

Задача о моделировании

Т.Ю. Селихова

Автор: Селихова Татьяна Юрьевна, учитель информатики и ИКТ средней школы № 4 с. Монастырище Черниговского района Приморского края.

Предмет: Информатика и ИКТ.

Класс: 10.

Тема: Формализация и моделирование.

Профиль: Общеобразовательный.

Уровень: Общий.

Текст задачи. В 1870 году английское Адмиралтейство спустило на воду новый броненосец «Кэптен». Корабль вышел в море и перевернулся. Погиб корабль. Погибли 523 человека.

Это было совершенно неожиданно для всех. Для всех, кроме одного человека. Им был английский учёный-кораблестроитель В. Рид, который предварительно провёл исследования на модели броненосца и установил, что корабль опрокинется даже при небольшом волнении. Но учёному, проделывающему какие-то несерьёзные опыты с «игрушкой», не поверили лорды из Адмиралтейства. И случилось непоправимое...

Человек применяет модели с незапамятных времён при

изучении сложных явлений, процессов, конструировании новых сооружений. Хорошо построенная модель, как правило, доступнее для исследования, чем реальный объект. Более того, некоторые объекты вообще не могут быть изучены непосредственным образом.

Что такое модель? Какие виды моделирования существуют? Какой вид модели использовал В. Рид и какую модель с той же целью можно было бы использовать в настоящее время?

а) Выделите ключевые слова для информационного поиска.

б) Найдите и соберите необходимую информацию.

в) Обсудите и проанализируйте собранную информацию.

г) Сделайте выводы.

д) Сравните ваши выводы с культурным образцом.

Возможные информационные источники

Книги:

Гейн А., Линецкий Е., Сапир М., Шолохович В. Информатика: модели, алгоритмы и исполнители // ИНФО. 89. № 3.

Казиев В. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент // ИНФО. 90. № 5.

Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. М: Наука, 1997.

Хеннер Е.К., Шестаков А.П. Математическое моделирование: Пособие для учителя. Пермь, 1995.

Web-сайты:

www.wikipedia.ru

http://window.edu.ru/window_catalog/

Культурный образец

Заболотский В.П., Оводенко А.А., Степанов А.Г. Математические модели в управлении: Учеб. пособие. Спб.: СпбГУАП, 2001.

Исследование организационных систем и протекающих в них процессов путём наблюдения за ними или проведения на системах эксперимента для выявления интересующих исследователя свойств и характеристик систем, а также закономерностей протекающих в них процессов сопряжено со значительными трудностями. Это обусловлено сложностью исследуемых объектов, большими материальными и временными затратами на наблюдение и проведение эксперимента, ненаблюдаемостью многих параметров и характеристик систем и процессов. Кроме того, проведение эксперимента на системах в отдельных случаях оказывается невозможным, так как связано с разрушением и уничтожением исследуемой системы либо с нанесением невосполнимого ущерба отдельным личностям и коллективам людей. Поэтому основным методом изучения организационных систем и протекающих в них процессов, в том числе процессов управления, является моделирование.

Моделирование — это метод изучения сложного объекта путём его замены более удобным для исследования объектом, сохраняющим существенные черты изучаемого объекта, а также процесс построения замещающего объекта.

Модель — это объект любой природы, который, отображая или воспроизводя исследуемый объект, способен замещать его так, что изучение

замещающего объекта позволяет получить новую информацию о замещаемом объекте.

Замещаемый при моделировании объект называют оригиналом. Сущность моделирования состоит в замещении оригинала моделью, исследовании модели и переносе полученных при исследовании результатов на оригинал. Такой перенос становится правомочным только при соблюдении определённых условий, к которым относится наличие у оригинала и модели сходства, подобия или аналогии.

...Решение о том, какую систему считать моделью, а какую — оригиналом при наличии между рассматриваемыми системами модельного отношения, определяется целями моделирования.

Основными целями моделирования являются:

- описание строения и поведения системы;
- построение теорий и гипотез, объясняющих наблюдаемое строение и поведение системы;
- прогнозирование будущего строения и поведения системы.

К основным принципам моделирования относятся:

- целенаправленность моделирования;
- «удобство» модели для проведения исследований;
- соответствие степени адекватности модели целям моделирования.

Принцип целенаправленности моделирования означает, что модель должна быть средством достижения целей, ради которых осуществляется моделирование.

Принцип «удобства» модели говорит о том, что проведение исследований на модели должно быть проще и

удобнее, чем на оригинале, а получаемые результаты исследований — допустить достаточно простую интерпретацию.

