

Понятие модели

Модель (от лат. *modulus* – мера, образец, норма) – это такой материальный или мысленно представляемый объект, который в процессе познания (изучения) замещает объект-оригинал, сохраняя некоторые важные для данного исследования типичные его черты. Любая модель всегда проще исследуемого объекта. Изучение сложных явлений, процессов, объектов на их моделях предполагает учет не полной совокупности всех элементов и связей, определяющих их свойства, а лишь существенных для каждого конкретную исследования. Поэтому для одного объекта исследования существует множество различных моделей.

Свойства моделей

Основные свойства моделей:

1. *Полнота модели.* Объекты исследования являются обычно бесконечно сложными и характеризуются бесконечным числом параметров. При построении модели исследователь всегда исходит из целей своего исследования, учитывает только наиболее существенные для достижения поставленных целей факторы. Поэтому любая модель нетождественна объекту-оригиналу и, следовательно, неполна, поскольку при ее построении исследователь выделил только наиболее существенные с его точки зрения факторы. Отброшенные факторы, несмотря на свое, относительно малое влияние на поведение объекта по сравнению с факторами, выбранными в качестве существенных, все же в совокупности могут приводить к значительным различиям между объектом и ее моделью. «Полная» модель, очевидно, будет полностью тождественна оригиналу.

2. *Адекватность модели.* Если результаты моделирования удовлетворяют исследователя и могут служить основой для прогнозирования поведения или свойств исследуемого объекта, то говорят, что модель адекватна (от лат. *adaequatus* – приравненный) объекту. При этом адекватность модели зависит от целей моделирования и принятых критериев. Учитывая заложенную при создании неполноту модели, можно утверждать, что идеально адекватная модель принципиально невозможна.

3. *Простота модели (сложность).* Очевидно, что из двух моделей, позволяющих достичь желаемой цели и получить требуемые результаты с заданной точностью, предпочтение должно быть отдано более простой. При этом адекватность и простота модели не всегда являются противоречивыми требованиями. Учитывая бесконечную сложность любого объекта исследования, можно предположить существование бесконечной последовательности его моделей, различающихся по степени полноты, адекватности и простоты.

4. *Потенциальность* (от лат. *potentia* – мощь, сила) – предсказательность модели для получения новых знаний об исследуемом объекте. Модели в научных исследованиях, не обладающие определенной «предсказательностью», не могут считаться удовлетворительными. Именно свойство потенциальности (иногда называемое богатство модели) позволяет модели выступать в качестве самостоятельного объекта исследования.

Классификация моделей

1. Модель может быть похожей *копией* объекта, выполненной из другого материала, в другом масштабе, с отсутствием ряда деталей. Например, это игрушечный кораблик, домик из кубиков, железная дорога, деревянная модель самолета в натуральную величину, используемая в авиаконструировании и другие. Такие модели называют натурными моделями.

2. Модель может отображать реальность более *абстрактно* – словесным описанием в свободной форме, описанием, формализованным по каким-то правилам, математическими соотношениями и т. п.. Такие модели называют абстрактными моделями.

Классификация абстрактных моделей:

1. *Вербальные (текстовые) модели.* Эти модели используют последовательности предложений на формализованных диалектах естественного языка для описания той или иной области действительности (примерами такого рода моделей являются полицейский протокол, правила дорожного движения).

2. *Математические модели* – очень широкий класс знаковых моделей (основанных на формальных языках над конечными алфавитами), использующих те или иные математические методы. Например, математическая модель звезды будет представлять собой сложную систему уравнений, описывающих физические процессы, происходящие в недрах звезды. Другой математической моделью являются, например, математические соотношения, позволяющие рассчитать оптимальный (наилучший с экономической точки зрения) план работы какою-либо предприятия.

3. *Информационные модели* – класс знаковых моделей, описывающих информационные процессы (получение, передачу, обработку, хранение и использование информации) в системах самой разнообразной природы. Примерами таких моделей могут служить OSI - семиуровневая модель взаимодействия открытых систем в компьютерных сетях, или машина Тьюринга - универсальная алгоритмическая модель.

