

Основы системного анализа

Лекция 3 (5-я неделя)



2. МЕТОДЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

2.1. Методы построения моделей систем


2.2. Методы эксперимента

2.3. Анализ экспериментальных данных



2.1. Методы построения моделей систем

Центральным понятием системного анализа является понятие системы. При описании процедуры проведения системного анализа было отмечено, что одной из составных частей этого процесса является формализация описания системы, т.е. построение ее модели. Понятие модели системы играет важную роль в проведении системных исследований любой направленности. Модели являются всегда упрощенным описанием системы.



Модель системы – это отображение реальной системы (оригинала), имеющее определенное объективное соответствие ей и позволяющее прогнозировать и исследовать её функциональные характеристики, т.е. характеристики, определяющие взаимодействие системы с внешней средой.

При составлении модели отражают отдельные стороны функционирования системы, т.е. то специфичное, что направлено на решение поставленной целевой установки общей задачи системного анализа. Сходство двух объектов с точки зрения выполнения каких-либо функций, целей или задач позволяет утверждать, что между ними существует отношение оригинала и модели.


В задачах системного исследования первоочередной интерес представляет сходство поведения модели и объекта, выраженное на каком-либо формальном языке и изучаемое путем преобразований соответствующих формул или высказываний. Так приходим к понятию математической модели, являющейся основой аналитических исследований и имитационных экспериментов на ЭВМ. Математические модели можно классифицировать таким же образом, как это было сделано в случае классификации систем.




Виды моделей

Детерминированные модели описывают поведение систем с позиций полной определенности состояний системы в настоящем и будущем. Примерами таких моделей являются описания физических закономерностей, формулы, описывающие динамические процессы в системах, программы обработки деталей и т.д.

Вероятностные модели описывают поведение системы в условиях воздействия случайных факторов. Следовательно, такие модели оценивают будущие состояния системы с позиций вероятностей реализации тех или иных событий.




Игровые модели дают возможность изучать конфликтные ситуации, в которых каждая из конфликтующих сторон придерживается своих взглядов, и характер поведения каждой из них диктуется личными интересами. Примерами таких систем являются отношения двух или нескольких производителей одинакового товара. Их поведение на рынке обусловлено интересами каждой из сторон. Как правило, эти отношения имеют характер конкурентной борьбы




Широкое применение математических моделей в задачах системного анализа обусловлено универсальностью подхода к анализу как систем в целом, так и явлений и процессов, происходящих в них, способностью отразить все разнообразие закономерностей их развития и поведения.

Математическая модель – приближённое описание какого-либо класса явлений внешнего мира, выраженное с помощью математической символики. Математическая модель может быть представлена аналитически, графически или в табличной форме.




Математической моделью динамической системы принято называть совокупность математических символов, однозначно определяющих развитие процессов в системе, т.е. её движение.

При этом в зависимости от используемых символов различают *аналитические* и *графоаналитические* модели. Аналитические модели строятся с помощью буквенных символов, в то время как графоаналитические допускают применение графических обозначений.



В зависимости от используемых операторов модели делят на *временные* и *частотные*. К временным моделям относятся те, у которых аргументом является время. Это дифференциальные и разностные уравнения, записанные в явном виде или в операторной форме. Частотные модели предусматривают использование операторов, аргументом которых является частота соответствующего сигнала, т. е. операторы Лапласа, Фурье и т. д.