Принцип соответствия степени адекватности модели целям моделирования предполагает, что требуемая адекватность модели оригиналу определяется целями исследования. Если адекватность модели будет ниже требуемой, то результаты моделирования будут недостаточно достоверными, чтобы обеспечить достижение цели моделирования. Если же адекватность модели оригиналу будет выше требуемой, то сложность модели может не обеспечить выполнения принципа «удобства» модели, т.е. модель может оказаться сравнимой по сложности с оригиналом, либо результаты моделирования могут не поддаваться интерпретации. В этом случае цели моделирования также не будут достигнуты.

Перечисленные выше цели и принципы моделирования позволяют сформулировать следующие требования к модели, которая должна:

- объективно соответствовать моделируемому объекту;
- позволять замещать изучаемый объект на определённых этапах исследования;
- давать в ходе исследования новую информацию, допускающую опытную проверку;
- содержать совокупность достаточно чётких правил перехода от модельной информации к информации о моделируемом объекте.

Кроме того, модель должна быть:

- простой и понятной пользователю;
- целенаправленной;
- надёжной в смысле гарантии от получения абсурдных результатов;

- удобной в обращении;
- полной с точки зрения достижения основных целей;
- адаптивной, т.е. допускающей изменение и развитие модели по мере получения дополнительной информации;
- повторяемой.

Модели широко применяются как средства отражения и осмысления реального мира, общения и тренажа, прогнозирования и экспериментирования. Одним из наиболее важных применений моделей является прогнозирование поведения моделируемых объектов.

Классификация моделей и методов моделирования

Одним из основных признаков, по которым проводится классификация моделей и методов моделирования, являются средства моделирования или способ реализации модели. По этому признаку моделирование подразделяется на материальное и идеальное. При материальном моделировании моделями служат материальные объекты, отражающие в той или иной степени свойства объектов моделирования. Модели в этом случае либо строятся исследователем, либо отбираются им в окружающем мире. В зависимости от степени сходства модели и оригинала различают три основных вида материального моделирования: геометрическое, физическое и аналоговое.

При геометрическом моделировании в качестве модели используются материальные объекты, геометрически подобные оригиналу (макеты, муляжи, копии и т.д.), воспроизводящие пространственно-геометрические

РЕСУРСЫ

кие характеристики оригинала безотносительно к его физической природе. В основу построения геометрических моделей положено определение подобия в геометрии, согласно которому два объекта считаются геометрически подобными, если можно добиться их совмещения с помощью линейных преобразований. В управлении геометрические модели находят незначительное применение.

При *физическом моделировании* моделями служат материальные объекты, подобные оригиналу и имеющие с ним одинаковую физическую природу. Основу физического моделирования составляют теория подобия и теория размерностей. Физические модели широко применяются в технике при разработке и проектировании технических систем.

В первую очередь это относится к таким областям техники, как гидротехника, самолёто- и кораблестроение.

Аналоговое моделирование основывается на наличии сходства между объектами различной физической природы, т.е. аналогии между моделью и оригиналом. Чаще всего при аналоговом моделировании используют тождественность математического описания процессов в оригинале и модели. При такой трактовке аналоговая модель представляет материальную систему, в которой происходят физические процессы, отличные от процессов в оригинале, но те и другие могут быть описаны одинаковыми или подобными математическими выражениями. Аналоговые модели относятся к моделям прямой аналогии, если моделирование осуществляется с помощью реальных материальных объектов, и к моделям непрямо ана-

логии, если для моделирования используются аналоговые ЭВМ.

Во всех случаях материального моделирования модель — это материальное отражение исходного объекта. Исследование состоит в материальном воздействии на неё, т.е. в экспериментировании с моделью.

Поэтому материальное моделирование по своей природе является экспериментальным методом.

Идеальное моделирование основывается не на материальной, а на идеальной, мыслимой связи между объектами. В этом его принципиальное отличие от материального моделирования. В идеальном моделировании различают формализованное и неформализованное (интуитивное).

При *неформализованном моделировании* моделью является не зафиксированное точно мысленное отражение моделируемого объекта, служащее основой для рассуждений и принятия решений. Эффективность такого моделирования в значительной степени зависит от опыта и интуиции лица, его осуществляющего. Другим недостатком неформализованных моделей является их плохая повторяемость при воспроизведении таких моделей разными лицами, так как один и тот же объект может восприниматься разными исследователями по-разному, что может привести не только к несовпадающим, но и прямо противоположным выводам.

При *формализованном моделировании* моделями служат системы знаков или образов, вместе с которыми задаются правила их преобразования и интерпретации.