Следует отметить, что разница между вербальными, математическими и информационными моделями может быть проведена весьма условно. Так, информационные модели иногда считают подклассом математических моделей. Однако, в рамках информатики как самостоятельной науки, отделенной от математики, физики, лингвистики и других наук, выделение информационных моделей в отдельный класс является целесообразным.

Отметим, что существуют и иные подходы к классификации абстрактных моделей. Общепринятая точка зрения еще не установилась.

Так, *например*, в прикладных науках различают следующие виды абстрактных моделей:

- 1) чисто аналитические математические модели, не использующие компьютерных средств;
- 2) информационные модели, имеющие приложения в информационных системах;
- 3) вербальные языковые модели;
- 4) компьютерные модели, которые могут использоваться для:
 - численного математического моделирования;
 - визуализации явлений и процессов (как для аналитических, так и для численных моделей);
 - специализированных прикладных технологий, использующих компьютер (как правило, в режиме реального времени) в сочетании с измерительной аппаратурой, датчиками и т. п.

4. Понятие моделирования

Моделирование - метод научного исследования явлений, процессов, объектов, устройств или систем, основанный на построении, изучении и использовании моделей с целью получения новых знаний, совершенствования характеристик объектов исследований или управления ими.

При моделировании прослеживается процесс замещения реального объекта с помощью объекта-модели с целью изучения субъектом реального объекта или передачи

информации о свойствах реального объекта. Замещаемый объект называется *оригиналом*, замещающий – *моделью*.

Все существующие в настоящее время приемы моделирования можно (условно) разделить на *материальные* и *идеальные*.

Материальное моделирование - это моделирование, при котором исследование объекта выполняется с использованием его материальной аналогии (от греч. *analogia* – соответствие, соразмерность), воспроизводящую основные физические, геометрические, динамические и функциональные характеристики данного объекта. К таким моделям, например, можно отнести использование макетов в архитектуре, моделей и экспериментальных образцов при создании различных транспортных средств.

Идеальное моделирование отличается от материального тем, что оно основано не на материальной аналогии объекта и модели, а на аналогии идеальной, мыслимой и всегда носит теоретический характер.

Чем более сложным и надежным должно быть техническое изделие, тем большее число видов моделей необходимо применить на этапе его проектирования.

Как правило, сложные изделия создаются целыми коллективами разработчиков. Вся совокупность применяемых ими разнообразных моделей позволяет сформировать общую для всего коллектива «идеальную» модель разрабатываемого изделия. Реальное техническое изделие можно рассматривать как «материальную» модель (*аналог*), созданную авторами «идеальной» модели.

5. Цели моделирования

Основными целями, преследуемыми при моделировании в научной сфере, могут являться:

1. *Прогнозирование будущего состояния и поведения системы.* Самым важным и наиболее распространенным предназначением моделей является их применение при изучении и прогнозировании поведения сложных процессов и явлений. Следует учитывать, что некоторые объекты и явления вообще не могут быть изучены непосредственным образом. Недопустимы, например, эксперименты с экономикой страны или со здоровьем ее населения. Невозможно провести эксперимент по прямому исследованию структуры звезд. Многие эксперименты неосуществимы в силу своей дороговизны или рискованности для человека и/или среды его обитания.

2. *Постановка экспериментов над моделью с последующей интерпретацией их результатов применительно к моделируемой системе.* Как правило, предварительные всесторонние исследования различных моделей явления предшествуют проведению любых сложных экспериментов. Более того, эксперименты на моделях с применением ЭВМ позволяют разработать план натуральных экспериментов, выяснить требуемые характеристики измерительной аппаратуры, наметить сроки проведения наблюдений, а также оценить стоимость такого эксперимента. Другое, не менее важное, предназначение моделей состоит в том, что с их помощью выявляются наиболее существенные факторы, формирующие те или иные свойства объекта, поскольку сама модель отражает лишь некоторые основные характеристики исходного объекта. Например, исследуя движение массивного тела в атмосфере вблизи поверхности Земли, можно выяснить, что его ускорение существенно зависит от массы и геометрической формы (в частности - от величины поперечного к направлению движения сечения тела), но не зависит от цвета поверхности.