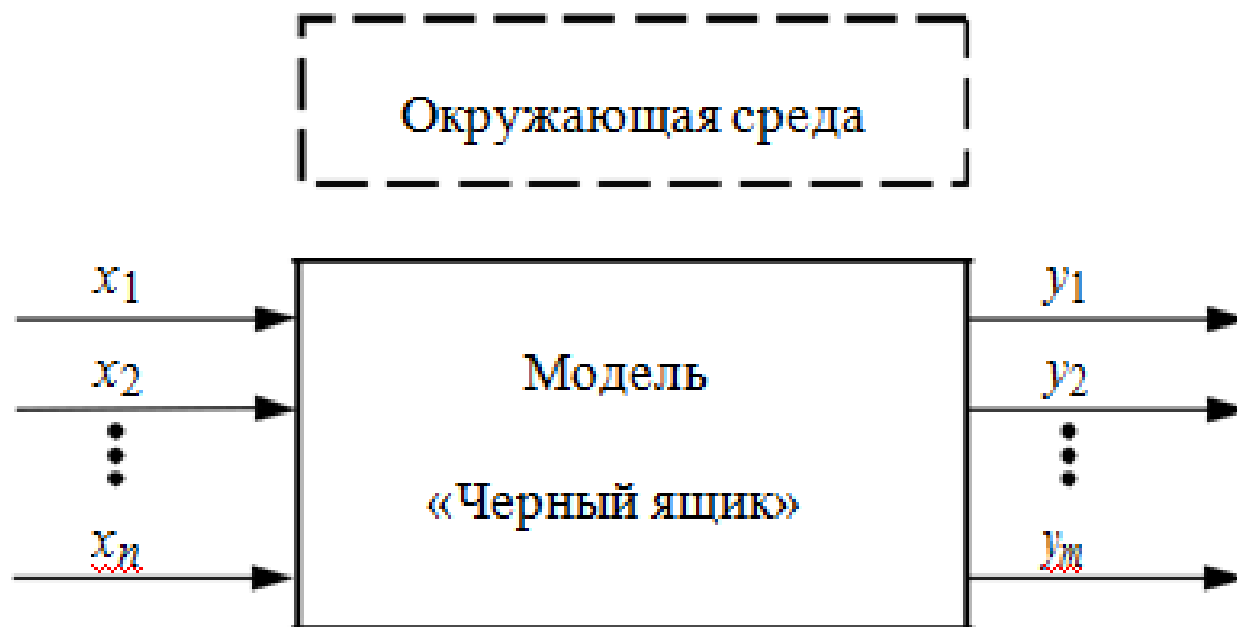
Модель «чёрного ящика»

Наиболее простой, грубой формой описания системы является представление ее в виде «чёрного ящика», которое имеет следующие особенности.

Во-первых, такое представление не раскрывает внутренней структуры, внутреннего устройства системы. Оно лишь выделяет систему из окружающей среды, подчеркивает её целостное единство.

Во-вторых, такое представление говорит также о том, что система хотя и является обособленной, выделенной из среды, но, тем не менее, она не является изолированной от неё.






Любая система работает на какого-либо внешнего потребителя. Система связана со средой и с помощью этих связей воздействует на среду.

Таким образом, можно заключить, что у системы есть *выходы*. Выходы системы отражают её целевое предназначение. С другой стороны, система является средством, с помощью которого достигаются те или иные цели. Следовательно, должны существовать возможности воздействия на систему, управления системой. Эти связи направлены из среды в сторону системы. Такие воздействия называются *входами* системы. В данном представлении задаются только связи модели с внешней средой в виде входных и выходных воздействий.

Модель «чёрного ящика» является начальным этапом изучения сложных систем. На первых этапах проведения системных исследований необходимо задать, сформировать множество входных и выходных параметров системы. Задача формирования множества параметров применительно к рассмотрению сложных систем сама по себе является непростой задачей. Сложная система имеет множественные разнообразные связи с внешней средой. Чтобы избежать ошибки на этом этапе, необходимо сформулировать одно правило, гласящее, что в модель следует отбирать только те входы и выходы, которые отражают целевое назначение модели.




Модель состава системы

В том случае, когда системного аналитика интересуют вопросы внутреннего устройства системы, модели «чёрного ящика» оказывается недостаточно.


Для решения данного вопроса необходимо разрабатывать более детальные, более развитые модели.

Одной из разновидностей таких моделей, раскрывающей внутреннее содержание системы, является *модель состава системы*. В зависимости от цели, для решения которой строится модель, один и тот же объект может быть определен и в качестве элемента, и в качестве подсистемы.



