которых не было у компонентов системы. Эмерджентность проявляется как в предсказуемом, так и в непредсказуемом поведении системы в процессе её функционирования и/или в особенностях взаимодействия со средой, в которой находится система. Это фундаментальное понятие отражено в следующей цитате Питера Чекланда.

*«Целые сущности проявляют свойства, которые имеют смысл только применительно к целому, а не к его частям...»*

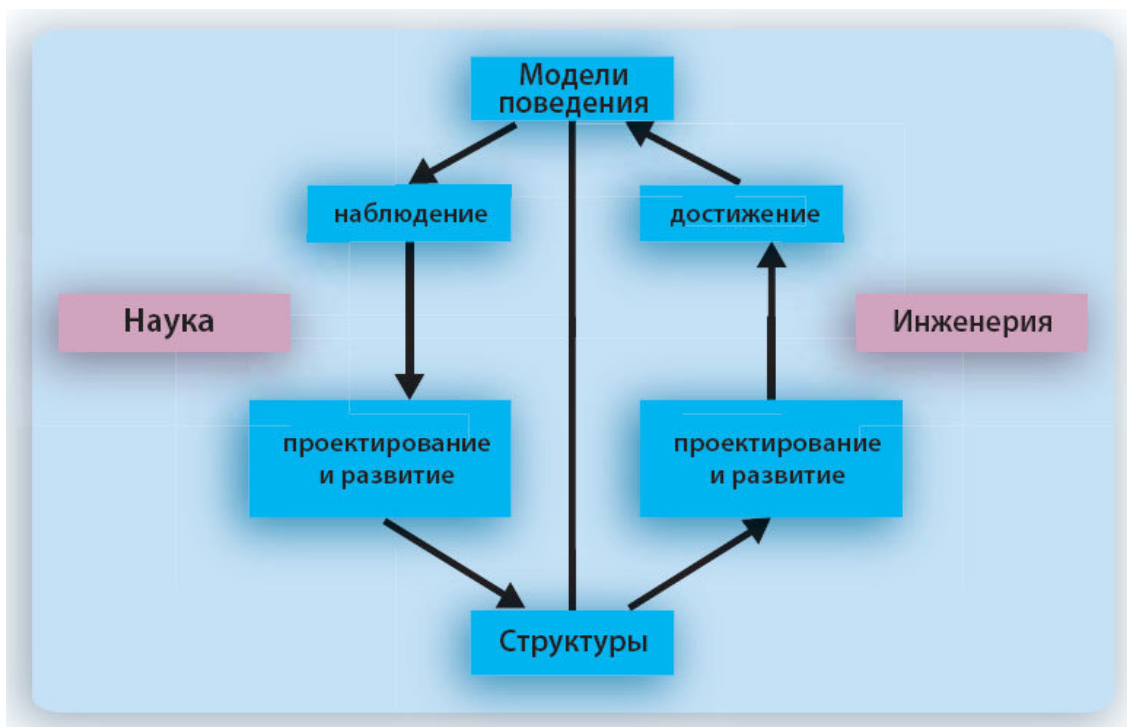
*Питер Чекланд [Checkland, 1999]*

---

<sup>1</sup> Для обозначения термина *целостность* автор книги использует существительное *togetherness*, с помощью которого в еще большей степени, чем посредством привычного *integrity*, подчеркивает свойство *единения*, присущее системам. (Примеч. науч. ред.)

## Независимость подхода

Вездесущность систем подразумевает, что понимание системных свойств и использование систем не зависят от того, в рамках какой дисциплины рассматриваются системы. Например, в случае сложных систем коллективное понимание динамики поведения системы наряду с различными аспектами управления её жизненным циклом часто является результатом междисциплинарных усилий. Для того чтобы нейтрализовать влияние отдельной конкретной дисциплины и сосредоточиться на системном содержании, крайне важно сформировать общую, единую основу *мышления и деятельности* для отдельных лиц и групп, являющихся специалистами в различных областях, имеющих различную специальную подготовку и обладающих различными знаниями, квалификацией и способностями. Важные аспекты формирования такой общей, единой, унифицированной основы показаны на рис. 1.1.



