

2.1. Статические свойства системы

Статическими свойствами назовем особенности конкретного состояния системы. Это как бы то, что можно разглядеть на мгновенной фотографии системы, то, чем обладает система в любой, но фиксированный момент времени.

Целостность — первое свойство системы. Всякая система выступает как нечто единое, целое, обособленное, отличающееся от всего остального. Назовем это свойство целостность системы. Оно позволяет весь мир разделить на две части: систему и окружающую среду (рис. 2.1). Понятие целостности в дальнейшем будет расширяться и углубляться, а пока оно обозначает лишь факт внешней различимости системы в среде.

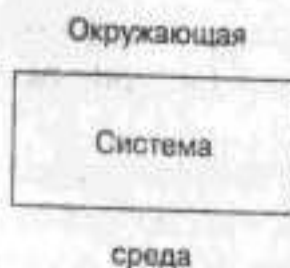


Рис. 2.1

Открытость — второе свойство системы. Выделяемая, отличимая от всего остального, система не изолирована от окружающей среды. Наоборот, они связаны и обмениваются между собой любыми

ходами ресурсов (веществом, энергией, информацией и т.д.). Обозначим эту особенность термином «открытость» системы и обсудим это свойство подробнее.

Отметим, что связи системы со средой имеют направленный характер: по одним среда влияет на систему (их называют *входами* системы), по другим система оказывает влияние на среду, что-то делает в среде, что-то выдает в среду (такие связи называют *выходами* системы) (рис. 2.2). Перечень входов и выходов системы называют *интерфейсом черного ящика*. В этой модели отсутствует информация о внутренних особенностях системы. Несмотря на (кажущуюся) простоту и бедность содержания модели черного ящика, эта модель зачастую вполне достаточна для работы с системой.

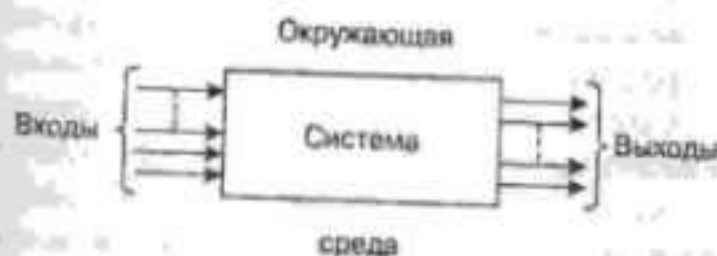


Рис. 2.2

Во многих случаях управления техникой (автомобилем, радиоприемником, компьютером, прибором) или людьми (например, в менеджменте) информация только о входах и выходах управляемой системы позволяет успешно достигать цели. Однако для этого модель должна отвечать определенным требованиям. Вы можете испытывать затруднения, если не знаете, что у некоторых моделей телевизоров кнопку включения надо не нажимать, а вытягивать, или что в некоторых отелях выключатель в темном помещении совмещен с дверной ручкой, и вообще встретившись с прибором, не все входы которого вам известны. Ясно, что для успешного управления системой модель черного ящика должна содержать всю информацию, необходимую для достижения цели. При попытке удовлетворить это требование исполнитель встретится с трудностями, которые следует иметь в виду. Перечислим эти трудности.

Трудности построения модели черного ящика. Все они происходят из того, что модель всегда содержит конечный список связей, тогда как их число у реальной системы не ограничено. Возникает вопрос: какие из них включать в модель, а какие — нет? Ответ мы уже видели: в модели должны быть отражены все связи, существенные для

достижения цели. Но слово «существенные» — оценочное! Оценку может дать только субъект. Но кроме способности оценивать, субъект обладает еще одним свойством — способностью иногда ошибаться в своих оценках. Ошибка в оценке приведет к тому, что модель не вполне будет отвечать требованию адекватности, а значит, ее использование приведет к затруднениям в работе с системой.

Возможны четыре типа ошибок при построении модели черного ящика.

Ошибка первого рода происходит, когда субъект расценивает связь как существенную и принимает решение о включении ее в модель, тогда как на самом деле по отношению к поставленной цели она несущественна и могла бы быть неучитываемой. Это приводит к появлению в модели «лишних» элементов, по сути ненужных.