Образное моделирование использует в качестве моделей идеальные образы исследуемых объектов,

причём эти образы воспринимаются всеми исследователями одинаково, а правила взаимодействия образов, используемых в модели, чётко фиксированы. Примерами таких моделей являются идеальный газ, идеальная жидкость — в физике, точка, линия — в геометрии и т.д. Исследования на таких моделях принято называть мысленным экспериментом.

Знаковое моделирование использует в качестве моделей системы знаков в совокупности с правилами их преобразования и интерпретации. Знаки могут быть различными. Примерами знаковых моделей могут служить карты местности, химические формулы, описания объектов на любом из языков. Важнейшим видом знакового моделирования является математическое моделирование, а знаковой модели — математическая модель.

Математическая модель — это знаковая модель исследуемой системы, составленная на языке математики.

Математическая модель представляет собой совокупность математических выражений, отражающих существенные для исследования свойства моделируемого объекта.

Математическое моделирование — это процесс построения и оперирования математической моделью с целью получения информации о моделируемом объекте.

...Математические модели относятся к классу вполне формализованных моделей.

По сравнению с другими видами моделирования математическое моделирование как метод исследования обладает следующими преимуществами:

- универсальностью, обусловленной универсальностью математики как языка описания и метода исследования объектов окружающего мира;

- практическим отсутствием ограничений на применение, так как математическое моделирование пригодно для исследования любых объектов;

- высокой адаптивностью, т.е. возможностью внесения требуемых изменений в модель при необходимости;

- меньшими материальными и временными затратами на моделирование;

- возможностью проведения исследований на критических режимах, которые приводят к разрушению материальных моделей.

Особенно ярко преимущества математического моделирования проявились с появлением ЭВМ. Моделирование с помощью ЭВМ позволило решать многие задачи исследования, которые по уровню сложности и затратам на их решение не могли быть решены другими методами. К таким задачам относятся задачи управления сложными организационными системами и исследования в них информационных процессов. Поэтому математическое моделирование является важнейшим методом исследования в теории управления и кибернетике.

Модели и методы моделирования кроме рассмотренного аспекта классификации, а именно по средствам моделирования, могут быть классифицированы по характеристикам моделируемого объекта, которые отражаются в модели. Так как основными характеристиками систем являются их структура и поведение (функционалирование), то по данному при-

знаку различают следующие виды моделирования: структурное, структурно-функциональное, функционально-структурное, функциональное.

При *структурном моделировании* оригинал и модель отождествляются на основе сходства, подобия, аналогии их структур.

При *функциональном моделировании* оригинал и модель отождествляются на основе сходства, подобия, аналогии их функционирования.

Структурно-функциональное и функционально-структурное моделирование являются промежуточными случаями структурного и функционального моделирования, различающимися степенью учёта структуры и функционирования оригинала при моделировании.

Сложность модели определяется строением модели и характеризует возможность её использования при моделировании. Чем сложнее модель, тем больше трудностей возникает при её использовании. Для оценивания сложности задают соответствующие показатели и критерии сложности, формирование и использование которых рассматривается в разделах системных направлений, относящихся к структурному анализу систем. Возможность применения данных показателей обусловлена тем, что модель всегда можно рассматривать как систему.

Информативность — свойство модели, характеризующее её способность в процессе моделирования отображать или воспроизводить информацию об оригинале. Показателями информативности могут служить различные меры информации, используемые при измерении её

количества и качества и рассматриваемые в теории информации.

Интерпретируемость модели — свойство модели, которое характеризует возможность переноса новой информации, получаемой с помощью модели, на оригинал. Количественные характеристики данного свойства модели пока практически не разработаны.

Рассмотренные составляющие качества модели достаточно тесно связаны между собой. Так, повышение степени адекватности модели чаще всего ведёт к её усложнению и уменьшению возможности интерпретации. Поэтому качество модели с повышением её адекватности может не только увеличиваться, но и уменьшаться, что требует компромиссного подхода к заданию требований к адекватности, сложности, информативности и интерпретируемости моделей.

Методический комментарий

Задача направлена на изучение программного материала и расширение знаний учащихся по теме «Формализация и моделирование».

Ключевыми являются слова: «модель», «моделирование»; фразы: «виды моделирования», «броненосец «Кэптен», «учёный-кораблестроитель В. Рид».

Культурный образец не даёт точного и чёткого ответа на вопрос о том, какую модель использовал учёный. Вывод может быть получен учащимися в результате анализа информации и соотнесения полученных сведений и времени эксперимента. На данном уроке особую ценность будет иметь дискуссия, которая может возникнуть по третьему вопросу задачи.