

что пришло время формирования общей системы понятий (Emery, 1969, p. 12).

Хотя я сочувствую опасениям Ф. Эмери, — опасениям, связанным с перспективой исследований, — как преподаватель я чувствую большую потребность дать студентам структуру понятий, которая поможет им усвоить и синтезировать то богатство проникновения в суть явлений, на которое он ссылается. Я не собираюсь воспрепятствовать дальнейшим исследованиям понятий — я стремлюсь скорее поощрить их и сделать их более интерактивными и дополняющими друг друга. Несмотря на предупреждения Ф. Эмери, я уверен в том, что эволюционное сведение понятий в общепризнанную систему принесет несомненную пользу исследователям систем. Во всяком случае, маловероятно, что мое намерение инициировать начало создания такой структуры способно нанести хотя бы гипотетический ущерб, поскольку я не претендую на такую роль и не выступаю от имени «влиятельной группы ученых».

Следующая структура включает не все относящиеся к системным наукам понятия. Однако я предпринял попытку объединить достаточное количество ключевых терминов, чтобы дальнейшее строительство на этом фундаменте было не столь трудным, как закладка краеугольных камней.

И еще. Я не пытался определить происхождение или проследить историю каждой представленной ниже понятийной идеи. Следовательно, здесь ощущается недостаток обоснований. Отсутствие библиографических поисков я могу компенсировать лишь тем, что требую доверия не к элементам следующей ниже классификации, а к системе, в которую они организованы. При этом, естественно, я беру на себя ответственность за недостатки как в частях, так и в целом.

СИСТЕМЫ

1. Система есть множество взаимосвязанных элементов. Мы понимаем под системой целостность, состоящую по крайней мере из двух элементов, каждый из которых взаимосвязан с остальными или по крайней мере с одним из элементов

множества. Связь элементов внутри системы может быть прямой или опосредованной. Более того, в рамках одной системы не может быть ни одного подмножества элементов, не связанного с любым другим подмножеством.

2. *Абстрактная система* — это система, элементы которой являются понятиями. Примерами являются языки, философские системы и системы чисел. Числа являются понятиями, но символы, которые их представляют, числительные, являются физическими сущностями. Числительные, однако, не являются элементами системы чисел. Использование различных числительных для представления одинаковых чисел не изменяет природы системы.

В абстрактной системе элементы создаются посредством определений, а зависимость между ними устанавливается путем исходных положений (например, аксиом и постулатов). Поэтому такие системы являются предметом изучения так называемых формальных наук.

3. *Конкретная система* — это система, в которой по крайней мере два элемента являются объектами. Далее в этой книге мы будем иметь дело только с такими системами. Если не оговорено иначе, «система» всегда будет означать «конкретная система».

В конкретных системах установление существования и свойств элементов и природы зависимостей между ними требует исследования, включающего эмпирическую составляющую. Поэтому такие системы являются предметом изучения так называемых неформальных наук.

4. *Состояние системы* в определенный момент времени — это множество релевантных свойств, которыми она обладает в данный момент. Любая система имеет неограниченное число свойств, и только некоторые из них относятся к любому конкретному исследованию. Следовательно, с изменением цели исследования могут трансформироваться и релевантные свойства. Значения последних образуют состояние системы. В некоторых случаях нас могут интересовать только два возможных состояния (например, включено и выключено, спит и проснулся), в других — большое или неограниченное число возможных состояний (например, скорость или вес системы).

5. *Внешняя (окружающая) среда системы* — это множество элементов и их релевантных свойств, которые не являются частью системы, но изменение в любом из них может привести к изменению состояния системы.* Таким образом, внешняя среда системы состоит из всех переменных, которые могут влиять на ее состояние. Внешние элементы, которые влияют на иррелевантные** свойства системы, не являются частью окружающей ее среды.

6. *Состояние внешней среды системы* в момент времени — это множество ее релевантных свойств в данное время. Аналогично можно дать определение состояния элемента или подмножества элементов системы или окружающей ее среды.

Хотя конкретные системы и их внешняя среда существуют объективно, они также субъективны, поскольку конкретная конфигурация образующих их элементов диктуется интересами исследователя. Разные наблюдатели одних и тех же явлений могут отнести их к различным системам и внешним средам. Например, архитектор может рассматривать дом с его системой электричества, отопительной системой и системой водоснабжения как одну большую систему. Но инженер-механик может рассматривать систему отопления как систему, а дом — как ее внешнюю среду. Для социального психолога дом может служить внешней средой семьи, системы, которая его интересует. Для него зависимость между системами отопления и электрической может быть иррелевантной, тогда как для архитектора она весьма релевантна.

