# Лекция № 1. Основные понятия теории моделирования

**Цель лекции**

Сформировать у обучающихся базовые теоретические знания о моделировании как методе научного познания, ознакомить с основными понятиями, целями, видами и классификацией моделей, а также изучить основные этапы процесса моделирования, включая постановку задачи, разработку, тестирование модели и проведение экспериментов.

**План лекции**

1. Понятие модели и моделирования. История развития моделирования.
2. Объекты, процессы и явления как предметы моделирования.
3. Основные цели и задачи моделирования.
4. Классификация моделей и их основные характеристики.
5. Детерминированные и вероятностные модели.
6. Статические и динамические модели.
7. Основные этапы моделирования.
8. Тестирование моделей и проведение модельных экспериментов.

**Ожидаемые результаты обучения**

После изучения лекции обучающиеся должны:

- знать основные понятия теории моделирования и понимать значение моделей в научных исследованиях;
- различать виды моделей по назначению, структуре, характеру связей и фактору времени;
- объяснять цели моделирования и определять условия его применения;
- уметь выделять существенные свойства исследуемого объекта и выбирать соответствующий тип модели;
- понимать последовательность разработки, тестирования и исследования моделей.

## 1. Понятие модели и моделирования. История развития моделирования

Моделирование является одним из важнейших методов научного познания, широко применяемым в различных областях науки, техники и практической деятельности человека. Его использование началось еще в глубокой древности, когда люди создавали уменьшенные копии различных объектов, схемы сооружений и изображения окружающего мира.

С развитием науки моделирование стало применяться в архитектуре, строительстве, астрономии, физике, химии, биологии, экономике и других областях. Особенно широкое распространение метод моделирования получил в XX веке, когда появились новые математические методы и вычислительные технологии.

***Модель*** – это объект или описание объекта, системы либо процесса, которые используются для замещения оригинала с целью изучения его свойств, структуры и закономерностей функционирования.

***Моделирование*** – это процесс построения, исследования и применения моделей для изучения реальных объектов, процессов и явлений.

Главная особенность моделирования заключается в том, что модель отражает не все характеристики оригинала, а только те, которые являются существенными для решения конкретной задачи.

Например, при изучении движения автомобиля можно рассматривать его как материальную точку, если исследуется траектория движения. Однако при анализе устойчивости автомобиля необходимо учитывать его массу, размеры, положение центра тяжести и другие характеристики.

Таким образом, моделирование позволяет упрощать сложные системы и исследовать их свойства без необходимости проведения непосредственных экспериментов над реальными объектами.

## 2. Объекты, процессы и явления как предметы моделирования

В зависимости от предмета исследования выделяют модели объектов, процессов и явлений.

Модели объектов представляют собой упрощенные изображения или описания реальных физических объектов. К ним относятся уменьшенные копии зданий, самолетов, кораблей, модели атомов, кристаллических решеток, чертежи и технические схемы.

Модели процессов отражают последовательность изменений состояния системы во времени. Примерами являются модели экономического развития, изменения экологической обстановки, производственных процессов и исторических событий.

Модели явлений предназначены для исследования закономерностей возникновения и развития различных природных и физических явлений. Например, моделирование землетрясений, солнечных затмений и цунами.

Использование моделей особенно важно в ситуациях, когда непосредственное исследование оригинала затруднено, дорогостояще или опасно.

Моделирование применяется в следующих случаях:

- исследуемый объект не существует в настоящее время;
- проведение экспериментов над оригиналом связано с опасностью или значительными затратами;
- размеры объекта слишком велики или малы;
- изучаемые процессы происходят слишком быстро или медленно;
- необходимо исследовать только определенные свойства объекта.

Например, при разработке нового самолета компьютерная модель позволяет предварительно оценить аэродинамические характеристики конструкции без проведения дорогостоящих летных испытаний.

**3. Основные цели и задачи моделирования**

Целью моделирования является получение информации об исследуемой системе, необходимой для ее изучения, прогнозирования поведения и принятия обоснованных решений.

Выделяют четыре основные цели моделирования.

