

1.2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

1.2.1. ЗАДАЧИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

В процессе создания ИС исследователи стремятся к наиболее полному и объективному представлению объекта автоматизации - описанию его внутренней структуры, объясняющей причинно-следственные законы функционирования и позволяющей предсказать, а значит, и управлять его поведением. Одним из условий автоматизации является адекватное представление системы с управлением в виде сложной системы.

Существует несколько подходов к математическому описанию сложных систем. Наиболее общим является теоретико-множественный подход, при котором система S представляется как отношение $S \subset X \times Y$, где X и Y - входной и выходной объекты системы соответственно.

Точнее говоря, предполагается, что задано семейство множеств V_i , где $i \in I$ - множество индексов, и система задается на V_i , как некоторое собственное подмножество декартова произведения, все компоненты которого являются объектами системы. Такое определение ориентировано на исследование предельно общих свойств систем независимо от их сущности и лежит в основе *общей теории систем*.

Другие подходы, сформулированные на более низком уровне общности, не могут претендовать на роль математического фундамента общей теории систем, но позволяют конструктивно описывать системы определенного класса. Так, например, общие закономерности функционирования и свойства систем с управлением являются предметом изучения системного анализа. Принято считать, что *системный анализ* - это методология решения проблем, основанная на структуризации систем и количественном сравнении альтернатив.

Иначе говоря, *системным анализом* называется логически связанная совокупность теоретических и эмпирических положений из области математики, естественных наук и опыта разработки сложных систем, обеспечивающая повышение обоснованности решения конкретной проблемы.

В системном анализе используются как математический аппарат общей теории систем, так и другие качественные и количественные методы из области математической логики, теории принятия решений, теории эффективности, теории информации, структурной лингвистики, теории нечетких множеств, методов искусственного интеллекта, методов моделирования.

Применение системного анализа при построении ИС дает возможность выделить перечень и указать целесообразную последовательность выполнения взаимосвязанных задач, позволяющих не упустить из рассмотрения важные стороны и связи изучаемого объекта автоматизации. Иногда говорят, что системный анализ - это методика улучшающего вмешательства в проблемную ситуацию.

В состав задач системного анализа в процессе создания ИС входят задачи декомпозиции, анализа и синтеза.

Задача декомпозиции означает представление системы в виде подсистем, состоящих из более мелких элементов. Часто задачу декомпозиции

рассматривают как составную часть анализа.

Задача анализа состоит в нахождении различного рода свойств системы или среды, окружающей систему. Целью анализа может быть определение закона преобразования информации, задающего поведение системы. В последнем случае речь идет об *агрегации* (композиции) системы в единственный элемент.

Задача синтеза системы противоположна задаче анализа. Необходимо по описанию закона преобразования построить систему, фактически выполняющую это преобразование по определенному алгоритму. При этом должен быть предварительно определен класс элементов, из которых строится искомая система, реализующая алгоритм функционирования.

В рамках каждой задачи выполняются частные процедуры. Например, задача декомпозиции включает процедуры наблюдения, измерения свойств системы. В задачах анализа и синтеза выделяются процедуры оценки исследуемых свойств, алгоритмов, реализующих заданный закон преобразования. Тем самым вводятся различные определения эквивалентности систем, делающие возможными постановку задач *оптимизации*, т. е. задач нахождения в классе эквивалентных систем системы с экстремальными значениями определяемых в них функционалов.

В основе системного анализа как науки лежат определения основных понятий и принципы проведения анализа. Рассмотрим эти понятия.

1.2.2. ПОНЯТИЕ СИСТЕМЫ КАК СЕМАНТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Строгого, единого определения для понятия «система» в настоящее время нет. В качестве «рабочего» определения в литературе под *системой* в общем случае понимается совокупность элементов и связей между ними, обладающая определенной целостностью.

Рассматривая систему относительно построения **ИС**, более полно это определение можно пояснить на основе понятия модели.

Пусть A и B - два произвольных множества. Функция f , однозначно ставящая в соответствие каждому элементу $a \in A$ элемент $f(a) \in B$, называется отображением множества A в множество B и обозначается как $f: A \rightarrow B$.