**Рис. 1.1.** Связь науки и инженерии со структурой и поведением

Отрасли знаний, связанные с наукой и инженерией, имеют дело с фундаментальными системными концепциями структуры и поведения. Применительно к научным дисциплинам ученый наблюдает за поведением (природных или созданных людьми систем), а затем пытается найти и описать структуры (с использованием специального «языка»), которые объясняют это поведение. Применительно к инженерным дисциплинам инженер на основании потребности в достижении определенного (специфицированного) поведения, разрабатывает и проектирует структуры, которые будучи изготовленными и введенными в строй демонстрируют способность отвечать поведенческим требованиям.

Для иллюстрации разницы в подходах к структурам и поведению рассмотрим перечисленные ниже дисциплины, некоторые из которых традиционно ассоциируются с естественными науками, другие имеют слово «наука» в названии, а третьи представляют широкое разнообразие инженерных дисциплин.

Наука	Инженерное дело
Биологическая наука	Электротехника
Физическая наука	Машиностроение
Химическая наука	Химическое машиностроение
Экология	Санитария
Управление (Management)	Инженерия бизнес-процессов
Информатика (Computer science)	Программная инженерия
Наука о системах (System science)	Системная инженерия
Наука о здоровье	Медико-санитарная помощь
Военная наука	Военное дело

В качестве упражнения читатель может рассмотреть, как эти дисциплины отображаются в научном и техническом представлении структур и поведения, показанных на рис. 1.1. Дисциплины, приведенные в примерах, имеют научную или инженерную связь со структурами и поведением, однако это может быть не столь очевидно в других отраслях. Например, интересно поразмышлять о том, как **искусство** связано с наукой и инженерией. Есть по крайней мере две возможные связи:

- Структуры, доставляющие эстетическое наслаждение и являющиеся ценными в глазах наблюдающего за ними. Например, в природе радуга – привлекательная структура. А для математика привлекательной может быть структура доказательства. Для разработчика программного обеспечения привлекательным может быть понятный алгоритм, на основе которого легко обеспечить желаемое поведение.

- Еще одна связь вытекает из понятия «мастер». Им обычно характеризуют человека, искусного в своей деятельности. В большинстве своем мастера могут создавать структуры, удовлетворяющие потребностям, и, таким образом, они профессионально становятся похожими на инженеров. Однако истинные мастера в большинстве случаев способны наблюдать, а затем на этой основе находить и описывать подходящие структуры.

Связь с искусством вводит важное понятие стиля в деятельность, связанную с системами. Читателю предлагается рассмотреть другие связи между наукой и искусством, а также инженерией и искусством. Затем рассмотрите структурные и поведенческие связи в таких дисциплинах, как медицина, психология, социология или других известных вам областях.

## Системное мышление и системная инженерия

Становится ясным, что предмет всех дисциплин может быть так или иначе связан с некоторыми системными аспектами. В самом деле, у нас всех есть системное мышление и все мы системные инженеры в том смысле, что постоянно думаем и действуем в ответ на системные ситуации, которые влияют на нашу повседневную жизнь. Понимание основных концепций дисциплин «Системное мышление» и «Системная инженерия» в теории и на практике предоставляет средства для превращения систем в точку сосредоточения внимания (объект первого класса), которая может использоваться для улучшения нашей возможности разобраться со сложными системами в любой сфере деятельности.

Мышление на языке систем тесно связано с наблюдением динамического поведения систем в процессе функционирования и поэтому перекликается с научной (левой) частью рис. 1.1. Однако в противоположность научному методу, связанному с попыткой свести поведение к элементам, изучаемым изолированно друг от друга, системное мышление основано на наблюдении и описании целостного поведения множества систем и их элементов.

