

Министерство образования и науки РФ  
Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет

*Дисциплина «Методология моделирования  
систем»*

Направление подготовки «Управление качеством»

Разработчик : доцент каф. ФМПК, к.т.н. Плотникова И.В.

# Лекция 1

---

## **Основы моделирования объектов и процессов**

# ЛИТЕРАТУРА

## Основная

- ▶ 1. Лычкина Наталья Николаевна. Имитационное моделирование экономических процессов : учебное пособие для вузов / Н. Н. Лычкина. — Москва: Инфра-М, 2012. — 353 с.
- ▶ 2. Балдин Константин Васильевич. Информационные системы в экономике : учебное пособие / К. В. Балдин. — Москва: Инфра-М, 2012. — 217 с.
- ▶ 3. Кобелев Николай Борисович. Имитационное моделирование : учебное пособие / Н. Б. Кобелев, В. А. Половников, В. В. Девятков. — Москва: Курс Инфра-М, 2013. — 362 с.

## Вспомогательная

- ▶ Бродецкий Геннадий Леонидович. Экономико-математические методы и модели в логистике. Процедуры оптимизации : учебник для вузов / Г. Л. Бродецкий, Д. А. Гусев. — Москва: Академия, 2012. — 285 с.
- ▶ Красс Максим Семенович. Математические методы и модели для магистрантов экономики : учебное пособие / М. С. Красс, Б. П. Чупрынов. — 2-е изд., доп. — СПб.: Питер, 2010. — 496 с.
- ▶ Моделирование экономических процессов : учебник для вузов / под ред. М. В. Грачевой, Ю. Н. Черемных, Е. А. Тумановой. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: ЮНИТИ, 2013. — 543 с.
- ▶ Количественные методы в экономических исследованиях : учебник для вузов / под ред. М. В. Грачевой, Ю. Н. Черемных, Е. А. Тумановой. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: ЮНИТИ, 2014. — 687 с.

# Введение

Данный курс охватывает достаточно обширный круг методов и моделей, в том числе и моделей оптимизации, которые нашли широкое применение в управлении качеством.

При исследовании сложных систем важное значение имеют модели инфраструктуры системы менеджмента качества и модели локальных процессов жизненного цикла продукции.

Например, в модели поведения потребителя предполагается, что он ищет максимум полезности.

Модели фирмы основаны на предпосылке максимума прибыли для предпринимателя.

## При создании модели решаются задачи:

1. выявление функциональных отношений;
2. описание структурных свойств и отношений;
3. оценка точности;
4. сравнение с реальностью;
5. анализ улучшения системы менеджмента качества;
6. менеджмент ресурсов;
7. процессы жизненного цикла продукции;
8. общественная потребность.

# Понятие модели

Модель - это такой материальный или мысленно представляемый ( абстрактный ) объект, который в процессе изучения замещает объект - оригинал, сохраняя важные для данного исследования типичные черты оригинала.

# Примеры моделей

- ▶ Архитектура - эскиз, макет здания
- ▶ Медицина - плакат с нарисованными сосудами
- ▶ Авиация - уменьшенная копия самолета
- ▶ Электротехника - схема электрической цепи

# Для чего нужны модели ?

Вместо изучения свойств объекта - оригинала исследуют аналогичные свойства модели, предполагая, что в результате такого изучения будут получены новые знания об объекте - оригинале.

# Почему используют модели ?

1. Модель доступнее для исследования, чем реальный объект,
2. Исследовать модель проще и дешевле, чем реальные объекты,
3. Некоторые объекты невозможно изучать непосредственно : пока невозможно, например, построить устройство для термоядерного синтеза или провести эксперименты в недрах звезд,
4. Невозможны эксперименты с прошлым, недопустимы эксперименты с экономикой или социальные эксперименты.

# Требования к модели

- ▶ **Адекватность** - достаточно точное отображение свойств объекта;
- ▶ **Полнота** - предоставление получателю всей необходимой информации об объекте;
- ▶ **Гибкость** - возможность воспроизведения различных ситуаций во всем диапазоне изменения условий и параметров;
- ▶ **Трудоемкость** разработки должна быть приемлемой для имеющегося времени и программных средств.