Ошибка второго рода, наоборот, совершается субъектом, когда он принимает решение, что данная связь несущественна и не заслуживает быть включенной в модель, тогда как на самом деле без нее наша цель не может быть достигнута в полной мере или даже совсем.

Контрольный вопрос: какая из ошибок хуже? Обычно говорят: конечно, вторая. Ответ не точен. Ведь слово «хуже» — оценочное! Следовательно, нужно определить — «в каком смысле?» Отметим, что использование модели, содержащей ошибку, неизбежно приведет к потерям. Потери могут быть небольшими, приемлемыми или нетерпимыми, недопустимыми.

Если принять как критерий качества решения величину потерь при его реализации, то вопрос о том, какая ошибка хуже, сводится к сравнению величин потерь, связанных с ними.

Урон, наносимый ошибкой первого рода, связан с тем, что информация, внесенная ею, лишняя. При работе с такой моделью придется тратить лишние ресурсы на фиксацию и обработку лишней информации, например, тратить на нее память машины и время обработки. На качестве решения это может не сказаться, а на стоимости и своевременности — обязательно. Кроме того, если информация о «лишнем» элементе в модели зашумлена (например, погрешностями измерений), то присутствие этого шума снизит качество решения.

Потери от ошибки второго рода — это урон от того, что информация для полного достижения цели не хватит, цель не может быть достигнута в полной мере.

Теперь ясно, что хуже та ошибка, потери от которой больше. А это зависит от конкретных обстоятельств. Например, если время является критическим фактором, то ошибка первого рода становится гораздо более опасной, чем второго; вовремя принятое;

пусть не наилучшее, решение предпочтительнее оптимального, но запоздавшего.

Ошибка третьего рода принято считать последствия незнания. Для того чтобы оценивать существенность некоторой связи, надо знать, что она вообще есть. Если это неизвестно, вопрос о включении или исключении ее в модель вообще не стоит: в моделях есть только то, что мы знаем. Но от того, что мы не подозреваем о существовании какой связи, она не перестает существовать и проявляться в реальной действительности. А дальше все зависит от того, насколько она существенна для достижения нашей цели. Если она несущественна, то мы в практике и не заметим ее наличия в реальности и отсутствия в модели. Если же она существенна, мы будем испытывать те же трудности, что и при ошибке второго рода. Разница состоит в том, что ошибку третьего рода труднее исправить: надо добывать новые знания.

Ошибка четвертого рода может возникнуть при неверном отнесении известной и признанной существенной связи к числу входов или выходов. Например, жесткую корреляцию между урожайностью зерновых и яйценоскостью кур можно толковать как вход — то из них, что известно, а выход — то, что надо оценить. Но ведь можно счесть ношение определенного головного убора входом, поскольку было точно установлено, что в Англии прошлого века здоровье мужчин, носящих цилиндры, было намного лучше, чем здоровье носящих кепки. Как интерпретировать факт, что заключенные чаще посещают церкви, чем люди на свободе? А проблема симптомов и синдромов в медицине?

Таким образом, при построении модели черного ящика следует остерегаться совершить любую из четырех ошибок.

Открытость систем и целостность мира. Очень важным для системного анализа следствием открытости систем является очевидность *всеобщей взаимосвязи и взаимозависимости в природе*. Этот закон диалектики, установленный в интеллектуальных и экспериментальных муках нескольких поколений, оказывается вполне простым результатом открытости систем. Между любыми двумя системами обязательно существует, и ее можно отыскать, длинная или короткая цепочка систем, связывающая их: выход каждой системы является входом другой. При этом прямая и обратная цепи, как правило, различны, откуда возникает понятие несимметричной причинно-следственной связи.

В заключение рассмотрения второго свойства систем предлагается маленькое интеллектуальное развлечение. Ответьте на вопрос:

существуют ли закрытые (т.е. не имеющие связей с окружающей средой) системы? Для облегчения предлагается три варианта ответа: 1) да, существуют; 2) нет, не существуют; 3) не знаю, и никогда не узнаю. Эксперимент, проверяющий существование или не существование закрытой системы, доставить невозможно, поэтому этот вопрос является предметом веры, а не науки; сторонники противоположных утверждений («да» и «нет») не в состоянии доказать свою правоту, насколько бы они ни были уверены в ней.