Когда они оказываются в центре внимания, элементы, образующие внешнюю среду системы, и сама окружающая сре-

* Можно сказать, что некто (X) произвел нечто (Y) в определенной внешней среде и интервале времени, если X — необходимое, но недостаточное условие для Y в данной окружающей среде и периоде времени. Таким образом, производитель является «вероятностной причиной» его произведения. Следовательно, каждый производитель еще недостаточен для своего произведения, имеется еще сопроизводитель этого изделия (например, внешняя среда производителя). — *Примеч. автора.*

** *Релевантные* — уместные. Здесь — свойства, относящиеся к системе. Соответственно иррелевантные — не относящиеся.

да могут быть отнесены к системам. Каждую систему можно представить как часть другой и большей системы.

Даже абстрактная система может иметь внешнюю среду. Например, метаязык, на котором мы описываем формальную систему, является внешней средой этой формальной системы. Поэтому логика является внешней средой математики.

7. *Замкнутая система* — это система не имеющая внешней среды. *Открытая система* — это система, у которой есть внешняя среда. Таким образом, замкнутая система определяется как система, не взаимодействующая ни с какими элементами, не содержащимися в ней самой, — она полностью автономна. Так как исследователи систем нашли сравнительно ограниченное применение такой концептуализации, их внимание все больше привлекали более сложные и «реалистичные» открытые системы. «Открытость» и «замкнутость» являются одновременно и свойствами систем, и нашей концептуализацией их.

Системы могут со временем меняться, а могут пребывать в неизменном состоянии.

8. *Событие* системы (или внешней среды) — это изменение одного из структурных свойств системы (или ее окружающей среды) за период времени определенной длительности, т. е. изменение структурного состояния системы (или внешней среды). Например, в системе освещения дома происходит событие, когда перегорают пробки, а в ее внешней среде — когда наступает ночь.

9. *Статическая система (с одним состоянием)* — это система, в которой не происходит никаких событий. Стол, например, можно концептуализировать как статическую конкретную систему с четырьмя ножками, крышкой, винтами, клеем и т. д. Для многих целей исследования в нем не происходит изменений структурных свойств, изменений состояния. Компас можно определить как статическую систему, потому что он практически всегда направлен на северный магнитный полюс Земли.

10. *Динамическая система (со многими состояниями)* — это система, в которой случаются события, состояние которой со временем изменяется. Такими системами являются автомобили, который может двигаться с разной скоростью вперед и

назад; двигатель, который можно завести и заглушить. Такие системы определяются как открытые или замкнутые: замкнутые, если их элементы реагируют только друг на друга.

11. *Гомеостатическая система* — это статическая система, элементы которой и внешняя среда являются динамическими. Таким образом, гомеостатическая система сохраняет свое состояние в изменяющейся окружающей среде путем внутреннего регулирования. Дом, в котором при любых изменениях погоды за окном сохраняется постоянная температура, является гомеостатической системой, что стало возможным благодаря свойствам подсистемы отопления.

Заметьте, что один и тот же объект можно представить как статическую или динамическую систему. Для большинства из нас здание представляется статическим, но инженер, которого интересует деформация его конструкций, может рассматривать его как динамическую систему.

ИЗМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ

12. *Реакция системы* — это событие системы, для которого достаточно другого события, которое происходит в той же системе или в окружающей ее среде. Таким образом, реакция — это системное событие, которое детерминированно вызвано другим событием. Например, если поворота тумблера оператором достаточно, чтобы выключить или включить двигатель, то изменение состояния мотора есть реакция на поворот тумблера. В этом случае поворот тумблера может быть необходимым и достаточным событием для состояния двигателя. Но событие, которое достаточно для того, чтобы произвести изменение в состоянии системы, может и не быть необходимым для него. Например, сон может прийти благодаря сновидению, которое выпил человек, а может прийти и самопроизвольно. Следовательно, сон может быть вызван лекарством, но совсем не обязательно им.

13. *Отклик системы* — это событие системы, для которого другое событие, которое происходит с той же системой или его внешней средой, необходимо, но недостаточно. Иными словами, это событие системы, производимое другим событи-

ем системы или окружающей среды (*стимул*). Таким образом, отклик является событием, в создании которого соучаствует сама система. Система не обязана откликаться на стимул, но она должна реагировать на его причину. Таким образом, включение света человеком, когда наступает темнота, является откликом, но факт включения света при повороте выключателя является реакцией.

14. *Действие* системы — это событие системы, для которого изменения в ее внешней среде либо не требуется, либо недостаточно. Действия поэтому являются самоопределяемыми событиями, автономными изменениями. Для осуществления действия необходимы и достаточны внутренние изменения в состояниях элементов системы. К этому типу относится многое в поведении человека, но оно не ограничивается людьми. Компьютер, например, может изменить свое состояние или состояние внешней среды благодаря заложенной в нем программе.