# Классификация моделей

По назначению : дескриптивные, оптимизационные, имитационные

По характеру уравнений : линейные, нелинейные

По учету изменения системы во времени : динамические,  
статические

По свойству области определения аргументов : непрерывные,  
дискретные

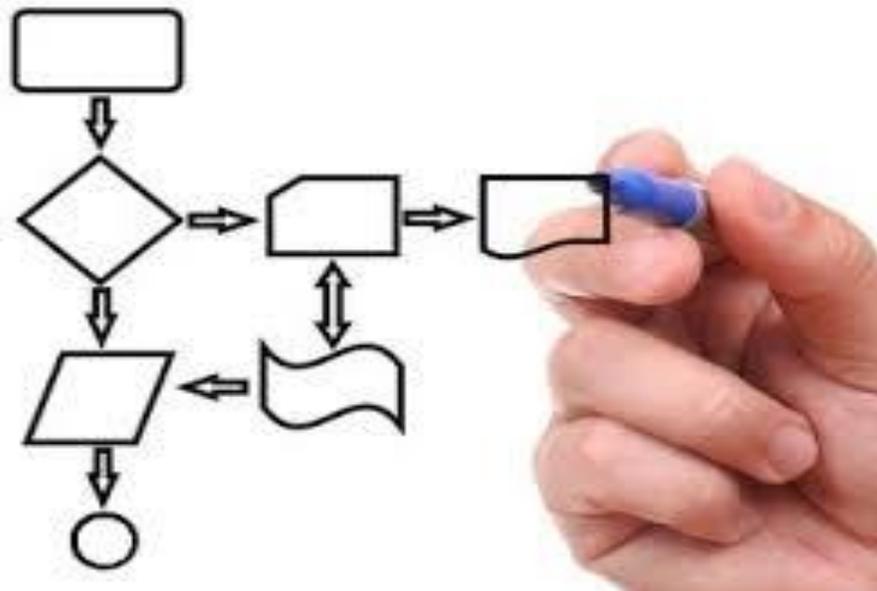
По характеру процесса : детерминированные, стохастические

# Понятие моделирования

**Моделирование** – это исследование объектов познания на их моделях, построение и изучение моделей реально существующих предметов, процессов и конструируемых объектов.

По способу  
использования моделей  
моделирование  
рассматривают:

- ▶ Математическое;
- ▶ Имитационное.



## Цели и задачи моделирования



- ▶ Служить инструментом конкретного исследования, проектирования и выдачи рекомендации;
- ▶ Дать возможность с помощью убедительного математического аппарата подкрепить эвристические догадки, интуицию и опыт эксперта, принимающего решение.

# Подходы к моделированию

- Агентное моделирование (моделирование поведения покупателя на рынке определенных товаров);
- Модели системной динамики (основанные на моделировании потоков и переходов объектов в различные состояния);
- Дискретно-событийные модели (системы массового обслуживания);
- Модели пространственной динамики (пешеходные модели).

# Процесс моделирования

Моделирование предполагает три момента:

- ▶ **1. Объект, подвергаемый изучению или преобразованию, заменяется специально подобранной моделью.** При этом необходимые элементы или свойства оригинала формулируются на «языке» модели. Например, подводное течение для расчета скоростей и траекторий заменяется математической моделью. Или: при графическом моделировании задачи на работу объем работы моделируется с помощью отрезка соответствующей длины на оси абсцисс, время - отрезком на оси ординат, скорость - углом наклона графика к оси  $x$ .

# Процесс моделирования

- ▶ 2. Производится процесс изучения или преобразования модели. Например, в математической модели подводного течения решаются уравнения, производятся расчеты. В задаче на работу графическая модель сначала заменяется символической моделью (списком формул для выражения тех или иных величин), наконец, получаем алгебраическую модель в виде уравнения. На этом этапе производится процесс преобразования алгебраической модели до тех пор, пока не получим решение уравнения.

# Процесс моделирования

- ▶ 3. Производится возвратный перенос полученных результатов (или даже - самого процесса) на оригинал. Например, результаты расчетов в математической модели подводного течения истолковываются на языке гидрологов, т.е. делаются выводы о самом подводном течении. А корни уравнения в задаче на работу истолковываются как одна из механических величин задачи. Затем находятся и другие величины.

## Выбор методов моделирования.

Разработанная математическая модель функционирования системы может быть исследована различными методами - аналитическими или имитационными.