Внутренняя неоднородность: различимость частей (третье свойство системы). Если заглянуть внутрь «черного ящика», то выяснится, что система не однородна, не монолитна; можно обнаружить, что разные качества в разных местах отличаются. Описание внутренней неоднородности системы сводится к обособлению относительно однородных участков, проведению границ между ними. Так появляется понятие о *частях системы*. При более детальном рассмотрении оказывается, что выделенные крупные части тоже не однородны, что требует выделять еще более мелкие части. В результате (рис. 2.3) получается иерархический список частей системы, который мы будем называть *моделью состава системы*.

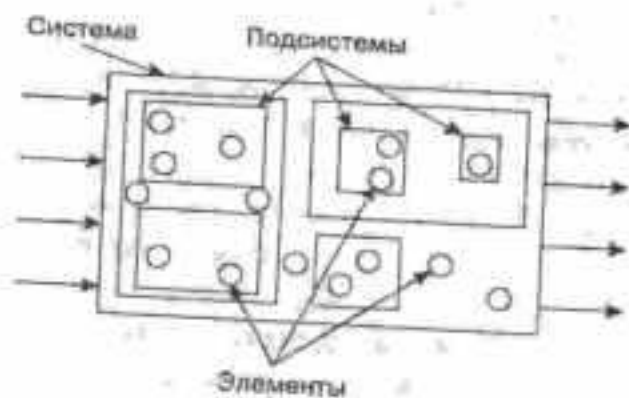


Рис. 2.3

Информация о составе системы может использоваться для работы с системой. Цели взаимодействия с системами могут быть различными, в связи с чем могут различаться и модели состава одной и той же системы. Полезную, пригодную для работы модель создать не просто.

Трудности построения модели состава. На первый взгляд части системы различить нетрудно, они «бросаются в глаза». Некоторо-

ные системы дифференцируются на части самопроизвольно в процессе естественного роста и развития (организмы, соиумы, планетные системы, молекулы, месторождения полезных ископаемых и т.д.). Искусственные системы заведомо собираются из ранее отдельных частей (механизмы, здания, тексты, мелодии и пр.). Есть и смешанные типы систем (заповедники, сельскохозяйственные системы, природоисследующие организации, тягловый транспорт).

С другой стороны, спросите, из каких частей состоит университет: у ректора, студента, бухгалтера, хозяйственника — и каждый выдст свою, отличную от других модель состава. Так же по-разному определяют состав самолета: летчик, стюардесса, пассажир. Можно сказать, что тело состоит из правой и левой половинок, а можно — из верхней и нижней. Так из чего же оно состоит «на самом деле»?

Трудности построения модели состава, которые каждому придется преодолевать, можно представить тремя положениями.

Первое. Целое можно делить на части по-разному (как разрезать буханку хлеба на ломти разного размера и формы). А как именно надо? Ответ так, как вам надо для достижения вашей цели. Например, состав автомобиля по-разному представляют начинающим автолюбителям, будущим профессионалам-водителям, слесарям, готовящимся к работе в авторемонтных мастерских, продавцам в автомагазинах.

Тогда естественно вернуться к вопросу: а существуют ли части «на самом деле»? Обратите внимание на аккуратную формулировку рассматриваемого свойства: *различимость частей, а не разделимость* на части. Мы с еще одной стороны вышли на проблему *целостности систем*: можно различать нужные вам для вашей цели части системы и использовать доступную вам информацию о них, но не следует разделять их. Позднее мы углубим, разовьем это положение.

Второе. Количество частей в модели состава зависит и от того, на каком уровне остановить дробление системы. Части на конечных ветках получающегося иерархического дерева называются *элементами*. В различных обстоятельствах прекращение декомпозиции происходит на разных уровнях. Например, при описании предстоящих работ приходится давать опытному работнику и новичку инструкции разной степени подробности. Таким образом, модель состава зависит от того, что считать *элементарным*, а поскольку это слово оценочное, то это не абсолютное, а относительное понятие. Однако встречаются случаи, когда элемент носит природный, абсолютный характер (клетка — простейший элемент живого организма; индивид — последний элемент общества) либо определяется нашими возможностями (например, можно предполагать, что электрон тоже из чего-

то состоит, но пока физики не смогли обнаружить его части с дробным зарядом).