Элемент $f(a) = b$ называется значением элемента a при отображении f , или образом a ; A - область определения, B - область значений отображения f .

Если есть элементы $b_i \in B$, не являющиеся образом никаких элементов $a_i \in A$, то отображение f называется отображением «в» B . Если $f(A) = B$, то отображение f называется отображением «на» B .

Функция $f^{-1}(B)$ - множество элементов из A , образы которых принадлежат B , называется прообразом множества B , т.е. $f^{-1}(B) = \{a \in A \mid f(a) \in B\}$.

В общем случае f^{-1} может не быть отображением «в» или «на» A , так как функция f^{-1} может быть неоднозначной.

Отображение называется взаимно однозначным, если каждый элемент множества B является образом не более чем одного элемента из A .

Отображение f множества A на (в) B называется *гоморфизмом* множеств, если выполняется условие $(a_1, a_2, \dots, a_k) \Rightarrow (f(a_1), f(a_2), \dots, f(a_k))$, где $a_i \in A, f(a_i) \in B$.

Изоморфизмом множества A на B взаимно однозначный гоморфизм, т.е. $(a_1, a_2, \dots, a_k) \in A \Leftrightarrow (f(a_1), f(a_2), \dots, f(a_k)) \in B$.

Введенные понятия позволяют определить модель как изоморфизм A в Ψ , где A - множество фиксированных элементов предметной области с исследуемыми связями, отношениями между этими элементами, Ψ - абстрактное множество, задаваемое кортежем $\Psi = \langle \{M\}, P_1, P_2, \dots, P_n \rangle$

где $\{M\}$ - множество элементов модели, соответствующих элементам предметной области, называемое носителем модели;

P_1, P_2, \dots, P_n - предикаты, отображающие наличие того или иного отношения между элементами предметной области.

Предикат - это логическая n -я пропозициональная функция, определенная для предметной области и принимающая значения либо истинности, либо ложности.

Носитель модели является содержательной областью предикатов P_1, P_2, \dots, P_n . Предикаты называются *сигнатурой* модели Ψ .

Выбор носителя и сигнатуры при построении модели определяется предметом исследования.

Уточним теперь понятие системы, ориентированное на задачи декомпозиции, анализа и синтеза, т.е. на проведение преобразования $\Psi_a \rightarrow \Psi_b$ между двумя подмоделями. Системой называется кортеж $S = \langle \Psi_a, \Psi_b, P_o(\Psi_a, \Psi_b) \rangle$, где

Ψ_a - подмодель, определяющая поведение системы. Иногда эта подмодель может рассматриваться как «черный ящик», о котором известно лишь то, что на определенные воздействия он реагирует определенным образом;

Ψ_b - подмодель, определяющая структуру системы при ее внутреннем рассмотрении;

$P_o(\Psi_a, \Psi_b)$ - предикат целостности, определяющий назначение системы, семантику (смысл) моделей Ψ_a и Ψ_b , а также семантику преобразования $\Psi_a \rightarrow \Psi_b$.

$P_o(\Psi_a, \Psi_b) = 1$, если преобразование $\Psi_a \rightarrow \Psi_b$ существует при взаимно однозначном соответствии между элементами носителей моделей Ψ_a и Ψ_b , в противном случае $P_o(\Psi_a, \Psi_b) = 0$. Наличие предиката целостности позволяет говорить о том, что система -это семантическая модель, имеющая внутреннюю интерпретацию.

Подмодель Ψ_a - может быть представлена в виде кортежа, включающего

$$\Psi_a = \langle x, y, z, f, g \rangle,$$

пять объектов:

где $x = x(t)$ - **входной** сигнал, т.е. **конечное множество функций времени**

$$t : \langle x_0(t), \dots, x_k(t) \rangle;$$

$y = y(t)$ - выходной сигнал, представляющий собой конечное множество функций $y = \langle y_1(t), \dots, y_m(t) \rangle$,

$z = z(t)$ - переменная состояния модели Ψ_a , также характеризующаяся конечным множеством функций $z = \langle z_1(t), \dots, z_n(t) \rangle$, знание которых в заданный момент времени позволяет определить значения выходных характеристик модели Ψ_a ;

f и g - функционалы (глобальные уравнения системы),

задающие текущие значения выходного сигнала $y(t)$ и внутреннего состояния $z(t)$

$$\begin{aligned} y(t) &= g(z(t), x(t)); \\ z(t) &= f(z(t_0), x(\tau)); \tau \in [t_0, t]. \end{aligned} \quad 1.4, 1.5$$

