

Моделирование сельскохозяйственных процессов

Основные понятия

Изучение реальных объектов или процессов начинают с **идеализации** объекта исследования. При этом учитывают только существенные свойства или характеристики.

В результате получается **модель** объекта. Например, «материальная точка», «абсолютно твердое тело», «идеальная жидкость», «глобус» и т.д.

Если результаты функционирования модели с какой-то точностью соответствуют изучаемому объекту, то говорят, что **модель адекватна**.

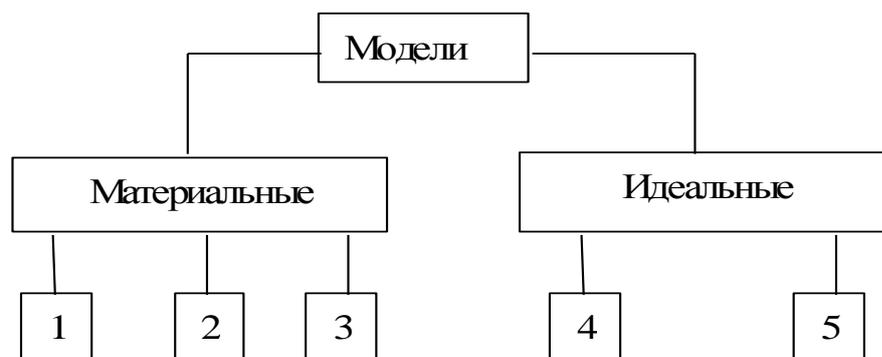
Далее изучают поведение модели.

Перечислим основные достоинства метода моделирования.

- ◆ Прежде всего, моделирование позволяет кардинально сократить время проектирования и испытания машин, технологических процессов, систем управления и т. п.
- ◆ Моделирование дает возможность исследования системы в любых возможных условиях как реальных, так и гипотетических. Например, работу машинного агрегата на скоростях больших достигнутых в настоящее время.
- ◆ Применяя методы моделирования, можно экстраполировать результаты реальных эксплуатационных испытаний системы. Это позволяет прогнозировать поведение систем в новых, неиспытанных условиях.
- ◆ Данные моделирования можно многократно воспроизводить без существенных затрат.
- ◆ Наконец, в ряде случаев моделирование является единственным средством анализа и оценки работоспособности сложных систем, например, экономических.

Классификация моделей

Достаточно четкое представление о главных отличительных чертах моделей дает их классификация, представленная на рис.1.



Материальные модели:

- 1- геометрические (макет здания, копия корабля, наглядные пособия и т. п.)
- 2- физические (модели самолетов, кораблей, рабочих органов сельхозмашин и т.п.)

Идеальные модели:

- 4 - мысленные (умозрительные, интуитивные) модели. Например, модель эволюции развития животного мира, модель развития человеческого общества и т. п.
- 5 - математические (формальные, знаковые, математические) модели. Например, математические уравнения и неравенства с буквенными или численными коэффициентами.

Общие принципы построения математической модели

Процесс построения математической модели и ее последующей реализации на ЭВМ можно разбить на три следующих этапа.

Первый этап – формирование замысла модели - заключается в изучении моделируемой системы, определении необходимых упрощений и получении общей схемы модели.

На *втором этапе* эта схема преобразуется в модель, представленную в виде логических и математических соотношений и соответственной отлаженной программы для ЭВМ.

Третий этап состоит в фактическом выполнении необходимых расчетов на машине, анализе и оценке полученных результатов и формулировке соответствующих выводов.

В самом общем случае модель исследуемого процесса или явления может быть представлена в виде, показанном на рисунке



Здесь **X** – вектор функций n входных x_i переменных (вход, внешнее возмущение);

Y – вектор функций k выходных y_i переменных (выход, отклик).

При моделировании имеют дело с тремя объектами:

- 1) входом (X),
- 2) системой (математические уравнения),
- 3) выходом (откликом Y).

Для решения подобной задачи необходимо знать или предположить известными **два из трех** объектов.

Прямая задача. Известны входные воздействия на систему и уравнения описывающие поведение системы. Находится отклик системы на входные воздействия. Это наиболее часто встречаемая ситуация, которую относительно просто моделировать. Уравнения поведения системы можно вывести в ходе проектирования системы или же написать на основе предыдущего исследования подобных систем.