Совершение действий на языке систем подразумевает создание (инженерную разработку) структуры одной или нескольких систем, представляющих интерес, и поэтому тесно связано с инженерной (правой) частью рис. 1.1. Это естественным образом приводит нас к цели нашего путешествия по системному ландшафту, т. е. к объединению системного мышления и системной инженерии. Действительно, они связаны между собой. Не имеет смысла просто использовать системное мышление, не научившись оценивать альтернативные структурные улучшения и формулировать цели и составлять планы для улучшений в системах. С другой стороны, совершение действий на языке систем посредством системной инженерии без понимания причин, лежащих в основе действий и их последствий, также не имеет смысла. Итак, естественное объединение мышления и совершения действий на языке систем приводит к необходимости принятия решений и управления изменениями, что будет подробно рассмотрено в процессе нашего путешествия по системному ландшафту.

## Классификация систем

Таксономия будет полезным инструментом для структурирования системного путешествия, предпринимаемого в этой книге. Поскольку полное перечисление систем в целом невозможно, постольку точка зрения на системы в значительной степени зависит от контекста. С другой стороны, в практических целях перечисление систем, представляющих интерес для достижения конкретной цели, весьма важно и может быть сделано. Вместо исчерпывающей таксономии можно использовать классификацию Чекланда [Checkland, 1993], которая обеспечивает полезную отправную точку для того, чтобы сосредоточиться на различных типах систем. Читатель должен обратить внимание, что системы могут быть отнесены к одной или нескольким из следующих четырех категорий.

- **Естественные (природные) системы.** Эти системы имеют природное происхождение и являются таковыми в результате влияния сил и процессов, характеризующих Вселенную. Они не могут быть иными, чем есть, поскольку принципы и законы природы не являются переменчивыми.

- **Физические системы с установленными границами (далее – физические системы).** Эти системы являются результатом сознательной разработки, направленной на удовлетворение определенной цели человека. Они состоят из физических элементов, которые имеют хорошо определенные взаимосвязи.

- **Абстрактные системы с установленными границами (далее – абстрактные системы).** Эти системы не содержат физических артефактов, при этом они разработаны людьми, чтобы служить для некоторой разъяснительной цели. Абстрактные системы могут включать математические описания, стихи или философские системы. Подобные системы представляют собой упорядоченный продукт деятельности человеческого сознания. Определения систем, состоящих из функций и/или возможностей в качестве элементов, являются примерами абстракций, которые позднее могут быть зафиксированы в других созданных человеком системных формах, например в физической форме или в виде конкретных человеческих действий.

- **Системы человеческой деятельности.** Эти системы наблюдаются в мире бесчисленных видов человеческих действий, которые более или менее упорядочены с учетом некоторой цели или миссии, лежащей в основе деятельности. На одном краю здесь находится система, состоящая из человека, размахивающего молотком, а на другом – международные политические системы, необходимые для того, чтобы жизнь оставалась терпимой на нашей маленькой планете. Такие системы будут включать в себя заранее определенные множества процессов, состоящих из видов деятельности (которые в явном виде не определены Чекландом), а также множества видов деятельности, рассматриваемых с конкретной точки зрения заинтересованных сторон.