Соотношения (1.4) и (1.5) называют уравнением наблюдения и уравнением состояния системы соответственно. Если в описание системы введены функционалы f и g , то она уже не рассматривается как «черный ящик». Однако для многих систем определение глобальных уравнений оказывается делом трудным и зачастую даже невозможным, что и объясняет необходимость использования этого термина.

Кроме выражения (1.2) систему задают тремя аксиомами.

Аксиома 1. Для системы определены пространство состояний Z , в которых может находиться система, и параметрическое пространство T , в котором задано поведение системы.

В связи с этим математические описания вида (1.3) принято называть *динамическими* системами, так как они отражают способность систем изменять состояния $z(t)$ в параметрическом пространстве T . В отличие от динамических *статические* системы таким свойством не обладают. В качестве параметрического пространства обычно рассматривается временной интервал $(0, \infty)$.

Аксиома 2. Пространство состояний Z содержит не менее двух элементов. Эта аксиома отражает естественное представление о том, что сложная система может находиться в разных состояниях.

Аксиома 3. Система обладает свойством функциональной эмерджентности.

Эмерджентность (целостность) - это такое свойство системы S , которое принципиально не сводится к сумме свойств элементов, составляющих систему, и не выводится из них:

$$S \neq \sum_1^m y_i,$$

где y_i - i -я характеристика системы S ;

m - общее количество характеристик.

При таком рассмотрении система является совокупностью моделей и, главное, отражает семантику предметной области в отличие от неинтерпретированных частных математических моделей. Другими словами, *система* - это совокупность взаимосвязанных элементов, обладающая интегративными свойствами (эмерджентностью), а также способ отображения реальных объектов.

В рамках изучаемой дисциплины под *сложной кибернетической системой* понимается реальный объект с управлением и его отображение в сознании исследователя как совокупность моделей, адекватная решаемой задаче.

1.2.3. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Для оперирования основными понятиями системного анализа будем

придерживаться следующих словесно-интуитивных или формальных определений.

Элемент - некоторый объект (материальный, энергетический, информационный), обладающий рядом важных свойств и реализующий в системе определенный закон функционирования F^s , внутренняя структура которого не рассматривается.

Формальное описание элемента системы совпадает с описанием подмодели Ψ_a . Однако функционалы f и g заменяются на закон функционирования F^s , и в зависимости от целей моделирования входной сигнал $x(t)$ может быть разделен на три подмножества:

- неуправляемых входных сигналов $x_i \in X, i = 1, \dots, k_x$, преобразуемых рассматриваемым элементом;
- воздействий внешней среды $n_v \in N, v = 1, \dots, k_n$, представляющих шум, помехи;
- управляющих сигналов (событий) $u_m \in U, m = 1, \dots, k_u$, появление которых приводит к переводу элемента из одного состояния в другое.

Иными словами, элемент - это неделимая наименьшая функциональная часть исследуемой системы, включающая $\langle x, n, u, y, F^s \rangle$ и представляемая как «черный ящик» (рис. 1.5). Функциональную модель элемента будем представлять как $y(t) = F^s(x, n, u, t)$.

Входные сигналы, воздействия внешней среды и управляющие сигналы являются независимыми переменными. При строгом подходе изменение любой из независимых переменных влечет за собой изменение состояния элемента системы. Поэтому в дальнейшем будем обобщенно обозначать эти сигналы как $x(t)$, а функциональную модель элемента - как $y(t) = F^s(x(t))$, если это не затрудняет анализ системы.