3. *Обучение и тренинг специалистов.* Модель позволяет научиться правильно управлять объектом, апробируя различные варианты управления на модели этого объекта. Использовать для этого реальный объект часто бывает рискованно или просто невозможно. Например, получить первые навыки в управлении современным самолетом

безопаснее, быстрее и дешевле на тренажере (т. е. модели), чем подвергать себя и дорогую машину риску.

Если свойства объекта с течением времени меняются, то особое значение приобретает *задача прогнозирования состояний* такого объекта под действием различных факторов. Например, при проектировании и эксплуатации любого сложного технического устройства желательно уметь прогнозировать изменение надежности функционирования, как отдельных подсистем, так и всего устройства в целом.

Итак, модель *нужна* для того, чтобы:

- *понять*, как устроен конкретный объект: какова его структура, основные свойства, законы развития, саморазвития и взаимодействия с окружающей средой;
- *научиться* управлять объектом или процессом, определять наилучшие способы управления при заданных целях и критериях;
- *прогнозировать* прямые и косвенные последствия реализации заданных способов и форм воздействия на объект.

б. Виды моделирования

Моделирование представляет собой один из основных методов познания, является формой отражения действительности и заключается в выяснении или воспроизведении тех или иных свойств реальных объектов, предметов и явлений с помощью других объектов, процессов, явлений, либо с помощью абстрактного описания в виде изображения, плана, карты, совокупности уравнений, алгоритмов и программ.

Возможности моделирования *закключаются* в переносе результатов, полученных в ходе построения и исследования модели, на оригинал. Модель в определенном смысле отображает (воспроизводит, моделирует, описывает, имитирует) некоторые интересующие исследователя черты объекта. Моделирование как форма отражения действительности широко распространено. Достаточно полная классификация возможных видов моделирования затруднительна в силу многозначности понятия «модель», широко используемого не только в науке и технике, но в искусстве, и в повседневной жизни. Однако *применительно к естественным и техническим наукам* принято различать следующие виды моделирования:

- *концептуальное моделирование*, при котором совокупность уже известных представлений относительно исследуемого объекта или системы истолковывается с помощью некоторых специальных знаков, символов, операций над ними или с помощью естественного или искусственного языков;

- *физическое (натурное) моделирование*, при котором модель и моделируемый объект представляют собой реальные объекты или процессы единой или различной физической природы, причем между процессами в объекте-оригинале и в модели выполняются некоторые соотношения подобия, вытекающие из схожести физических явлений:

- *структурно-функциональное моделирование*, при котором моделями являются схемы (блок-схемы), графики, чертежи, диаграммы, таблицы, рисунки, дополненные специальными правилами их объединения и преобразования:

- *математическое (логико-математическое) моделирование*, при котором моделирование, включая построение модели, осуществляется средствами математики и логики;

- *имитационное (компьютерное) моделирование*, при котором логико-математическая модель исследуемого объекта представляет собой алгоритм функционирования объекта, реализованный в виде программного комплекса для компьютера.

Перечисленные виды моделирования не являются взаимоисключающими и могут применяться при исследовании сложных объектов либо одновременно, либо в некоторой

комбинации. Кроме того, *например*, концептуальное и структурно-функциональное моделирование неразличимы между собой, так как блок-схемы являются специальными знаками с установленными операциями над ними.

7. Основные понятия компьютерного моделирования

Традиционно под моделированием на ЭВМ понималось лишь имитационное моделирование. Однако, и при других видах моделирования компьютер может быть полезен. Например, при математическом моделировании выполнение одного из основных этапов – построение математических моделей по экспериментальным данным – в настоящее время просто невозможно без компьютера. В последние годы, благодаря развитию графического интерфейса и графических пакетов, широкое развитие получило *компьютерное структурно-функциональное моделирование*. Положено начало привлечения компьютера даже к *концептуальному моделированию*, где он используется, например, при построении *систем искусственной интеллекта*.

