

2.2. Динамические свойства системы

Перейдем к рассмотрению второй группы свойств систем, называемых *динамическими свойствами*.

Если рассмотреть состояние системы в другой, отличный от первого, момент времени, то мы вновь обнаружим все четыре статических свойства. Но если наложить эти две «фотографии» друг на друга, то обнаружится, что они отличаются в деталях: за время между двумя моментами наблюдения произошли какие-то изменения в системе и ее окружении. Такие изменения могут быть важными при работе с системой и, следовательно, должны быть отображены в описаниях системы и учтены в работе с ней. Особенности изменений со временем внутри системы и вне ее и именуются динамическими свойствами систем. Если статические свойства — это то, что можно увидеть на фотографии системы, то динамические — то, что обнаружится при просмотре кинофильма про систему. О любых изменениях мы имеем возможность говорить в терминах перемен в статических моделях системы. В этой связи различаются четыре динамических свойства.

Функциональность — пятое свойство системы. Процессы $Y(t)$, происходящие на выходах системы ($Y(t) = \{y_1(t), y_2(t), \dots, y_n(t)\}$, рис. 2.5), рассматриваются как ее *функции*.

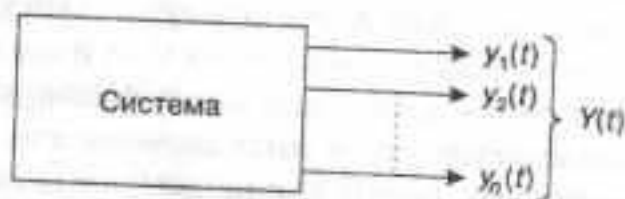


Рис. 2.5

Функции системы — это ее поведение во внешней среде; изменения, производимые системой в окружающей среде; результаты ее деятельности; продукция, производимая системой.

Из множественности выходов следует множественность функций, каждая из которых может быть кем-то и для чего-то использована. Поэтому одна и та же система может служить для разных целей.

Субъект, использующий систему в своих целях, будет, естественно, *оценивать* ее функции и *упорядочивать* их по отношению к своим потребностям. Так появляется понятие главной, второстепенной, нейтральной, нежелательной, лишней и т.п. функции. Снова обратим

внимание, что все эти термины оценочные, субъективные, относительные. Так, главной функцией лампы считается давать свет; но при выборе светильника из десятков прочих продаваемых в магазине на первый план выходят его декоративные качества, согласованность с интерьером помещения, его стоимость и пр.

Итак, выделим два момента данного свойства систем: объективную многофункциональность и субъективную упорядоченность функций.

Стимулируемость — шестое свойство системы. На входах системы тоже происходят определенные процессы $X(t) = \{x_1(t), x_2(t), \dots, x_m(t)\}$ (рис. 2.6), воздействующие на систему, превращаясь (после ряда преобразований в системе) в $Y(t)$. Назовем воздействия $X(t)$ *стимулами*, а саму подверженность любой системы воздействиям извне и изменение ее поведения под этими воздействиями — *стимулируемостью*.

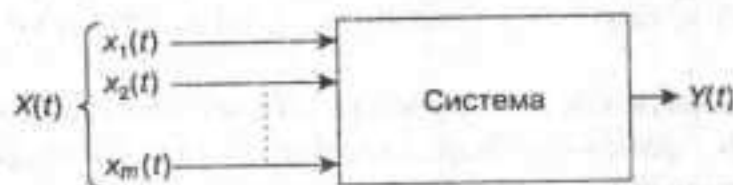


Рис. 2.6

Изменчивость системы со временем — седьмое свойство системы. В любой системе происходят изменения, которые надо учитывать: предусматривать и закладывать в проект будущей системы; способствовать или противодействовать им, ускоряя или замедляя их при работе с существующей системой. Изменяться в системе может что угодно, но в терминах наших моделей можно дать наглядную классификацию изменений: изменяться могут значения внутренних переменных (параметров) $Z(t)$ (рис. 2.7), состав и структура системы и любые их комбинации.

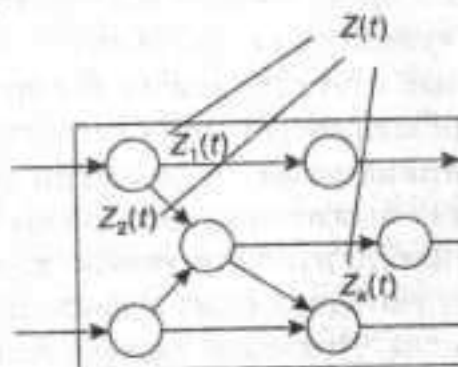


Рис. 2.7

• Характер этих изменений тоже может быть различным. Поэтому могут рассматриваться дальнейшие классификации изменений.

