

Лекция 3. Процедурно-технологическая схема построения и исследования моделей сложных систем.

Цель лекции: рассмотреть процедурно-технологическую схему построения и исследования моделей сложных систем

Ключевые слова: процедурно-технологическая схема, машинное экспериментирование

Основные вопросы:

1. Процедурно-технологическая схема построения и исследования моделей сложных систем
2. Анализ применяемых и перспективных методов машинного экспериментирования

С этой целью давайте уточним место имитационных моделей и их специфику среди моделей других классов. Кроме того, попробуем уточнить некоторые понятия и определения, с которыми имеет дело системный аналитик в процессе моделирования, которые не всегда и везде трактуются однозначно и достаточно корректно. С этой целью рассмотрим процедурно-технологическую схему построения и исследования моделей сложных систем (рис.1.3). Эта схема включает следующие этапы определения, характерные для любого метода моделирования:

1. системы (предметная, проблемная область);
2. объекта моделирования;
3. целевого назначения моделей;
4. требований к моделям;
5. формы представления;
6. вида описания модели;
7. характера реализации модели;
8. метода исследования модели.

Первые три этапа характеризуют объект и цель исследования и практически определяют следующие этапы моделирования. При этом важное значение приобретает корректное описание объекта и формулировка цели моделирования из предметной области деятельности исследователя.

1. **Предметная (проблемная) область** определяется физическими, химическими, техническими, технологическими, информационными, биологическими, экологическими, экономическими, социальными и другими возможными классами систем. (Сфера применения имитационных моделей весьма обширна, имитационное моделирование используется для исследования самых разнообразных систем:

экономических, производственных, социальных, транспортных, систем массового обслуживания, вычислительных, информационных, включая международную деятельность, проблемы развития городов, глобальные (мировые) проблемы и многие другие.)

2. В качестве **объекта моделирования** в процессе исследования выступает не вся система, а ее ";срез"; -элемент, структура, отношение, организация, функция, отдельные процессы, поведение, развитие и т.д.
3. Каждая модель должна строиться целенаправленно.

Целенаправленная модель представляет собой замену действительности с той степенью абстракции, которая полезнее для поставленной цели. Иначе говоря, модель прежде всего должна отражать те существенные свойства, те стороны моделируемого объекта, которые определены практической задачей.

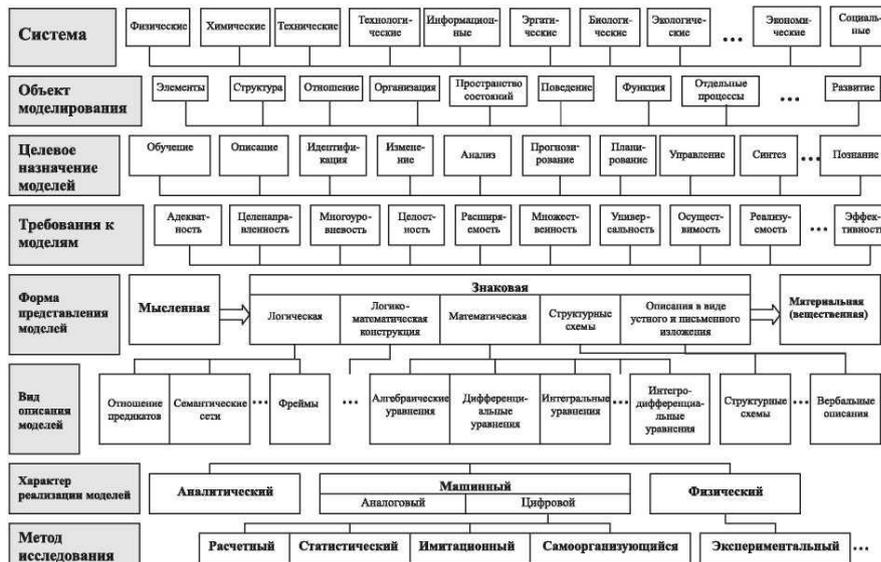


Рисунок 1.3 - Общая процедурно-технологическая схема построения и исследования сложных систем.

Очень важно правильно обозначить и сформулировать проблему, четко задать **цель** исследования, проводимого с помощью моделирования. Допустим, решено, что для решения поставленной задачи необходимо использовать моделирование.

Моделирование успешно используется при решении большого круга **задач**: обучение, описание, сжатие, измерение, оценивание, прогнозирование, планирование, управление, синтез, идентификация, познание и др. Моделирование становится мощным средством в задачах

анализа и синтеза сложных технических и экономических систем, или поиска эффективных решений (сложные разработки, проекты, новые программы).

Сложные системы необязательно требуют сложных моделей. Надо стремиться создавать простые модели, они более качественные.

Мышление исследователя, разработчика в зависимости от цели моделирования либо формирует модели реально существующих объектов в познавательной деятельности, либо создает идеальные модели еще не существующих систем в задачах проектирования. В тех и других случаях модели должны быть пригодны для решения поставленных задач.

4) Требования к моделям. Какими чертами должна обладать хорошая модель?

Моделирование связано с решением реальных задач и мы должны быть уверены, что результаты точно отражают истинное положение вещей — т.е. модель адекватна реальной действительности. Надо думать и о заказчике. Плоха та модель, которую не сможет использовать лицо, принимающее решение.