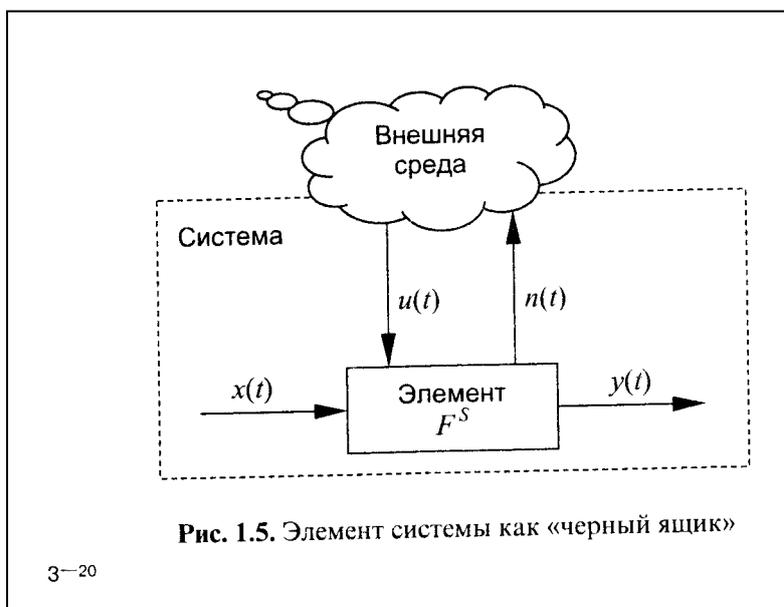


Рис. 1.5. Элемент системы как «черный ящик»

Выходной сигнал $y(t)$, в свою очередь, представляют совокупностью характеристик элемента $y_j \in Y, j = 1, \dots, k_y$.

Под *средой* понимается множество объектов S' вне данного элемента (системы), которые оказывают влияние на элемент (систему) и сами находятся под воздействием элемента (системы), $S \cap S' = \emptyset$.

Правильное разграничение исследуемого реального объекта и среды является необходимым этапом системного анализа. Часто в системном анализе выделяют понятие «*суперсистема*» - часть внешней среды, для которой исследуемая система является элементом.

Подсистема - часть системы, выделенная по определенному признаку, обладающая некоторой самостоятельностью и допускающая разложение на элементы в рамках данного рассмотрения.

Система может быть разделена на элементы не сразу, а последовательным расчленением на подсистемы - совокупности элементов. Такое расчленение, как правило, производится на основе определения независимой функции, выполняемой данной совокупностью элементов совместно для достижения некой частной цели, обеспечивающей достижение общей цели системы. Подсистема отличается от простой группы элементов, для которой не выполняется условие целостности.

Последовательное разбиение системы в глубину приводит к иерархии подсистем, нижним уровнем которых является элемент. Типичным примером такого разбиения является структура Паскаль-программы. Так, например, тело основной программы включает модули - подсистемы первого уровня, модули включают функции и процедуры - подсистемы второго уровня, функции и процедуры включают операнды и операторы - элементы системы.

Характеристика - то, что отражает некоторое свойство элемента системы.

Характеристика y_j задается кортежем $y_j = \langle name, \{value\} \rangle$, где *name* - имя j -й характеристики, $\{value\}$ - область допустимых значений. Область допустимых значений задается перечислением этих значений или функционально, с помощью правил вычисления (измерения) и оценки.

Характеристики делятся на количественные и качественные в зависимости от типа отношений на множестве их значений.

Если на множестве значений заданы метризованные отношения, когда указывается не только факт выполнения отношения $\rho(y_j^1, y_j^2)$, но также и степень количественного превосходства, то характеристика является *количественной*. Например, *размер экрана (см)*, *максимальное разрешение (пиксель)* являются количественными характеристиками мониторов, поскольку существуют шкалы измерений этих характеристик в сантиметрах и пикселях соответственно, допускающие упорядочение возможных значений по степени количественного превосходства: размер экрана монитора y_j^1 больше, чем размер экрана монитора y_j^2 на 3 см (аддитивное метризованное отношение) или максимальное разрешение y_j^1 выше, чем максимальное разрешение y_j^2 , в два раза (мультипликативное метризованное отношение).

Если пространство значений не метрическое, то характеристика называется *качественной*. Например, такая характеристика монитора, как

комфортное разрешение, хотя и измеряется в пикселях, является качественной. Поскольку на комфортность влияют мерцание, нерезкость, индивидуальные особенности пользователя и т.д., единственным отношением на шкале комфортности является отношение эквивалентности, позволяющее различить мониторы как комфортные и некомфортные без установления количественных предпочтений.