- ▶ С помощью аналитических методов анализа можно провести наиболее полное исследование модели. Для использования аналитических методов необходимо математическую модель преобразовать к виду явных аналитических зависимостей между характеристиками и параметрами системы и внешних воздействий. Однако это удастся лишь для сравнительно простых систем.

# Выбор методов моделирования

**Аналитический** метод исследования используются для первоначальной **грубой** оценки характеристик всей системы или отдельных ее подсистем, а также на ранних стадиях проектирования систем, когда недостаточно информации для построения более точной модели.

Применение аналитических методов для более сложных систем связано с большей, по сравнению с другими методами, степенью упрощения реальности и абстрагирования.



# Выбор методов моделирования

**Имитационное** моделирование является наиболее универсальным методом исследования систем и количественной оценки характеристик их функционирования.

При имитационном моделировании динамические процессы системы-оригинала подменяются процессами, имитируемыми в абстрактной модели, но с соблюдением таких же соотношений длительностей и временных последовательностей отдельных операций.

Метод имитационного моделирования мог бы называться алгоритмическим или операционным. В процессе имитации, как при эксперименте с оригиналом, фиксируют определенные события и состояния или измеряют выходные воздействия, по которым вычисляют характеристики качества функционирования системы.

# Выбор методов моделирования

Имитационное моделирование позволяет рассматривать процессы, происходящие в системе, практически на любом уровне детализации. Используя алгоритмические возможности, в имитационной модели можно реализовать любой алгоритм управления или функционирования системы. Модели, которые допускают исследование аналитическими методами, также могут анализироваться имитационными методами. Все это является причиной того, что имитационные методы моделирования становятся основными методами исследования сложных систем.

# Построение модели

Построение модели, как и управление, является процессом. Основные этапы процесса – постановка задачи, построение, проверка на достоверность, применение и обновление модели,

**ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ.** Первый и наиболее важный этап построения модели, способный обеспечить правильное решение управленческой проблемы, состоит в постановке задачи. Правильное использование математики или компьютера не принесет никакой пользы, если сама проблема не будет точно диагностирована.

# Основные этапы моделирования.

I этап. Постановка задачи.

Описание задачи.  
Цель моделирования.  
Анализ объекта.

II этап. Разработка модели.

Информационная модель.  
Знаковая модель.  
Компьютерная модель.

III этап. Компьютерный эксперимент.

План моделирования.  
Технология моделирования.

IV этап. Анализ результатов моделирования.

↓  
Результаты соответствуют цели

Результаты не соответствуют цели



«Альберт Эйнштейн однажды сказал, что правильная постановка задачи важнее даже, чем ее решение. Для нахождения приемлемого или оптимального решения задачи нужно знать, в чем она состоит».

(А. Шеннон)

Как ни просто и прозрачно данное утверждение, чересчур многие специалисты в науке управления игнорируют очевидное.

## Построение модели

**ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ.** После правильной постановки задачи следующим этапом процесса предусмотрено построение модели. Разработчик должен определить главную цель модели, какие выходные нормативы или информацию предполагается получить, используя модель, чтобы помочь руководству разрешить стоящую перед ним проблему. Если продолжить приведенный выше пример, необходимая выходная информация должна представлять точные нормативы времени и количества подлежащих заказу исходных материалов и запасных частей.

# Построение модели

В дополнение к установлению главных целей, специалист по науке управления должен определить – какая информация требуется для построения модели, удовлетворяющей этим целям и выдающей на выходе нужные сведения. В нашем случае необходимой информацией будет точный прогноз потребности по каждому исходному реагенту, сведения о характере закупаемых материалов в каждом виде продукции, ожидаемой долговечности деталей оборудования, сроке службы каждой детали и т.п.

- ▶ Может случиться, часто с известной долей вероятности, что эта необходимая информация разбросана по многим источникам .

## Построение модели

К другим факторам, требующим учета при построении модели, следует отнести расходы и реакцию людей. Модель, которая стоит больше, чем вся задача, требующая решения с помощью модели, конечно, не внесет никакого вклада в приближение к целям организации. Подобным образом, излишне сложная модель может быть воспринята конечными пользователями как угроза и отвергнута ими.

Для построения эффективной модели руководителям и специалистам по науке управления следует работать вместе, взаимно увязывая потребности каждой стороны.

Спасибо за внимание!