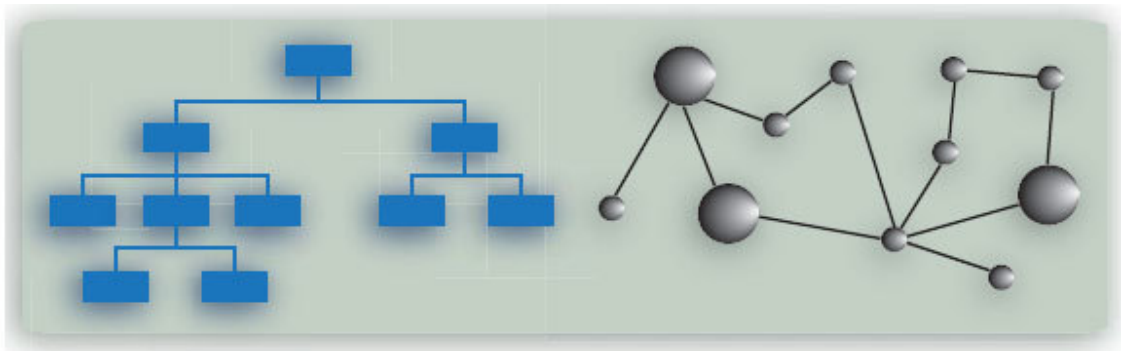
Заметим, что программные системы являются гибридом абстрактных и физических систем, поскольку из абстрактных описаний, использующих какую-то форму языка, или с помощью модели программа-транслятор генерирует код программы, который, будучи объединенным с компьютером (физическая система) и будучи исполненным, порождает эмерджентное поведение. Также используется термин «программно-интенсивная система», который применяется для описания систем, состоящих главным образом из программного обеспечения, но помимо этого содержащих и другие элементы: физические элементы и часто элементы человеческой деятельности.

В этой книге основное внимание уделяется системам, созданным человеком, и системным ситуациям, которые важны как для отдельных людей, так и для групп людей, в том числе частных и государственных организаций и их предприятий, важны для развития способностей

к обучению мыслить и действовать на языке систем. Таким образом, понимание физических систем, абстрактных систем, программных систем и систем человеческой деятельности одинаково важно для достижения данной цели. Естественно, не исключаются и природные системы, поскольку природные элементы могут быть включены в состав систем, создаваемых человеком, в качестве её элементов или как элементы среды, в которой функционирует рукотворная система.

## Топология систем

Существует две фундаментальных системных топологии, которые закладывают основу обеспечения *целостности*: иерархия и сеть, показанные на рис. 1.2.



**Рис. 1.2.** Иерархическая и сетевая системные топологии

Иерархическая топология – это результат применения определенного принципа, который используется для удовлетворения определенной потребности. Этот принцип предполагает выполнение анализа, в процессе которого система подвергается декомпозиции на отдельные составляющие элементы на двух или более уровнях. В результате подобной декомпозиции формируется логическая основа для понимания, а также для разбиения на составляющие, разработки, компоновки и управления системой надлежащим образом. Подобная топология является типичной при плановой разработке продукции (физической и/или абстрактной), она также может быть использована при планировании развития организации, предприятия и даже проекта. В частности, использование иерархии применительно к организационной структуре человеческой деятельности вполне обычно для объяснения того, кто несет ответственность за части системы, за работу, которая должна быть выполнена в системе, а также для установления субординации (кто кому подчиняется).

Сетевая топология может быть использована для того, чтобы отразить основные свойства различных физических систем; например, коммунальных сетей, сетей автомобильных дорог, железнодорожных путей, сетей передачи электроэнергии, связи и, разумеется, Интернета. На более высоком уровне сетевые топологии могут отражать определенные абстракции, такие, как, например, возможности или функции, которые должны быть обеспечены, и, как утверждалось ранее, могут затем составить основу при выборе способов физической реализации системы. Такие физические или абстрактные системы обычно разрабатываются с учетом возможных изменений; т. е. топология меняется с течением времени по мере добавления или устранения узлов и/или связей.

Сетевая топология также связана с системами человеческой деятельности, в том числе с социальными системами, где с её помощью могут отражаться различные формы отношений между людьми (отдельными лицами и/или группами) как элементами системы. Подобные системы могут возникать как в плановом порядке, так и без плана как ответ на вновь возникшую ситуацию. Если система человеческой деятельности спланирована как сетевая, то она может использоваться для регулирования отношений. С другой стороны, сетевая топология может возникнуть при появлении новых элементов или взаимосвязей, и в таком случае с её помощью можно пытаться проиллюстрировать даже сложные, конфликтные межличностные отношения. Сети возникают как ответ на проблемные ситуации, когда множество элементов

опасно взаимодействуют. Например, террорист, бомба, метро и пассажиры становятся элементами опасной сети элементов и взаимоотношений.