Пример. Экспериментально измерен профиль дороги и вычислены (или определены экспериментально) динамические характеристики транспортного средства. Оценивается прочность элементов конструкции.

Обратная задача. Задано математическое описание системы и известен отклик системы. Определяется вектор входных воздействий. Подобная задача обычно возникает при проектировании систем управления какого-либо объекта.

Задача идентификации. Заданы совокупности входных и соответствующих выходных сигналов системы, а найти необходимо математическое описание самой системы. Иногда подобную задачу называют структурным синтезом системы, а саму систему представляют в виде “черного ящика”. Обычно “черным ящиком” называют систему, внутреннее состояние которой наблюдателю неизвестно, а доступными ему являются только входы и выходы системы.

Примером “черного ящика” может быть корова. На вход поступают корма, условия содержания и т.п., а на выходе можем иметь мясо, молоко, себестоимость продукции, трудозатраты на единицу продукции и т.д.

Результаты расчетов, полученные при аналитическом моделировании систем, как правило, нуждаются далее в *экспериментальной проверке*. Такая проверка наиболее достоверна при осуществлении непосредственного *натурного эксперимента*. Однако в ряде случаев натурный эксперимент обходится очень дорого, а иногда практически неосуществим. Тогда используют методы физического моделирования или имитационного моделирования.

Имитационное моделирование представляет собой по сути дела тоже эксперимент, но не на самой системе, а на ее модели, реализуемой на ЭВМ.

Абсолютное большинство входных и выходных процессов, определяющих функционирование исследуемых объектов, имеют случайный характер. В этих случаях моделирование осуществляется с использованием методов теории вероятностей и математической статистики.

Основные этапы математического моделирования.

1. Создание концептуальной модели.

Выясняется характер законов и связей, действующих в системе. В зависимости от природы модели эти законы могут быть физическими, химическими, биологическими, экономическими.

Задача моделирования - выявить главные, характерные черты явления или процесса, его определяющие особенности.

Применительно к исследованию физических явлений создание качественной модели – это формулировка физических закономерностей явления или процесса на основании эксперимента.

1) Выделение существенных факторов.

Основной принцип: если в системе действует несколько факторов одного порядка, то все они должны быть учтены, или отброшены.

2) Выделение дополнительных условий (начальных, граничных, условий сопряжения и т.п.).

2. Создание математической модели (постановка математической задачи).

Если модель описывается некоторыми уравнениями, то она называется *детерминированной*. Рассмотренные в курсе математической физики начально-краевые задачи являются примерами детерминированных дифференциальных моделей.

Если модель описывается вероятностными законами, то она называется *стохастической*.

3. Изучение математической модели.

1) Математическое обоснование модели. Исследование внутренней непротиворечивости модели. Обоснование корректности дифференциальной модели. Доказательство теорем существования, единственности и устойчивости решения.

2) Качественное исследование модели. Выяснение поведения модели в крайних и предельных ситуациях.

3) Численное исследование модели.

а) Разработка алгоритма.

б) Разработка численных методов исследования модели. Разрабатываемые методы должны быть достаточно общими, алгоритмичными и допускающими возможность распараллеливания.

в) Создание и реализация программы.
Вычислительный эксперимент (Компьютерный эксперимент).

Лабораторный эксперимент:

Образец
Физический прибор
Калибровка
Измерения
Анализ данных

Компьютерный эксперимент:

Математическая модель
Программа
Тестирование программы
Расчеты
Анализ данных

По сравнению с лабораторным (натурным) экспериментом компьютерный эксперимент дешевле, безопасней, может проводиться в тех случаях, когда натурный эксперимент принципиально невозможен.

4. Получение результатов и их интерпретация.

Сопоставление полученных данных с результатами качественного анализа, натурального эксперимента и данными, полученными с помощью других численных алгоритмов. Уточнение и модификация модели и методов её исследования.

5. Использование полученных результатов.

Предсказание новых явлений и закономерностей.

Например, *прогнозирование урожайности и программирование урожайности.*