Чтобы получить хорошую модель, она должна удовлетворять некоторым общепринятым требованиям. Такая модель должна быть:

- адекватной;
- надежной в смысле гарантии от абсурдных ответов;
- простой и понятной пользователю;
- целенаправленной;
- удобной в управлении и обращении, т.е. общение с ней должно быть легким;
- функционально полной с точки зрения возможностей решения главных задач;
- адаптивной, позволяющей легко переходить к другим модификациям или обновлять данные;
- допускающей постепенные изменения в том смысле, что, будучи вначале простой, она может во взаимодействии с пользователем становиться все более сложной.

Это очевидные моменты с позиции здравого смысла.

В зависимости от целевой направленности модели задаются специальные требования к самим моделям, наиболее характерными являются: целостность, отражение информационных свойств, многоуровневость, множественность (многомодельность), расширяемость, универсальность (абстрактность), осуществимость (реальная возможность построения самой модели и ее

исследования), реализуемость (например, на ЭВМ) (возможность материализации модели в виде реальной системы в задачах проектирования), эффективность (затраты временных, трудовых, материальных и других видов ресурсов на построение моделей и проведение экспериментов находятся в допустимых пределах или оправданы). Значимость или приоритетность требований к модели непосредственно вытекают из назначения модели. Так, например, в познавательных задачах, задачах управления, планирования, описания важным требованием является адекватность модели объективной реальности; в задачах проектирования, синтеза уникальных систем наиболее важным является реализуемость модели, т.е. возможность материализации модели в реальную систему, например в САПР или систему поддержки принятия решений (СППР).

5) Цель моделирования и задание требований к модели, безусловно, определяют **форму представления модели**.

Любая модель (прежде чем стать объективно существующим предметом) должна быть конструктивно разработана, существовать в мысленной форме, далее переведена в знаковую форму и, наконец, материализована, т.е. можно выделить три формы представления моделей:

- мысленные (образы);
- знаковые (структурные схемы, описания в виде устного и письменного изложения, логические, математические, логико-математические конструкции);
- материальные (лабораторные и действующие макеты, опытные образцы).

Особое место в моделировании занимают знаковые, в частности логические, математические, логико-математические модели, а также модели, воссозданные на основе вербального описания, составленного экспертами. Знаковые модели используются для моделирования многообразных систем. Это направление значимо с бурным развитием вычислительных систем. Ограничимся ими в дальнейшем рассмотрении.

6) Следующий этап процедурной схемы -это выбор **вида описания и построения модели**.

Для знаковых форм такими описаниями могут быть: для логических — отношение и исчисление предикатов, семантические сети, фреймы и др. (более подробно их изучают методы искусственного интеллекта);

для математических — алгебраические, дифференциальные, интегральные, интегро-дифференциальные уравнения и др. математические схемы. Таким моделям посвящены отдельные направления математической науки.

7) **Характер реализации** знаковых моделей бывает: аналитический (например, система дифференциальных уравнений может быть решена математиком на листе бумаги);

машинный (аналоговый или цифровой); физический (или автоматный).

8) В каждом из них в зависимости от сложности модели, цели моделирования, степени неопределенности характеристик модели могут иметь место различные по характеру способы проведения исследований (экспериментов) — **методы исследования**. Так, и при аналитическом исследовании применяются методы теорий возмущений, анализа чувствительности, устойчивости и т.п. При физическом или натурном моделировании применяется экспериментальный метод исследования.

Анализ применяемых и перспективных методов машинного экспериментирования позволяет выделить **расчетный, статистический, имитационный и самоорганизующийся методы исследований**.

Расчетное моделирование применяется при исследовании математических моделей и сводится к их машинной реализации при различных числовых исходных данных. Результаты этих реализаций (расчетов) выдаются в графической или табличной формах. До сих пор Вы традиционно имели дело с расчетным моделированием: например, классической схемой является машинная реализация математической модели, представленной в виде системы дифференциальных уравнений, основанная на применении численных методов, с помощью которых математическая модель приводится к алгоритмическому виду, далее программно реализуется на ЭВМ, для получения результатов на ЭВМ проводится расчет (используется расчетный метод исследования).

Контрольные вопросы:

1. **Процедурно-технологическую схему построения и исследования моделей сложных систем**
2. **Анализ применяемых и перспективных методов машинного экспериментирования**

Основная литература:

1. Варфоломеев В.И. Алгоритмическое моделирование элементов экономических систем. Практикум. Уч.пособие. Москва «Финансы и статистика». 2000.
2. Прицкер А. Введение в имитационное моделирование и язык СЛАМ. Монография, Москва, Мир.1987.
3. Шукаев Д.Н. Имитационное моделирование на ЭВМ. Уч.пос.Алматы, 1995.

Добавлено примечание ([Н1]):

4. Шукаев Д.Н. Моделирование случайных закономерностей на ЭВМ. Уч.пос. Алма-Ата, 1991.
5. Шукаев Д.Н., Абдуллина В.З., Муртазина А.У. Методические указания к практическим занятиям по курсу «Моделирование систем». Алма-Ата 1985.
6. Шукаев Д.Н., Абдуллина В.З., Муртазина А.У. Методические указания к лабораторным занятиям по курсу «Моделирование систем».Алма-Ата 1987.
7. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука. Монография, изд-во «Мир»1978.
8. Гмурман В.Е.Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистикеУч.пос для вузов.М.;Высш.школа, 1999.
9. Исмаилова Р.Т. Методические указания по курсу Имитационному моделированию для практических и самостоятельных работ. Алматы, КазНТУ, 2003г.
- 10.Исмаилова Р.Т. Методические указания по курсу Имитационному моделированию для лабораторных и самостоятельных работ .Алматы, КазНТУ, 2003г.