Модель структуры системы


Следующий тип модели, который еще глубже характеризует внутреннюю композицию системы, называется *моделью структуры системы*. Модели данного типа наряду с характеристикой состава системы отражают взаимосвязи между объектами системы: элементами, частями, компонентами и подсистемами. Таким образом, модель структуры системы является дальнейшим развитием модели состава. Для того чтобы отразить структуру системы, недостаточно перечислить её состав; необходимо установить между элементами определенные связи, отношения.




Динамические модели систем

Динамические модели отражают поведение систем, описывают происходящие с течением времени изменения, последовательность операций, действий, причинноследственные связи. Системы, в которых происходят какие-либо изменения со временем, называются *динамическими*, а модели, отображающие эти изменения, – *динамическими моделями систем*.

Говоря о динамике систем, следует остановиться на двух типах динамических процессов – это функционирование и развитие. Под *функционированием* понимают процессы, которые происходят в системе, стабильно реализующей фиксированную цель.




Развитием называют изменения, происходящие с системой при смене её целей. Характерной чертой развития является то обстоятельство, что изменение цели, как правило, с неизбежностью приводит к изменению всей системы. Это касается либо изменения структуры, либо изменения состава системы, иногда приходится проводить коренную перестройку системы. Таким образом, при построении динамических моделей на первом шаге анализируют тип отображаемого изменения системы, который хотят описать.



Далее приступают к анализу происходящих изменений с целью более конкретного отображения динамики анализируемых процессов. На этом этапе вычленяют части, этапы происходящего процесса, рассматривают их взаимосвязь.

Для построения математической модели динамического поведения системы вводится понятие *состояния системы*. Состояние системы есть некоторая внутренняя характеристика системы, значение которой в настоящий момент времени определяет значение выходной величины. Состояние можно рассматривать как некий информационный объект, необходимый для предсказания влияния настоящего на будущее.




Состояние есть множество Z . Конкретизируя множества X , Y и Z , а также отображения множества входов и состояний на множество выходов, можно перейти к моделям «вход-состояние-выход». Такой способ описания является ключевой особенностью *метода пространства состояний*.


Пространство состояний динамической системы – n -мерное пространство, каждой точке которого однозначно соответствует определённое состояние рассматриваемой динамической системы в некоторых обобщённых координатах. Каждому процессу изменения состояния системы (её движению в этих координатах) соответствует определённая траектория перемещения изображающей точки в пространстве.

Декомпозиция


Основной операцией анализа является представление целого в виде частей. При решении задач системных исследований объектами анализа являются системы и цели, для достижения которых они проводятся. В результате анализа решаемые системой задачи разбиваются на подзадачи, системы на подсистемы, цели на подцели. Этот процесс разбиения продолжается до тех пор, пока не удастся представить соответствующий объект анализа в виде совокупности элементарных компонентов. Операция разложения целого на части называется *декомпозицией*.



Алгоритм декомпозиции включает следующие шаги:

- определение объекта анализа и его изучение;
 - определение цели (целей) анализа;
 - построение модели системы в виде фрейма;
 - проверка элементов уровня по критериям однородности, существенности, независимости;
 - проверка числа уровней на достаточность;
 - проверка схемы на пригодность для достижения цели анализа.
- 

При выделении элементов одного уровня используются следующие критерии:

- существенность, что означает выбор существенных (необходимых) для данного уровня (цели анализа) элементов;
 - однородность, что означает выбор элементов, имеющих одинаковую важность (общность) для данного уровня (цели анализа);
 - независимость, что означает взаимную независимость элементов одного уровня.
- 

Агрегирование

Операцией, противоположной декомпозиции, является *агрегирование* – объединение частей в целое.

Цель агрегирования – составление модели систем из моделей составляющих компонентов. Если декомпозиция системы осуществляется сверху вниз, то агрегирование идет снизу вверх.

Будучи объединенными, взаимодействующие элементы образуют систему, которая обладает не только внешней целостностью, обособленностью от окружающей среды, но и внутренним единством.