***Исследование*** – изучение сущности объекта, процесса или явления, выявление закономерностей его функционирования.

***Анализ*** – определение возможных изменений системы при различных внешних воздействиях. При этом решается вопрос: «Что будет, если изменить определенные параметры?»

***Синтез*** – разработка способов воздействия на объект для достижения заданного результата. Основной вопрос: «Как сделать, чтобы система функционировала необходимым образом?»

***Оптимизация*** – поиск наилучшего решения при заданных условиях и ограничениях. Основной вопрос: «Как сделать лучше?»

Например, при моделировании производственного процесса исследование позволяет определить его характеристики, анализ – оценить последствия изменения производительности оборудования, синтез – разработать систему управления, а оптимизация – выбрать наиболее эффективный режим работы.

**4. Классификация моделей и их основные характеристики**

Модели классифицируются по различным признакам: природе, области применения, назначению, характеру связей, фактору времени и структуре.

По природе модели подразделяются на две основные группы.

***Материальные модели*** – физические объекты, воспроизводящие определенные характеристики оригинала. К ним относятся макеты зданий, модели транспортных средств, технические установки и лабораторные стенды.

***Информационные модели*** – представления объектов, процессов или явлений в виде информации об их свойствах, состоянии и взаимосвязях.

Информационные модели подразделяются на:

- вербальные – словесные или мысленные описания;
- графические – рисунки, схемы, карты, диаграммы;
- табличные – сведения, организованные в виде таблиц;
- математические – модели, представленные формулами и уравнениями;
- логические – модели, описывающие условия и правила принятия решений;
- специальные – представления с использованием специализированных знаковых систем.

По области применения выделяют учебные, опытные и научно-технические модели.

Учебные модели используются в образовательном процессе для демонстрации принципов работы различных систем. Опытные модели применяются при создании новых технических устройств. Научно-технические модели предназначены для проведения научных исследований и инженерных расчетов.

Особую группу составляют игровые и имитационные модели.

Игровые модели учитывают действия участников и используются при исследовании экономических ситуаций, военных действий, спортивных игр и управленческих решений.

Имитационные модели позволяют воспроизводить поведение сложной системы при различных внешних воздействиях. Их исследование часто предполагает многократное проведение вычислительных экспериментов с различными параметрами.

**5. Детерминированные и вероятностные модели**

По характеру связей между входными и выходными величинами модели подразделяются на детерминированные и вероятностные.

Детерминированные модели характеризуются однозначной зависимостью результатов от исходных данных. При одинаковых входных параметрах модель дает одинаковый результат.

Примерами являются расчет движения тела по заданным законам, вычисление физических величин по формулам и моделирование штатной работы механизма.

Вероятностные (стохастические) модели учитывают влияние случайных факторов. При одинаковых исходных условиях результаты отдельных реализаций могут различаться.

К таким моделям относятся моделирование броуновского движения частиц, движения судна под воздействием волн, поведения человека и различных процессов с неопределенными характеристиками.

Выбор между детерминированной и вероятностной моделью зависит от свойств исследуемого объекта, целей исследования и необходимости учета случайных воздействий.

**6. Статические и динамические модели**

По фактору времени различают статические и динамические модели.

Статические модели описывают состояние объекта в определенный момент времени без рассмотрения его изменения во времени. Примерами являются фотография, схема сооружения и описание сил, действующих на неподвижное тело.

Динамические модели отражают изменение характеристик объекта во времени. К ним относятся модели движения транспортных средств, развития природных явлений и изменения состояния технических систем.

По структуре выделяют табличные, иерархические и сетевые модели.

Табличные модели представляют информацию в виде строк и столбцов. Иерархические модели описывают многоуровневые структуры, в которых элементы находятся в отношениях подчиненности. Сетевые модели отражают взаимосвязи объектов с помощью узлов и соединений, образующих граф.

**7. Основные этапы моделирования**

Процесс моделирования включает последовательность взаимосвязанных этапов.

I. Постановка задачи

Определение цели, исходных данных и ожидаемых результатов

II. Разработка модели

Выбор типа модели, существенных свойств и алгоритма

III. Тестирование модели

Проверка корректности на известных примерах

IV. Проведение экспериментов

Исследование поведения модели при заданных условиях

Первый этап – постановка задачи.