Количественная характеристика называется *параметром*.

Часто в литературе понятия «параметр» и «характеристика» отождествляются на том основании, что все можно измерить. Но в общем случае полезно разделять параметры и качественные характеристики, так как не всегда возможно или целесообразно разрабатывать процедуру количественной оценки какого-либо свойства.

Характеристики элемента являются зависимыми переменными и отражают свойства элемента. Под *свойством* понимают сторону объекта, обуславливающую его отличие от других объектов или сходство с ними и проявляющуюся при взаимодействии с другими объектами.

Свойства задаются с использованием отношений одного из основных математических понятий, используемых при анализе и обработке информации. На языке отношений единым образом можно описать воздействия, свойства объектов и связи между ними, задаваемые различными признаками. Существует несколько форм представления отношений: функциональная (в виде функции, функционала, оператора), матричная, табличная, логическая, графовая, представление сечениями, алгоритмическая (в виде словесного правила соответствия). Свойства классифицируют на *внешние*, проявляющиеся в форме выходных характеристик y_i только при взаимодействии с внешними объектами, и *внутренние*, проявляющиеся в форме переменных состояния z_i при взаимодействии с внутренними элементами рассматриваемой системы и являющиеся причиной внешних свойств. Одна из основных целей системного анализа - выявление внутренних свойств системы, определяющих ее поведение.

По структуре свойства делят на простые и сложные (интегральные). Внешние простые свойства доступны непосредственному наблюдению, внутренние свойства конструируются в нашем сознании логически и не доступны наблюдению.

Следует помнить о том, что свойства проявляются только при взаимодействии с другими объектами или элементами одного объекта между собой.

По степени подробности отражения свойств выделяют горизонтальные (иерархические) уровни анализа системы. По характеру отражаемых свойств выделяют вертикальные уровни анализа - аспекты. Этот механизм лежит в основе утверждения о том, что для одной реальной системы можно построить множество абстрактных систем. При проведении системного анализа на результаты влияет фактор времени. Для своевременного окончания работы необходимо правильно определить уровни и аспекты проводимого исследования. При этом производится выделение существенных для данного исследования свойств путем абстрагирования от несущественных по отношению к цели анализа подробностей.

Формально свойства могут быть представлены также и в виде закона

функционирования элемента.

Законом функционирования F^s , описывающим процесс функционирования элемента системы во времени, называется зависимость $y(t) = F^s \{x, n, u, t\}$.

Оператор F^s преобразует независимые переменные в зависимые и отражает *поведение элемента* (системы) во времени - процесс изменения состояния элемента (системы), оцениваемый по степени достижения цели его функционирования. Понятие поведения принято относить только к целенаправленным системам и оценивать по показателям.

Цель - ситуация или область ситуаций, которая должна быть достигнута при функционировании системы за определенный промежуток времени. Цель может задаваться требованиями к показателям результативности, ресурсоемкости, оперативности функционирования системы либо к траектории достижения заданного результата. Как правило, цель для системы определяется старшей системой, а именно той, в которой рассматриваемая система является элементом.

Показатель - характеристика, отражающая качество j -й системы или целевую направленность процесса (операции), реализуемого j -й системой:

$$Y^j = W^j(n, x, u).$$

Показатели делятся на *частные показатели качества* (или *эффективности*) системы y^j , которые отражают i -е существенное свойство j -й системы, и *обобщенный показатель качества* (или *эффективности*) системы Y^j - вектор, содержащий совокупность свойств системы в целом. Различие между показателями качества и эффективности состоит в том, что показатель эффективности характеризует процесс (алгоритм) и эффект от функционирования системы, а показатели качества - пригодность системы для использования ее по назначению.

Вид отношений между элементами, который проявляется как некоторый обмен (взаимодействие), называется *связью*. Как правило, в исследованиях выделяются внутренние и внешние связи. Внешние связи системы - это ее связи со средой. Они проявляются в виде характерных свойств системы. Определение внешних связей позволяет отделить систему от окружающего мира и является необходимым начальным этапом исследования.