Самая очевидная классификация — по скорости изменений: быстрые, медленные (по сравнению с чем-то, взятым за стандарт); возможно введение большего числа градаций скоростей (сверхбыстрые, очень быстрые и т.д.).

Представляет интерес классификация тенденций перемен в системе, касающихся ее состава и структуры. Начнем эту классификацию с введения специальных понятий, рассматривая изменения на коротком интервале времени, чтобы изменения можно было считать идущими «в одну сторону», т.е. монотонными.

Можно говорить о таких изменениях, которые не затрагивают структуры системы: одни элементы заменяются другими, эквивалентными; параметры (внутренние переменные $Z(t)$) могут меняться без изменения структуры («работают» часы, городской транспорт, школа, баня и т.д.). Такой тип динамики системы называют ее *функционализацией*.

Далее, изменения могут носить преимущественно *количественный* характер: происходит наращивание состава системы, и хотя при этом автоматически меняется и ее структура, это до поры до времени не сказывается на свойствах системы (расширение мусорной свалки или кладбища — примеры). Такие изменения называют *ростом* системы.

Затем выделяют *качественные* изменения системы, при которых происходит изменение ее существенных свойств. Если такие изменения идут в позитивном направлении, они называются *развитием*. С теми же ресурсами развитая система добивается более высоких результатов, могут появиться новые позитивные качества (функции). Это связано с повышением уровня системности, организованности системы.

Применительно к организационным системам Р. Акофф определяет развитие как «увеличение желаний и способности удовлетворять свои собственные и чужие нужды и оправданные желания». (Желания называются «оправданными», если их удовлетворение ради одних не скажется отрицательно на развитии других. Нужды — это то, что необходимо для выживания. Возможны разные комбинации: например, можно не хотеть нужного, можно желать ненужного.)

Сколько субъект (индивид или организация) имеет, это вопрос накопленного богатства. Показателем богатства является *уровень жизни*. А вот вопрос о том, что мы можем сделать с тем, что имеем, — это вопрос компетентности, т.е. чему мы научились. А это выражает-

ся достигнутым *качеством жизни*. Чем более развит субъект, тем меньше средств ему требуется для достижения удовлетворительного качества жизни, либо тем большего качества жизни он может достичь с тем, что имеет.

Интересно заметить, что сосредоточение на росте является патологией для индивида, но обычно является нормальным для организаций.

Итак, рост происходит в основном за счет потребления материальных ресурсов, развитие — за счет усвоения и использования информации. Рост есть увеличение в размерах и численности. Развитие — это увеличение компетентности. Объемность — результат роста; компетентность — результат развития. Цель роста организации — повышение уровня жизни. Цель развития организации — повышение качества жизни. Рост может сдерживать развитие, но развитие не может сдерживать рост. Рост и развитие могут идти одновременно (как у ребенка), но не обязательно связаны между собой. Рост всегда ограничен (в силу внешних физических условий, в частности ограниченности материальных ресурсов), а развитие извне не ограничено, поскольку информация о внешней среде неисчерпаема: сколько бы мы ни знали, всегда есть нечто еще непознанное. Недостаток материальных ресурсов может ограничить рост, но не развитие. Однако существует внутреннее ограничение на развитие. Дело в том, что развитие есть результат усвоения и использования новой информации, т.е. результат *обучения*. Но обучение есть, пожалуй, единственное действие, которое нельзя осуществить для и вместо обучаемого. Если система не желает обучаться, она не будет, не может развиваться. ~~Вне~~ невозможно развить систему, можно только помочь в развитии, но при условии склонности системы к обучению. *Развитие возможно только как саморазвитие*. Например, пробуксовка российских реформ в их начальном периоде 1990-х гг. связана с нежеланием руководителей обучаться. Черномырдин в бытность премьер-министром отказался даже выслушать соображения обратившихся к нему десяти всемирно известных лауреатов Нобелевской премии по экономике, озабоченных неэффективностью социально-экономических преобразований в нашей стране.

Ясно, что, кроме процессов роста и развития, в системе могут происходить и обратные процессы. Обратные росту изменения называются *спадом*, сокращением, уменьшением. Обратное развитию изменение называют *деградацией*, утратой или ослаблением полезных свойств.

Мы рассмотрели возможные монотонные изменения самой системы (рис. 2.8).

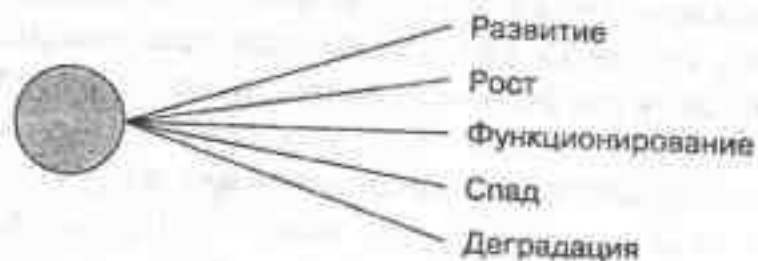


Рис. 2.8

Очевидно, монотонные изменения не могут длиться вечно. В истории любой системы можно усмотреть периоды спада и подъема, стабильности и неустойчивости, последовательность которых и образует индивидуальный *жизненный цикл* системы.