Эти две системные топологии сами по себе не являются исключительными. Совершенно ясно, что организация, описанная как иерархия, не всегда функционирует в соответствии со строго установленными отношениями подчиненности. Сети, даже если они не определены формально, возникают в отношениях между отдельными лицами и группами, которые обеспечивают необходимые элементы и связи для того, чтобы сделать дело. Кроме того, вполне понятно, что отдельные элементы в физической сети, такие, как, например, трансформатор в электросети, являются изделиями, оказывающими услуги, и они были задуманы и разработаны как системы для достижения конкретной цели или удовлетворения конкретной потребности. Эти элементы сами по себе являются системами, которые могут быть подвергнуты декомпозиции, построены и находиться под управлением в соответствии с некоторой иерархией.

## Множество точек зрения и представлений

*«Система – это способ смотреть на мир..., любая система является точкой зрения одного или нескольких наблюдателей».*

*Джеральд Уэйнберг [Weinberg, 2001]*

В соответствии со свойством целостности, сформулированным Боардмэном и Сосером, а также с представлением Уэйнберга, любая совокупность элементов (частей), находящихся во взаимосвязи между собой, может быть определена как система. С учетом представлений, интересов и целей заинтересованных сторон (т. е. точек зрения), отдельные лица, группы, команды, организации и предприятия будут видеть системы по-разному. Пример подобного калейдоскопического, многократно и быстро меняющегося представления о системах приведен на рис. 1.3.

Физические системы, абстрактные системы, программные системы и даже некоторые системы человеческой деятельности могут рассматриваться одними лицами как активы, другими как изделия или продукция, третьими как услуги с добавленной стоимостью. В соответствии с этими представлениями и на основе понимания своих ролей и зон ответственности как отдельных лиц, групп, команд, организаций и предприятий стороны имеют точки зрения на определенную систему, отражающие их интересы (как собственника, приобретателя, разработчика, пользователя или специалиста по техническому обслуживанию). Такие системы планируются, разрабатываются и используются для достижения какой-то определенной цели.

В отличие от планируемых систем ситуационные системы возникают в результате динамических взаимодействий нескольких систем (включая природные системы) в процессе работы. В этих системах за основу может быть взята деятельность человека, подобная работе молотком, политическая ситуация, чрезвычайная ситуация или кризис (например, пожар, цунами, ураган, террористический акт и т. д.). Как показано на рисунке, могут возникнуть различные представления, отражающие различные точки зрения, которые связаны с интересами, обусловленными системной ситуацией (например, точки зрения, ответственных за возникновение ситуации, ответственных за реагирование на ситуацию, участников ситуации или находящихся под влиянием ситуации).



Рис. 1.3. Множество точек зрения и представлений

## Существуют ли системы на самом деле?

Независимо от точек зрения и представлений, связанных с системами или их топологиями, кто-то может задать интересный вопрос: Существуют ли системы на самом деле?

Вопрос может показаться философским, но попробуем использовать этот ракурс для иллюстрации точки зрения на системы. В приведенной выше классификации Чекланда отмечалось, что естественные (природные) системы являются такими, как они есть. Тем не менее, все другие формы планируемых или ситуационных систем, а именно различные физические системы, абстрактные системы и системы человеческой деятельности либо являются продукцией, созданной в результате творческой деятельности людей, либо порождены возникшей ситуацией.

Более конкретно, продукция, созданная людьми, например самолет, система двигателя, фюзеляж и другие, могут воскресить в памяти представление о чем-то, что реально существует и что можно потрогать. С другой стороны, политическую систему, школьную систему, систему права, систему градостроительства, несмотря на то, что они представляют абстрактно нечто весьма важное, потрогать нельзя. Итак, что же такое система? Потенциально **спорная** точка зрения заключается в следующем: Системы, созданные человеком, существуют только в виде описаний.

