

ЛК 1. Моделирование.

- 1. Основные понятия.**
- 2 Принципы моделирования.**
- 3 Свойства моделей**
- 4 Классификация методов моделирования.**
- 5. Математическое моделирование**

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ.

Моделирование – замещение одного объекта (оригинала) другим (моделью) и фиксация или изучение свойств оригинала путем исследования свойств модели.

Модель – представление объекта, системы или понятия (идеи) в некоторой форме, отличной от формы их реального существования.

Польза от моделирования может быть достигнута только при соблюдении следующих достаточно очевидных условий:

- модель адекватно отображает свойства оригинала, существенных с точки зрения цели исследования;
- модель позволяет устранять проблемы, присущие проведению измерений на реальных объектах.

При экспериментировании с моделью сложной системы можно получить больше информации о внутренних взаимодействующих факторах системы, чем при манипулировании с реальной системой благодаря изменчивости структурных элементов, легкости изменения параметров модели и т.д.

Исторически сложились два основных подхода при моделировании процессов и систем.

Классический (индуктивный) рассматривает систему путем перехода от частного к общему, т.е. модель системы синтезируется путем слияния моделей ее компонент, разрабатываемых отдельно.

При **системном** подходе предполагается последовательный переход от общего к частному, когда в основе построения модели лежит цель исследования. Именно из нее исходят, создавая модель. Подобие процесса, протекающего в модели реальному процессу, является не целью, а лишь условием правильного функционирования модели, поэтому в качестве цели должна быть поставлена задача изучения какой-либо стороны функционального объекта.

Качество моделирования определяется тем, в какой степени решаются задачи, поставленные исследователем.

Для правильно построенной модели характерно то, что она выявляет только те закономерности, которые нужны исследователю и не рассматривает те свойства системы, которые не существенны для данного исследования.

1.2 ПРИНЦИПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

- 1) Принцип **информационной достаточности**. При полном отсутствии информации об исследуемом объекте построить его модель невозможно. Если информация полная, то моделирование лишено смысла. Должен существовать некоторый критический уровень априорных сведений об объекте (уровень информационной достаточности), при достижении которого может быть построена его адекватная модель.
- 2) Принцип **осуществимости**. Модель должна обеспечивать достижения поставленной цели с вероятностью отличной от нуля и за конечное время. Обычно задают некоторое пороговое значение вероятности P_0 и приемлемую границу времени t_0 достижения цели. Модель осуществима, если

$$P(t) \geq P_0 \text{ и } t \leq t_0 .$$

- 3) Принцип **множественности** моделей. Создаваемая модель должна отражать в первую очередь те свойства моделируемой системы или процесса, которые влияют на выбранный показатель эффективности. Соответственно, с помощью конкретной модели можно изучить лишь некоторые стороны реальности. Для более полного ее исследования необходим ряд моделей, позволяющих более разносторонне и с разной степенью детальности отражать рассматриваемый объект или процесс.
- 4) Принцип **агрегирования**. Сложную систему обычно можно представить состоящей из подсистем (агрегатов), для математического описания которых используются стандартные математические схемы. Кроме того, этот принцип позволяет гибко перестраивать модель в зависимости от целей исследования.
- 5) Принцип **параметризации**. В ряде случаев моделируемая система может иметь относительно изолированные подсистемы, которые характеризуются определенным параметром (в том числе векторным). Такие подсистемы можно заметить в модели соответствующими числами, а не описывать процесс их функционирования. При необходимости зависимость этих величин от ситуации может быть задана в виде

таблицы, графика или аналитического выражения (формулы). Это позволяет сократить объем и продолжительность моделирования. Однако надо помнить, что параметризация снижает адекватность модели.

1.3 СВОЙСТВА МОДЕЛЕЙ

Если цель поставлена, то возникает проблема построения модели. Это возможно, если имеется информация или выдвинуты гипотезы относительно структуры, алгоритмов функционирования и параметров исследуемого объекта.

Если модель построена, то возникает проблема организации работы с ней. Основные задачи здесь - минимизация времени получения результатов и обеспечения их достоверности.

Наконец, если в результате эксперимента с моделью получены результаты, возникает задача их обработки и интерпретации. Средства вычислительной техники, используемые при моделировании, могут помочь с точки зрения эффективности реализации сложной модели, но не являются гарантиями правильности той или иной модели. Только на основе обработанных данных и опыта исследователя можно достоверно оценить адекватность модели по отношению к реальному процессу.

С усложнением объектов моделирования усложняются и модели, которые характеризуются следующими показателями (свойствами).

- 1) **Цель функционирования**, которая определяет степень целенаправленности поведения модели. Могут быть одноцелевые модели (для решения одной задачи) и многоцелевые, позволяющие рассмотреть ряд сторон функционирования реального объекта.
- 2) **Сложность**, которая оценивается по общему числу элементов в системе и связей между ними.
- 3) **Целостность**, определяемая тем, что модель является одной целостной системой, включающей в себя большое число элементов, находящихся в сложной взаимосвязи друг с другом.
- 4) **Неопределенность**, которая проявляется по состоянию системы, по методам решения поставленных задач, по достоверности исходной информации и т.д. Основной характеристикой неопределенности служит такая мера информации, как энтропия, которая в ряде случаев позволяет определить количество управляющей информации, необходимой для достижения заданного состояния системы.
- 5) **Адаптивность** – свойство высокоорганизованной системы. Благодаря ей система приспособливается к различным внешним возмущающим факторам. Применительно к модели существенно изучение ее поведения в изменяющихся условиях, близких к реальным.

