

Моделирование

Лекции по биофизике, 2008
Дополнение к лекции 5_1 (для самостоятельного изучения)

Моделирование — исследование объектов познания на их моделях; построение и изучение моделей реально существующих предметов, процессов или явлений с целью получения объяснений этих явлений, а также для предсказания явлений, интересующих исследователя.

В силу многозначности понятия «модель» в науке и технике не существует единой классификации видов моделирования: классификацию можно проводить по характеру моделей, по характеру моделируемых объектов, по сферам приложения моделирования (в технике, физических науках, кибернетике и т. д.). Например, можно выделить следующие виды моделирования:

- Компьютерное моделирование
- Математическое моделирование
- Математико-картографическое моделирование
- Цифровое моделирование
- Логическое моделирование
- Психологическое моделирование
- Статистическое моделирование
- Структурное моделирование
- Физическое моделирование
- Экономико-математическое моделирование
- Имитационное моделирование
- Эволюционное моделирование

(<http://ru.wikipedia.org/wiki/Моделирование>)

Процесс моделирования включает три элемента:

- субъект (исследователь)
- объект исследования
- модель, определяющую (отражающую) отношения познающего субъекта и познаваемого объекта

Модель — описание объекта (предмета, процесса или явления) на каком-либо формализованном языке, составленное с целью изучения его свойств

Полезно в случаях, когда исследование самого объекта затруднено или физически невозможно. Чаще всего в качестве модели выступает другой материальный или мысленно представляемый объект, замещающий в процессе исследования объект-оригинал. Соответствие свойств модели исходному объекту характеризуется адекватностью. Процесс построения модели называется моделированием.

Модель выступает как своеобразный инструмент для познания, который исследователь ставит между собой и объектом и с помощью которого изучает интересующий его объект.

Все модели можно поделить на два типа: предметные и информационные. Примером предметной модели может быть глобус как модель Земли, игрушечный автомобиль как модель настоящего. К информационным моделям относятся описания объекта естественным языком (вербальная или словесная модель) и формальными системами представления информации (математические, программные и др. модели)

Виды моделей: статические, динамические, функциональные, концептуальные, топологические, информационные, логико-лингвистические, семантические, теоретико-множественные и другие

(<http://ru.wikipedia.org/wiki/Моделирование>) 3

Задание 1. Сравните эти определения с определениями из учебников:

- Антонов В.Ф. Биофизика. – М., 1999, стр. 163-164
- Рубин А.Б. Биофизика. Т. 1. – М., 2000, стр. 16

Системный подход в моделировании биологического объекта (процесса)

Рубин А.Б. Современные методы биофизических исследований. Практикум по биофизике. – М., 1988, стр. 283-307



Биологические системы чрезвычайно сложные структурно-функциональные единицы

1. **(Субъект↔Объект)** Выбор правильного уровня общности рассмотрения, основных и важных для цели исследования свойств объекта (построение биологической или физической модели), выбор адекватной математического аппарата, построение математической модели, параметризация модели
2. Исследование формальных свойств модели
3. Интерпретация - сопоставление свойств модели со свойствами биологического объекта (процесса)

5

«Бритва ОККАМА»

Уильям ОККАМ (преподаватель в Оксфорде, обвинен в еретических взглядах и вызван в Авиньон, где четыре года провел под стражей; затем преподавал в Мюнхене, пользуясь покровительством императора Людвига Баварского; ум. 1349 г.). Среди его многочисленных учеников следует прежде всего отметить ПЬЕРА Д'АЛЬИ (ум. 1420; кардинал, принимавший участие в соборах по реформе церкви), а также ГАБРИЕЛЯ БИЛЯ (ум. 1495; профессор в Тюбингене), «Collectorium» которого стал образцовым обобщением оккамистской традиции. Богословие Били лежало в основе преподавания во многих немецких университетах, в том числе в Эрфурте, где обучался Лютер.

- Лишь отдельное обладает реальностью.
- Нет никаких оснований для того, чтобы считать общие понятия реально существующими, ни в вещах, ни вне вещей.

Оккам исходит из принципа, согласно которому не следует признавать больше сущностей, нежели необходимо:

«Entia non sunt multiplicanda praeter necessitatem».

Оккам считает, что нет нужды полагать, что общие понятия существуют вне нашего мышления («extra animam»). Универсалии являются лишь **понятиями**, которые мы создаем для того, чтобы обозначить несколько отдельных предметов одного рода. Задача науки — изучение понятий в их взаимосвязи и отношениях

(Бенгт Хегглунд - История теологии. Спб., 2001)

6

Выбор математического аппарата

Рубин А.Б. Современные методы биофизических исследований. Практикум по биофизике. – М., 1988, стр. 283-307

Зависит от:

- Экспериментальных условий
- Свойств биологического объекта
- Возможностей интерпретации полученных математических результатов

Примеры:

- **Дифференциальные уравнения** – устойчивость систем, динамические свойства
- **Алгебраические модели** – проблемы декомпозиции и поиска подсистем
- **Теория графов, теория марковских цепей** – для систем, которые могут находиться в нескольких дискретных состояниях

Альтернативные модели:

1. **Выбор базовой модели** - проверка **качественного** соответствия модели объекту исследования
2. **Параметризация модели** – идентификация, установление числовых значений параметров модели по имеющимся экспериментальным данным

7

Задание 2. Сформулируйте алгоритм построения модели (определения учебника):

• Антонов В.Ф. Биофизика. – М., 1999, стр. 164

8

Задание 3. Найдите определение моделей, которые наиболее часто используются в биологии и медицине:

*Антонов В.Ф. Биофизика. – М., 1999, стр. 164

Последовательный процесс поиска математической модели

Рубин А.Б. Современные методы биофизических исследований. Практикум по биофизике. – М., 1988, стр. 283-307



Задание 4. Сформулируйте основные требования к модели

*Антонов В.Ф. Биофизика. – М., 1999, стр. 164

Математический аппарат

Анализ экспериментальных данных - методы линейной алгебры:

- факторный анализ (метод главных компонент)
- дискриминантный анализ
- кластерный анализ

Выбор альтернативной модели и постановка дискриминирующего эксперимента:

- Качественная теория дифференциальных уравнений –
 выбор альтернативной модели
- Теория идентификации параметров динамических систем –
 *Оценка числовых значений параметров
 (идентификация, параметризация)*

Идентификация математических моделей биологических процессов (параметризация)

- определение числовых значений параметров, обеспечивающих наилучшее совпадение экспериментальных и теоретических данных

Этапы

1. Выбор структуры модели на основании априорной информации об исследуемом процессе и качественных характеристик процесса и модели
2. Выбор критерия близости объекта (процесса) и модели
3. Определение числовых значений параметров, оптимальных с точки зрения выбранного критерия близости

Наиболее распространенный критерий близости

- минимум среднеквадратичного отклонения (критерий χ^2)

Методы поиска минимума

- Градиентная минимизация
- Метод Ньютона Рафсона
- Метод фитирования (метод сетки)

13

Задание 5. Классифицируйте следующую модель

«Все перемены, в натуре случающиеся, такого суть состояния, что сколько чего у одного тела отнимется, столько присовокупится к другому, так ежели где убудет несколько материи, то умножится в другом месте. Сей всеобщий естественный закон простирается и в самые правила движения, ибо тело, движущее своей силой другое, столько же оной от себя теряет, сколько сообщает другому, которое от него движение получает».

М. В. Ломоносов (1711 -1765 гг.)

14