Системы, все изменения которых являются реакцией, откликом или автономны (активны), могут называться соответственно реактивными, респонсивными или автономными (активными). Однако в большинстве систем имеет место комбинация различных типов изменения.

Подразделение систем на реактивные, респонсивные и автономные происходит на основе того, что приводит к изменениям в них. Теперь рассмотрим системы с точки зрения того, к каким видам изменений в них и во внешней среде приводят их реакции, отклики и действия.

15. *Поведение* системы — это событие (события) системы, которое либо необходимо, либо достаточно для другого события в этой системе или ее окружении. Как видим, поведение — это системное изменение, которое инициирует другие события. Отметим, что реакции, отклики и действия могут сами создавать поведение.

Реакции, отклики и действия — это системные события, для которых интерес представляют их *предпосылки*. Поведение состоит из системных событий, для которых интерес представляют их *последствия*. Нас, конечно, могут интересовать как предпосылки, так и последствия системных событий.

КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ПО ИХ ПОВЕДЕНИЮ

Пониманию характера классификации систем может помочь таблица (табл. 4.1), в которой раскрывается ее основание.

16. Система, поддерживающая состояние, — (1) может реагировать однозначно на любое одно внешнее или внутреннее событие, при этом (2) она реагирует по-разному на различные внешние или внутренние события; и (3) эти разные реакции производят одинаковое внешнее или внутреннее состояние (результат). Такая система только реагирует на изменения; она не способна на отклик, поскольку все, что она делает, полностью определяется каузальным событием. Тем не менее можно сказать, что ее функцией является поддержание состояния, которое она производит, так как она способна производить его разными способами в различных условиях.

Так, система отопления, которая включается внутренним автоматическим регулятором, когда температура в помещении ниже требуемого уровня, и выключается, когда температура выше этого уровня, является системой, поддерживающей состояние. Состояние, которое она поддерживает, — это температура помещения, которая колеблется в малых пределах вокруг установленной. Отметим, что температура помещения, которая воздействует на поведение системы, может быть определена либо как часть системы, либо как часть окружающей ее среды. Следовательно, система поддержания состоя-

Таблица 4.1. Классификация систем по поведению

Тип системы	Поведение системы	Результирующее поведение
Поддержания состояния	Переменное, но определенное (реактивное)	Постоянное
Поиска цели	Переменное и выбираемое (отклик)	Постоянное
Многоцелевая и целевая	Переменное и выбираемое	Переменное, но определенное
Целенаправленная	Переменное или выбираемое	Переменное и выбираемое

ния может реагировать либо на внутренние, либо на внешние изменения.

Вообще большинство систем со словом «стат» (например, термостат) являются системами поддержания состояния. Любая система с регулируемым параметром выхода (например, напряжение на выходе генератора) также является системой поддержания состояния.

Компас также поддерживает состояние, так как в разных условиях окружающей среды показывает на северный магнитный полюс.

Система поддержания состояния должна уметь выделять из различных внутренних или внешних состояний те изменения, на которые она реагирует. Более того, как мы увидим ниже, такие системы обязательно *адаптивны*; но в отличие от целевых систем они не способны учиться, так как не могут выбирать образ действий, не способны усовершенствоваться благодаря полученному опыту.

17. *Система поиска цели* — это система, которая может давать разный отклик на одно или большее число различных внешних или внутренних событий в одном или большем числе различных внутренних состояний и может по разному реагировать на конкретное событие в неизменной внешней среде до тех пор, пока не произведет определенное состояние (результат). Получение этого состояния и есть цель. Таким образом, система имеет возможность *выбора* поведения. Поведение системы поиска цели — это отклик, а не реакция. Состояние, которое достаточно и детерминированно вызывает реакцию, не может вызвать разные реакции в одной и той же окружающей среде.

При постоянных условиях система поиска цели может быть способна совершать одинаковое действие различными способами и может быть способна совершать это в различных условиях. Если она обладает памятью, со временем ее эффективность в получении являющегося целью результата может возрастать.

Например, выбирающаяся из лабиринта электронная мышь — это система поиска цели, которая, получив сигнал о том, что путь преградила стенка лабиринта, поворачивается направо

и, если наталкивается на стенку снова, возвращается в направлении, откуда она пришла. Таким образом, она способна в конце концов решить задачу любого имеющего выход лабиринта. Если, кроме того, она обладает *памятью*, то в следующих испытаниях в знакомом лабиринте она сможет сразу пойти по «пути решения».

Системы с автопилотом являются системами поиска цели. Они и другие системы поиска цели в некоторых ситуациях могут, конечно, и потерпеть неудачу.

Последовательность поведения, которую система поиска цели выполняет в рамках своей функции, — это пример процесса.