Ваш автор часто использовал элементы, изображенные на рис. 1.4., в качестве основы для привлечения внимания к этой спорной точке зрения. А теперь вам брошен вызов. Предлагаю сейчас подумать над следующими вопросами: являются ли эти элементы системой? Почему да или почему нет?



**Рис. 1.4.** Болт, гайка и шайба

Поразмыслив над этим вопросом, обратитесь к следующему. Определите, имеют ли эти элементы в том порядке, в котором они разложены, какую-либо цель? Удовлетворяют ли они какую-либо потребность?

Затем подумайте об отдельной личности или группе, отвечающей за разработку и изготовление каждого из отдельных элементов, изображенных на рисунке. Видят ли они эти элементы как системы? Видят ли они их как продукцию? Или видят ли они их как услуги, которые они теоретически оказывают? Или они видят их и как первое, и как второе, и как третье?

Затем рассмотрим соединение этих элементов с двумя или более дополнительными объектами (имеющими соответствующие отверстия) для того, чтобы скрепить эти объекты. Была ли создана система? Можно подумать, что да, однако обратите внимание на тот факт, что для

того, чтобы создать данную конструкцию, были определены элементы (в том числе и объекты, которые должны быть скреплены) и эти экземпляры объектов – болты, гайки и шайбы – были изготовлены в соответствии с некоторым описанием (техническими требованиями). При этом также должно иметься описание порядка сборки, проводимой для соединения физических элементов между собой. В зависимости от того, что считается элементами и связями между ними, а также от того, какова процедура сборки, могут быть реализованы различные способы сборки. Разве мы не изготовили продукты на основании описания системы? Таким образом, если мы хотим использовать термины *продукт* и *система* для обозначения двух различных концепций, мы должны принять, что система на самом деле является описанием, и поэтому *система* не существует. Давайте рассмотрим данную цепочку рассуждений.

Спланированные и созданные человеком иерархические или сетевые системы состоят из определенных элементов и связей. В лучшем случае аппаратные средства, программное обеспечение или человеческие элементы системы могут быть представлены как материальные объекты, которые в каком-то смысле можно потрогать. Однако наличие элементов в спланированной системе основано только на их описании, как элементов, представляющих собой аппаратные средства, программное обеспечение или людей, а также на описании взаимосвязей между элементами.

В случае продукта с добавленной стоимостью системное описание служит шаблоном, на основании которого производятся экземпляры продуктов (из одной крайности – производства в единственном экземпляре в другую – массовое производство). Аналогично, услуги с добавленной стоимостью, например банковские услуги, являются результатом типовой операции обслуживания в соответствии с системным описанием услуги в виде шаблона.

С целью дальнейшей иллюстрации данной точки зрения на системы рассмотрим конкретный пример. Компактный портативный компьютер (лэптоп), на котором была написана эта книга, является продуктом. Системным описанием этого продукта владеет изготовитель, который объединяет элементы компьютера в единое целое, он же осуществляет управление жизненным циклом данного продукта. Отдельными аппаратными средствами данной системы могут владеть другие стороны, которые осуществляют управление жизненными циклами этих элементов, как системных продуктов, которые они поставляют интеграторам компьютерных систем. Кроме того, существует большое разнообразие программных продуктов, работающих на данных аппаратных средствах, системными описаниями которых владеют организации-поставщики, также осуществляющие управление их жизненными циклами. Эти программные системы также поставляются, как продукты, системному интегратору.

Таким образом, определенное представление активов, продуктов и услуг отличается в разных точках на протяжении жизненного цикла. На ранних стадиях жизненного цикла описываемая система обычно представляется как абстрактная система, состоящая из набора функций и/или возможностей, между которыми имеются определенные взаимосвязи. По мере воплощения проекта в конечный продукт и/или услугу описание системы становится более конкретным и принимает вид или физических элементов, или определенной деятельности для людей (процедур или процессов), или является сочетанием и того и другого.

## **Конец ознакомительного фрагмента.**

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.