Третье. Любая система является частью какой-то большей системы (а нередко частью сразу нескольких систем). А эту метасистему тоже можно делить на подсистемы по-разному. Это означает, что *внешняя граница системы имеет относительный, условный характер*. Даже «очевидная» граница системы (кожа человека, ограда предприятия и т.п.) при определенных условиях оказывается недостаточной для определения границы в этих условиях. Например, во время трапезы я беру вилкой с тарелки котлету, откусываю ее, пережевываю, глотаю, перевариваю. Где та граница, пересекая которую котлета становится моей частью? Другой пример с границей предприятия. Работник упал на лестнице и сломал ногу. После лечения при оплате бюллетеня возникает вопрос: какая это была травма — бытовая или производственная (они оплачиваются по-разному)? Нет сомнения, если это была лестница предприятия. Но если это была лестница дома, где живет работник, то все зависит от того, как он шел домой. Если прямо с работы и еще не дошел до двери квартиры, травма считается производственной. Но если он по дороге зашел в магазин или кинотеатр — травма бытовая. Как видим, закон определяет пределы предприятия *условно*.

Условность границ системы опять возвращает нас к проблеме целостности, теперь уже целостности всего мира. Определение границы системы производится с учетом целей субъекта, который будет использовать модели системы.

Структурированность. Четвертое статическое свойство заключается в том, что части системы не независимы, не изолированы друг от друга; они связаны между собой, взаимодействуют друг с другом. При этом свойства системы в целом существенно зависят от того, как именно взаимодействуют ее части. Поэтому так часто важна информация о связях частей. Перечень *существенных связей между элементами системы* называется *моделью структуры системы*. Наделенность любой системы определенной структурой и будем называть четвертым статическим свойством систем — *структурированностью*.

Понятие структурированности дальше углубляет наше представление о целостности системы: связи как бы скрепляют части, удерживают их как целое. Целостность, отмеченная ранее как внешнее свойство, получает подкрепляющее объяснение изнутри системы — через структуру (рис. 2.4).

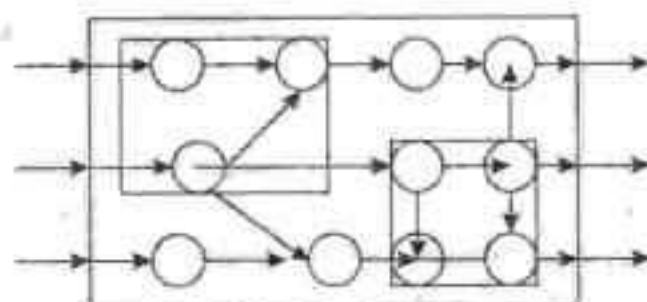


Рис. 2.4

Если нам потребуется использовать модель структуры системы, то слова необходимо позаботиться о качестве модели. А это опять-таки оказывается непростым делом.

Трудности построения модели структуры. Подчеркнем, что для данной системы может быть предложено множество разных моделей структуры. Ясно, что для достижения определенной цели потребуется одна, конкретная, наиболее подходящая модель из них. Трудность выбора из имеющихся или построения модели специально для нашего случая проистекает из того, что, по определению, модель структуры — это перечень *существенных* связей. Слово «существенные» — оценочное, поэтому его смысл зависит от объективных обстоятельств и от субъективных оценок этих обстоятельств. Обсудим основные трудности, подстерегающие нас при определении модели структуры.

Первая трудность связана с тем, что модель структуры определяется после того, как выбирается модель состава, и зависит от того, каков именно состав системы. Но даже при зафиксированном составе модель структуры переменна — из-за возможности по-разному определить существенность связей. Например, современному менеджеру рекомендуется учитывать, что наряду с формальной структурой его организации (которая определена уставными документами) неизбежно существует неформальная структура (в силу личностных связей между работниками), которая тоже влияет на функционирование организации. Для повышения эффективности управления следует знать и использовать как формальную, так и неформальную структуру. Другой пример: при конструировании и эксплуатации компьютерных систем приходится учитывать одновременно их аппаратную (*hardware*) и программную (*software*) составляющие со своими, взаимодействующими между собой, а иногда взаимозаменяющимися структурами.

Вторая трудность проистекает из того, что каждый элемент системы есть «маленький черный ящик». Так что все четыре типа оши-

бок возможны при определении входов и выходов каждого элемента, включаемых в модель структуры.

2.2 Описание...