В ряде случаев считается достаточным исследование всей системы ограничить установлением ее закона функционирования. При этом систему отождествляют с оператором F^s и представляют в виде «черного ящика». Однако в задачах анализа обычно требуется выяснить, какими внутренними связями обуславливаются интересующие исследователя свойства системы. Поэтому основным содержанием системного анализа является определение структурных, функциональных, каузальных, информационных и пространственно-временных внутренних связей системы.

Структурные связи обычно подразделяют на иерархические, сетевые, древовидные и задают в графовой или матричной форме.

Функциональные и пространственно-временные связи задают как

функции, функционалы и операторы.

Каузальные (причинно-следственные) связи описывают на языке формальной логики.

Для описания информационных связей разрабатываются инфологические модели.

Выделение связей разных видов наряду с выделением элементов является существенным этапом системного анализа и позволяет судить о сложности рассматриваемой системы.

Важным для описания и исследования систем является понятие алгоритм функционирования A^S , под которым понимается метод получения выходных характеристик $y(t)$ с учетом входных воздействий $x(t)$, управляющих воздействий $u(t)$ и воздействий внешней среды $n(t)$.

По сути, алгоритм функционирования раскрывает механизм проявления внутренних свойств системы, определяющих ее поведение в соответствии с законом функционирования. Один и тот же закон функционирования элемента системы может быть реализован различными способами, т. е. с помощью множества различных алгоритмов функционирования A^S .

Наличие выбора алгоритмов A^S приводит к тому, что системы с одним и тем же законом функционирования обладают разным качеством и эффективностью процесса функционирования.

Качество - совокупность существенных свойств объекта, обуславливающих его пригодность для использования по назначению. Оценка качества может производиться по одному интегральному свойству, выражаемому через обобщенный показатель качества системы.

Процессом называется совокупность состояний системы $z(t_0), z(t_1), \dots, z(t_k)$, упорядоченных по изменению какого-либо параметра t , определяющего свойства системы.

Формально процесс функционирования как последовательная смена состояний интерпретируется как координаты точки в k -мерном фазовом пространстве. Причем каждой реализации процесса будет соответствовать некоторая фазовая траектория. Совокупность всех возможных значений состояний $\{z\}$ называется пространством состояний системы. Проиллюстрировать понятие процесса можно на следующем примере. Состояние узла связи будем характеризовать количеством исправных связей на коммутаторе. Сделаем ряд измерений, при которых количество связей будет иметь разные значения. Будет ли полученный набор значений характеризовать некоторый процесс? Без дополнительной информации это неизвестно. Если это упорядоченные по времени t (параметр процесса) значения, то - да. Если же значения перемешаны, то соответствующий набор состояний не будет процессом.

В общем случае время в модели системы S может рассматриваться на интервале моделирования $(0, T)$ как непрерывное, так и дискретное, т.е. квантованное на отрезки длиной Δt временных единиц каждый, когда $T = m\Delta t$, где m - число интервалов дискретизации.

Эффективность процесса - степень его приспособленности к достижению цели.

Принято различать эффективность процесса, реализуемого системой, и

качество системы. Эффективность проявляется только при функционировании и зависит от свойств самой системы, способа ее применения и от воздействий внешней среды.

Критерий эффективности - обобщенный показатель и правило выбора лучшей системы (лучшего решения). Например, $Y^* = \max \{ Y^j \}$.

Если решение выбирается по качественным характеристикам, то критерий называется решающим правилом.

Если нас интересует не только закон функционирования, но и алгоритм реализации этого закона, то элемент не может быть представлен в виде «черного ящика» и должен рассматриваться как *подсистема* (агрегат, домен) - часть системы, выделенная по функциональному или какому-либо другому признаку.

Описание подсистемы в целом совпадает с описанием элемента. Но для ее описания дополнительно вводится понятие множества внутренних (собственных) характеристик подсистемы:

$$h_l \in H, l = 1, \dots, k_h.$$

Оператор F^S преобразуется к виду $y(t) = F^S(x, n, u, h, t)$, а метод получения выходных характеристик кроме входных воздействий $x(t)$, управляющих воздействий $u(t)$ и воздействий внешней среды $n(t)$ должен учитывать и собственные характеристики подсистемы $h(t)$.