18. *Процесс* — это образующая систему и имеющая функцию достижения цели последовательность поведения. В каком-то хорошо определяемом смысле каждая единица поведения в процессе приближает действующее лицо к искомой цели. Последовательность поведения, выполняемая электронной мышью, составляет процесс решения задачи лабиринта. После каждого движения мышь ближе (т. е. число требуемых движений уменьшилось) к решению задачи лабиринта. Процесс обмена веществ в живых организмах представляет собой аналогичную последовательность, целью которой является получение энергии, или, более обобщенно, выживание. Производственные процессы — аналогичный тип последовательности, целью которой является производство определенного изделия.

Поведение системы в процессе может быть реактивным, активным или являться откликом.

19. *Система многоцелевого поиска* ищет цель в каждом из двух или более различных (начальных) внутренних или внешних состояний, а также разные цели по крайней мере в двух различных состояниях, причем цель определяется начальным состоянием.

20. *Целевая система* — это система многоцелевого поиска, разные цели которой имеют общее свойство. Получение общего свойства и является целью системы. Системы данного типа могут преследовать разные цели, но они не выбирают цель, которую они преследуют. Цель определяется инициирующим событием. Но такая система выбирает средства достижения своей цели.

Компьютер, запрограммированный на более чем одну игру (например, тетрис и шашки), — пример системы многоцелевого поиска. Однако он не может выбирать саму игру, а подчиняется команде от внешнего источника. Такая система является целевой и потому, что «выигрыш в игре» является общим свойством различных целей, которых она добивается.

21. *Целенаправленная система* может получить одинаковый результат различными способами в одном и том же (внутреннем или внешнем) состоянии, а также разные результаты в одном и том же и в различных состояниях. Таким образом, целенаправленная система способна изменять свои цели при постоянных условиях; она выбирает цели и средства и таким образом проявляет *волю*. Наиболее знакомыми примерами таких систем являются люди.

Системы поиска идеала образуют важный подкласс целенаправленных систем. Прежде чем уяснить их природу, нам необходимо рассмотреть разницу между целями, задачами и идеалами и некоторые связанные с ними понятия. Различия, которые будут рассматриваться, относятся только к целенаправленным системам, поскольку только они могут выбирать цели.

Система, способная делать выбор между разными результатами, может различным образом оценивать их.

22. *Относительная ценность результата* — это вероятность того, что система выдаст конкретный результат, когда каждый из множества результатов может быть получен с уверенностью при условии, что искомый результат является членом исключительного и исчерпывающего множества результатов для целенаправленной системы. Относительная ценность результата может колебаться в пределах от 0 до 1. Можно сказать, что результат с самой высокой относительной ценностью является *предпочтительным*.

23. *Целью* целенаправленной системы в определенной ситуации является предпочтительный результат, который может быть получен в течение определенного периода времени.

24. *Задачей* целенаправленной системы в определенной ситуации является предпочтительный результат, который не может быть получен в течение определенного периода време-

ни, но на который можно рассчитывать в рамках более длительного периода. Рассмотрим множество возможных результатов, располагающихся по одной шкале или более (например, увеличение скорости движения). Тогда каждый результат будет ближе к последнему, чем те, что ему предшествовали. Каждый из них может быть целью в какой-то период времени после того, как была достигнута предшествующая цель, что в конце концов приведет к достижению конечного результата — выполнению поставленной задачи. Например, цель первокурсника — переход на второй курс. Следующая цель — пройти второй курс. И так далее до выпуска, который и является его задачей.

Достижение задачи требует способности ставить после достижения определенной цели новую. Поэтому такой путь возможен только для целенаправленной системы.

25. *Идеал* — это задача, которую невозможно решить ни за какой период времени, но к ответу на которую можно приближаться бесконечно. Точно так же, как цели могут быть поставлены в отношении задач, задачи можно определять в отношении идеалов. Но идеал — результат, недостижимый на практике, если не в принципе. Например, идеал в науке — это безошибочные наблюдения. Величину ошибки наблюдателя можно беспрестанно уменьшать, но невозможно свести к нулю. Всезнание — еще один такой идеал.

26. *Система стремления к идеалу* — это целенаправленная система, которая по достижении любой из своих целей или задач стремится к новой цели или задаче, которая еще больше приближает ее к идеалу. Таким образом, система стремления к идеалу включает понятие «совершенства» и стремится к нему систематически, т. е. последовательным шагами.

Таким образом, выше мы идентифицировали шесть систем с точки зрения их результата: система поддержания состояния, система поиска цели, система многоцелевого поиска, целевая система, целенаправленная система и система стремления к идеалу. Аналогичным образом могут классифицироваться и элементы систем. Следует учитывать, что связь между (1) поведением и типом системы и (2) поведением и типом элементов не очевидна. Далее мы рассмотрим ее.