Понятие жизненного цикла заслуживает специального обсуждения, поскольку как при проектировании будущих систем, так и при изучении существующих и при управлении ими информация об индивидуальной истории системы играет весьма существенную, часто решающую роль в достижении поставленной цели.

При построении описания жизненного цикла особое внимание необходимо обратить на *непрерывность* его траектории. По-разному приходится определять жизненный цикл в прошлом и будущем. Прошедшую историю восстанавливают по дошедшей до нас информации о ней. К сожалению, нередко эта информация неполна, неточна, а об отдельных периодах вообще утрачена. Поэтому описание прошедших событий часто поневоле имеет невозстановимые пробелы (примером может служить жизнеописание Иисуса Христа, содержащееся в Евангелиях). Но при определении будущего жизненного цикла проектируемой системы непрерывность должна быть предметом особой заботы: история этой системы закончится на первом же пробеле в описании ее жизненного цикла. Примеров тому много. Непродуманность этапа утилизации отслуживших ламп дневного света привела к тому, что из разбитых на свалках ламп ртуть попадает в почву и воды, отравляя все живое. Непродуманность этапа соединения кабелей космической ракеты закончилась тем, что у корабля, отправленного на Марс, не раскрылись антенны из-за неправильно подсоединенного сигнального кабеля, и все многомиллиардные затраты на проект пошли прахом. А сколько было случаев гибели урожая на полях из-за пропуска какого-нибудь этапа (например, своевременного вывоза буртов) его жизненного цикла. В описании любой технологии не должно быть пробелов.

Заметим далее, что, характеризуя процессы, происходящие в системе, можно использовать и другие их классификации. Например, классификация *по предсказуемости*: детерминированные и случайные процессы. Или классификация *по типу зависимости от времени*: процессы монотонные, периодические, гармонические, импульсные и т.д.

Существование в изменяющейся среде — восьмое свойство системы. Изменяется не только данная система, но и все остальные. Для данной системы это выглядит как непрерывное изменение окружающей среды. Неизбежность существования в постоянно изменяющемся окружении имеет множество последствий для самой системы, начиная с необходимости ее приспособления к внешним переменам, чтобы не погибнуть, до различных других реакций системы. При рассмотрении конкретной системы с конкретной целью внимание сосредотачивается на некоторых конкретных особенностях ее реакции. В качестве примера рассмотрим вопрос о том, как должна соотноситься скорость изменений внутри системы со скоростью изменений в окружающей среде — быть медленнее, совпадать или идти быстрее? Это определяется в зависимости от природы системы или ее предназначения. Например, системы, предназначенные для переноса информации во времени (книги, памятники, произведения искусства, видео- и аудиозаписи, триангуляционные метки и т.п.), тем лучше выполняют свою функцию, чем медленнее они меняются при изменениях в окружающей среде. Другой пример этого — сохранение своего состояния автоматами и живыми организмами (гомеостат, стабилизация, стационарность). Иная реакция живых организмов идет трагически одновременно с изменениями среды, например, адаптация зрачка при изменениях освещения. Существуют системы, функции которых могут выполняться только если изменения в системе опережают изменения в среде. Типичный пример — управление: подбор и сравнение различных вариантов управляющего воздействия должны происходить в ускоренном темпе, чтобы выбранное воздействие шло в реальном масштабе времени.

Отметим еще одну важную особенность существования системы в изменяющейся среде. Сами изменения постоянно меняются; это выражается в ускорении перемен в среде. Например, скорости передвижения в пространстве, передачи и обработки информации, производства и потребления продукции за время нашего поколения возросли больше, чем за всю предысторию. Это требует быстрых и значительных перемен в том, что и как мы делаем. Плохо приспособившиеся к изменениям люди, организации, фирмы, правитель-

ства быстро сходят со сцены, выбывают из игры. Единственный шанс сохраниться в турбулентной среде — обеспечить динамическое равновесие, наподобие тому, как это делает корабль или самолет, попавший в шторм. И чем сильнее внешние изменения, тем активнее должны проводиться внутренние (сравните активность водителя на хорошей и плохой дорогах, в хорошую и плохую погоду). И хотя важными средствами остаются прогнозирование и обучение, более эффективными считаются выработка иммунитета к неподконтрольным с нашей стороны изменениям и усиление контроля над остальными.