- 6) **Организационная структура** системы моделирования зависят от сложности модели и совершенства средств моделирования. Необходимо, чтобы оптимально сочетались комплекс технических средств, информационное и программное обеспечение, Организация процесса моделирования.
- 7) **Управляемость модели**, подразумевающая возможность (влияния) (целенаправленного) со стороны экспериментатора на работу модели. Этой цели служат управляемые параметры и переменные модели, возможность интерактивного режима работы модели и т.п.
- 8) **Возможность развития модели** как с точки зрения расширения спектра изучаемых функций, так и в смысле увеличения числа подсистем модели.

1.4 КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ.

По характеру изучаемых процессов

детерминированное – предполагается отсутствие всяких случайных воздействий и, как следствие, возможны точные решения.

стохастическое – учитываются случайные факторы, влияющие на работу моделируемой системы.

По признаку развития процессов во времени:

статическое – описание моделируемой системы в какой – либо конкретный момент .

динамическое – отражает поведение объекта во времени.

По представлению информации в модели:

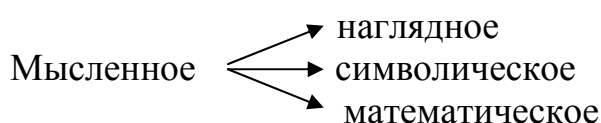
дискретное, непрерывное, дискретно – непрерывное.

В зависимости от представления объекта моделирования(S)

Реальное объект есть и можно осуществить:

- натуральное моделирование (можно поставить эксперимент).
- Физическое моделирование (на специальных установках, имеющие физическое подобие).

Мысленное (если объект моделирования не существует, либо существует вне условий для его физического создания).



Наглядное:

1) Гипотетическое: если знаний об объекте недостаточно для создания формальных моделей. Выдвигается гипотеза о закономерностях протекания процесса в реальном объекте.

2) Аналоговое: применяются аналогии различных уровней. Наивысший уровень – полная аналогия. Если объект сложный, применяют аналоговые модели, отображающие несколько или одну сторону функционирования объекта.

3) Макетирование: мысленное макетирование – если происходящие в реальном объекте процессы не поддаются физическому моделированию, либо может предшествовать другим видам моделирования.

Символическое:

Искусственный процесс создания логического объекта, замещающего реальный.

1) Знаковое: вводят условные обозначения отдельных понятий (знаки) и операции над ними (объединения, пересечения и дополнения теории множеств). Используя образованные цепочки слов можно дать описание реального объекта.

2) Языковое: в основе тезаурус – словарь, в котором нет неоднозначности, т.е. каждому слову соответствует единственное понятие. Набор слов ограничен.

1.5. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Нас будет интересовать в дальнейшем **математическое** моделирование, при котором закономерности функционирования реального объекта описываются математической моделью. Исследование этой модели позволяют получить характеристики реального объекта. Вид математической модели зависит как от природы объекта, так и от задач исследования, требуемой точности и достоверности.

Математическое моделирование подразделяется на аналитическое, имитационное и комбинированное.

Аналитическое моделирование: описание S функциональными соотношениями (дифференциальные и интегральные уравнения, алгебраические уравнения) с последующей попыткой решить их аналитически или численными методами.

Аналитическая модель может быть исследована методами:

- а) аналитическим: получают в явном виде зависимости для искомых характеристик;
- б) численными: получают числовые результаты при конкретных начальных данных;
- в) качественными: не имея в явном виде решения можно найти свойства решения.

При усложнении систем применение аналитических методов вызывает затруднения, приходится идти на упрощение модели.

Численный метод позволяет использовать более широкий класс систем, но решения носят при этом частный характер.

Имитационное моделирование: при этом подходе реализующий модель алгоритм воспроизводит процесс функционирования системы во времени.

При этом имитируются элементарные явления в моделируемом объекте, их связь и последовательность. Имитационное моделирование позволяет учитывать такие факторы, как наличие дискретных и непрерывных элементов, нелинейности, случайного воздействия и т.д.

Если результаты работы имитационного моделирования являются реализациями случайных величин и функций, то для нахождения характеристик процесса требуется его многократное повторение со статобработкой информации. Метод имитационного моделирования позволяет исследовать большие системы, оценивать варианты структуры системы, эффективность алгоритмов управления, влияние различных параметров системы.

Комбинированное (аналитико–имитационное) моделирование: предварительно производят декомпозицию процесса функционирования объекта на составляющие подпроцессы и для тех из них, где это возможно, используют аналитические модели, для остальных имитационные. Особое место в моделировании занимает кибернетическое моделирование. Здесь отсутствует непосредственное подобие физических процессов, происходящих в моделях, реальным процессом. Отображают некоторую функцию, рассматривая объект как “черный ящик”, имеющие входной и выходной. Обычно этот подход используют для анализа поведения объекта при различных воздействиях внешней среды. Для построения имитационного моделирования при этом подходе выделяют исследуемую функцию объекта, формализуют ее в виде некоторых операторов связи между входным выходным и воспроизводят на модели. При исследовании вычислительных систем для построения имитационного моделирования наиболее широко используют метод статистических испытаний (метод Монте - Карло). Это численный метод, который применяется для моделирования случайных чисел и функций. Метод машинной реализации имитационного моделирования поэтому называют статистическим моделированием. Важнейшее свойство статистического моделирования – универсальность, дающая возможность анализа систем практически любой сложности с произвольной степенью детализации изучаемых процессов.