Описание закона функционирования системы наряду с аналитическим, графическим, табличным и другими способами в ряде случаев может быть получено через состояние системы. *Состояние системы* - это множество значений характеристик системы в данный момент времени.

Формально состояние системы в момент времени $t_0 < t^* \leq T$ полностью определяется начальным состоянием $z(t_0)$, входными воздействиями $x(t)$, управляющими воздействиями $u(t)$, внутренними параметрами $h(t)$ и воздействиями внешней среды $n(t)$, которые имели место за промежутки времени $t^* - t_0$, с помощью глобальных уравнений динамической системы (1.4), (1.5), преобразованных к виду $z(t) = f(z(t_0), x(\tau), u(\tau), n(\tau), h(\tau), t)$, $\tau \in [t_0, t]$; $y(t) = g(z(t), t)$.

Здесь уравнение состояния по начальному состоянию $z(t_0)$ и переменным x, u, n, h определяет вектор-функцию $z(t)$, а уравнение наблюдения по полученному значению состояний $z(t)$ определяет переменные на выходе подсистемы $y(t)$.

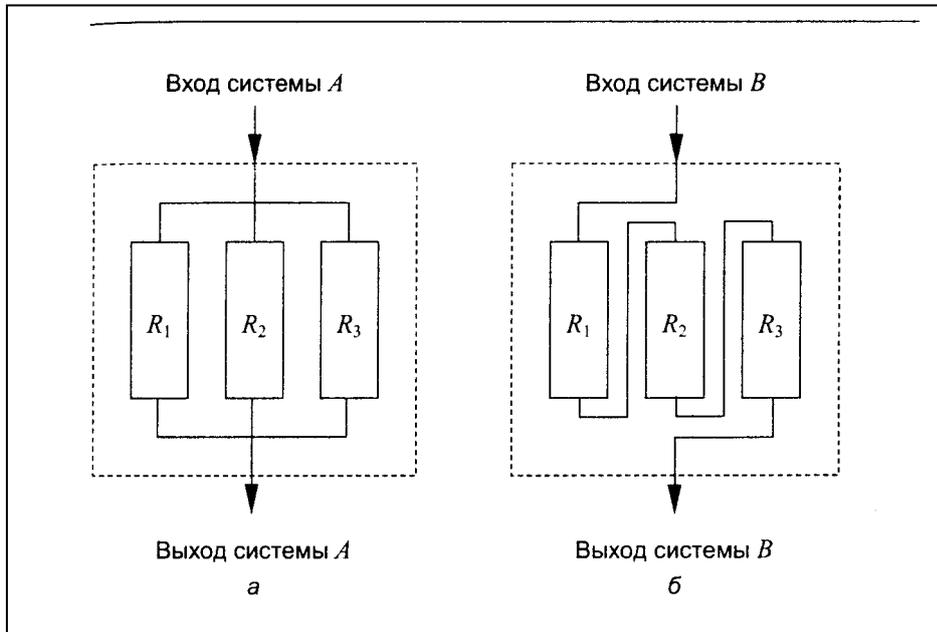
Таким образом, цепочка уравнений объекта «вход-состояния-выход» позволяет определить характеристики подсистемы:

$y(t) = f(g(z(t_0), x, u, n, h, t))$ и под математической моделью реальной системы можно понимать конечное подмножество переменных $\{x(t), u(t), n(t), h(t)\}$ вместе с математическими связями между ними и характеристиками $y(t)$.

Структура - совокупность образующих систему элементов и связей между ними. Это понятие вводится для описания подмодели Ψ_b . В структуре системы существенную роль играют связи. Так, изменяя связи при сохранении элементов, можно получить другую систему, обладающую новыми свойствами или реализующую другой закон функционирования. Это

наглядно видно на рис. 1.6, если в качестве системы рассматривать соединение трех проводников, обладающих разными сопротивлениями.

Необходимость одновременного и взаимоувязанного рассмотрения состояний системы и среды требует определения понятий «ситуация» и «проблема».



Ситуация - совокупность состояний системы и среды в один и тот же момент времени.

Проблема - несоответствие между существующим и требуемым (целевым) состоянием системы при данном состоянии среды

рассматриваемый момент времени.