Таким образом, понятие «компьютерное моделирование» значительно шире традиционного понятия «моделирование на ЭВМ» и нуждается в уточнении, учитывающем сегодняшние достижения.

В настоящее время под *компьютерной моделью* понимают:

– условный образ объекта или некоторой системы объектов (или процессов), описанный с помощью взаимосвязанных компьютерных таблиц, блок-схем, диаграмм, графиков, рисунков, анимационных фрагментов, гипертекстов, отображающих структуру и взаимосвязи между элементами объекта. Компьютерные модели такого вида называются *структурно-функциональными моделями* (например, модели информационных систем, модели баз данных и т. д.);

– отдельную программу, совокупность программ, программный комплекс, позволяющие с помощью последовательности вычислений и графического отображения их результатов воспроизводить (имитировать) процессы функционирования объекта, системы объектов при условии воздействия на объект различных случайных факторов. Такие модели называются *имитационными моделями* (например, имитация деления клеток в биологии, имитация движения спутников по заданной орбите и т. д.)

Компьютерное моделирование – метод решения задачи анализа или синтеза сложной системы на основе использования ее компьютерной модели. Суть компьютерного моделирования заключена в получении количественных и качественных результатов по имеющейся модели. Количественные выводы в основном носят характер прогноза некоторых будущих или объяснения прошлых значений переменных характеризующих систему.

Предметом компьютерного моделирования могут быть: информационно-вычислительная сеть, технологический процесс, любой реальный объект или процесс в любой предметной области (физике, химии, биологии, экономике, автомобилестроении и т.д.)

Основные требования, предъявляемые к компьютерным моделям:

1. *Универсальность* – характеризует полноту отображения моделью изучаемых свойств реального объекта.

2. *Адекватность* – способность отражать нужные свойства объекта с погрешностью не выше заданной.

3. *Точность* – оценивается степенью совпадения значений характеристик реальною объекта и значений этих характеристик, полученных с помощью моделей.

4. *Экономичность* – определяется затратами ресурсов ЭВМ памяти и времени на ее реализацию и эксплуатацию.

Компьютерная модель сложной системы должна, по возможности, отображать все основные факторы и взаимосвязи, характеризующие реальные ситуации, критерии и

ограничения. Модель должна быть достаточно универсальной, чтобы описывать близкие по назначению объекты, и в то же время достаточно простой, чтобы позволить выполнить необходимые исследования с разумными затратами.

Задание.

Дать ответы, оформив в текстовом редакторе Word, на контрольные вопросы.

1. Что понимают под моделью?
2. Перечислите основные свойства модели, поясните их.
3. Что представляет собой модель копия?
4. Что представляет собой абстрактная модель?
5. Приведите классификацию абстрактных моделей, дайте пояснения.
6. Дайте определение моделирования.
7. Какой объект называют оригиналом, а какой - моделью?
8. Дайте определение материальному моделированию, приведите примеры.
9. В чем отличие идеального моделирования?
10. Перечислите основные цели моделирования, поясните их.
11. Для чего нужна модель?
12. Какие виды моделирования принято различать применительно к естественным и техническим наукам, поясните их?
13. Что понимают под компьютерной моделью, укажите названия моделей?
14. Что такое компьютерное моделирование, в чем его суть?
15. Что может быть предметом компьютерного моделирования?
16. Перечислите основные требования, предъявляемые к компьютерным моделям, поясните их.

Присылать задание, выполненное в текстовом редакторе **Microsoft Word** и сохраненное в файл с расширением **doc** или **docx**:

Подгруппа Плохих А.В. – в ВК в личные сообщения

<https://vk.com/id134665099>

Название файла, пример: **Иванов И. ПХ-111 24.12**

Срок исполнения задания: 28.12.2020