На данном этапе формулируется проблема, определяется цель исследования, устанавливаются исходные данные и ожидаемые результаты.

Корректная постановка задачи предполагает определенность исходных данных и связей между ними, а также наличие решения, удовлетворяющего поставленным требованиям. В исходном материале отдельно рассматриваются условия существования и единственности решения.

Второй этап – разработка модели.

На этом этапе выбирается тип модели, определяются существенные свойства оригинала и исключаются второстепенные характеристики.

Далее строится формальная модель, которая может быть представлена математическими формулами, логическими выражениями, схемами или алгоритмами.

Разработка алгоритма предполагает определение последовательности действий, необходимых для получения результата.

Третий этап – тестирование модели.

Тестирование заключается в проверке правильности работы модели на простых исходных данных, для которых результат заранее известен.

Например, модель банковского вклада можно проверить при нулевой процентной ставке. Если дополнительные операции отсутствуют, сумма вклада должна оставаться неизменной.

Тестирование позволяет выявлять ошибки в построении модели и разработанном алгоритме.

Четвертый этап – проведение экспериментов.

Модельный эксперимент представляет собой исследование поведения модели при различных значениях параметров и внешних воздействиях.

Например, при моделировании банковского вклада можно изменять процентную ставку и продолжительность хранения средств, определяя влияние этих параметров на конечную сумму.

Результаты экспериментов используются для анализа, прогнозирования и выбора оптимальных решений.

**8. Значение моделирования в научной и практической деятельности**

Моделирование играет важную роль в развитии современных научных исследований, инженерного проектирования и информационных технологий.

Использование моделей позволяет изучать сложные системы, проводить эксперименты без непосредственного воздействия на реальные объекты, прогнозировать последствия принимаемых решений и снижать затраты на исследования.

Особое значение имеет компьютерное моделирование, которое обеспечивает возможность проведения большого количества вычислительных экспериментов, изменения параметров моделей и анализа полученных результатов.

При этом необходимо учитывать, что любая модель является упрощенным представлением оригинала. Поэтому ее применимость определяется тем, насколько правильно выбраны существенные характеристики исследуемой системы.

**Заключение**

Моделирование является универсальным методом научного познания, позволяющим исследовать объекты, процессы и явления посредством создания и изучения их моделей. В зависимости от целей исследования используются различные виды моделей, отличающиеся природой, структурой, характером связей и учетом временных изменений.

Эффективность моделирования определяется правильностью постановки задачи, обоснованным выбором модели, корректностью ее разработки и качеством проведенных экспериментов.

Освоение основных понятий и этапов моделирования формирует теоретическую основу для дальнейшего изучения математического, компьютерного и имитационного моделирования сложных систем.

**Контрольные вопросы**

1. Что понимается под моделью и моделированием?
2. Какую роль моделирование играет в научных исследованиях?
3. В чем заключается основное отличие модели от оригинала?
4. В каких случаях целесообразно использовать моделирование?
5. Какие объекты, процессы и явления могут быть предметами моделирования?
6. Назовите основные цели моделирования.
7. Чем отличаются задачи анализа, синтеза и оптимизации?
8. По каким признакам классифицируются модели?
9. В чем отличие материальных моделей от информационных?
10. Какие разновидности информационных моделей существуют?
11. Что такое имитационная модель и для каких целей она применяется?
12. Чем детерминированные модели отличаются от вероятностных?
13. В чем различие между статическими и динамическими моделями?
14. Какие типы моделей выделяют по их структуре?
15. Перечислите основные этапы моделирования.
16. Какие требования предъявляются к корректной постановке задачи?
17. Что такое формальная модель?
18. Для чего необходимо тестирование модели?
19. Чем тестирование модели отличается от проведения модельного эксперимента?
20. Как моделирование способствует принятию управленческих решений?

**Список литературы**


1. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем: учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2001. – 342 с.
2. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – 2-е изд., испр. – М.: Физматлит, 2005. – 320 с.
3. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука / пер. с англ. – М.: Мир, 1978.