**Информатика, 1 курс**

**Законспектировать материал**

**Лекция *"Моделирование и формализация"***

**Моделирование**

Нас окружает необычайно интересный и сложный мир, познавать который человек начинает с ранних лет.

Детские игрушки похожи на объекты, окружающего мира: людей, животных, автомобили, здания и т. п.

Играя в различные игры, дети воспроизводят отношения, которые складываются в обществе («дочки-матери», «космонавты», «больница» и т. п.)

Наглядные модели часто используются в процессе *обучения*. В школе на уроках в качестве наглядных пособий используются различные макеты, муляжи, карты, схемы, таблицы. Все это служит для изучения тех объектов, явлений и процессов, которые сложно или невозможно изучить непосредственно. Например, в курсе географии первые представления о нашей планете Земля мы получаем, изучая ее модель — глобус.

В своей профессиональной деятельности – научной, практической, художественной – человек также использует модели, т.е. создает образ того объекта (процесса или явления), с которым ему приходится иметь дело.

Модели играют чрезвычайно важную роль *в проектировании* и создании различных технических устройств, машин и механизмов, зданий, электрических цепей и т. д. Без предварительного создания чертежа невозможно изготовить даже простую деталь, не говоря уже о сложном механизме. В процессе проектирования зданий и сооружений кроме чертежей часто изготавливают макеты. В процессе разработки летательных аппаратов поведение их моделей в воздушных потоках исследуют в аэродинамической трубе.

Развитие науки невозможно без создания *теоретических моделей* (теорий, законов, гипотез), отражающих строение, свойства и поведение реальных объектов. Создание новых теоретических моделей иногда коренным образом меняет представление человечества об окружающем мире (гелиоцентрическая система мира Коперника, модель атома Резерфорда-Бора, модель расширяющейся Вселенной, модель генома человека).

Все *художественное творчество* фактически является процессом создания моделей. Например, такой литературный жанр, как басня, переносит реальные отношения между людьми на отношения между животными и фактически создает модели человеческих отношений.

Практически любое литературное произведение может рассматриваться как модель реальной человеческой жизни. Моделями, в художественной форме отражающими реальную действительность, являются также живописные полотна, скульптуры, театральные постановки и т.д.

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Таким образом, создание и исследование моделей является неотъемлемым элементом любой целенаправленной деятельности.** |

**Что же такое модель?**

В реальной жизни этот термин имеет множество значений:

**Модель** (фр. *modele*, ит. *modello*, лат. *Modulus* — **мера, образец**) — это:

* ***некоторое упрощенное подобие*** реального объекта;
* ***воспроизведение предмета в уменьшенном или увеличенном виде*** (макет);
* ***схема, изображение или описание*** какого-либо явления или процесса в природе и обществе;
* ***физический или информационный аналог объекта***, функционирование которого по определенным параметрам подобно функционированию реального объекта;
* ***новый объект*** (реальный, информационный или воображаемый), отличный от исходного, который обладает существенными для целей моделирования свойствами и в рамках этих целей полностью заменяет исходный объект.

|  |  |
| --- | --- |
|  | ***Модель*** — материальный объект или образ *(мысленный или условный: гипотеза, идея, абстракция, изображение, описание, схема, формула, чертёж, план, карта, блок-схема алгоритма, ноты и т. п.),* упрощённо отображающие самые существенные свойства объекта исследования.  ***Моделирование*** - метод познания, состоящий в создании и исследовании моделей. |

Вероятно, первыми моделями, которые замещали реальные объекты, были языковые знаки. Они возникли в ходе развития человечества и постепенно превратились в разговорный язык. Первые наскальные рисунки (петроглифы), имеющие возраст в 200 тысяч лет, были графическими моделями, которые изображали бытовые сцены, животных и сцены охоты. Следующим этапом развития моделирования можно считать возникновение систем счисления и числовых знаков.

Моделирование получило развитие ещё в Древней Греции. В V—III вв. до н. э Птолемей создал геометрическую модель Солнечной системы, а Гиппократ использовал для изучения строения глаза человек глаз быка (как физическую модель глаза).

**Зачем создаются модели?**

Модели позволяют представить в ***наглядной форме*** объекты и процессы, недоступные для непосредственного восприятия, поэтому к созданию моделей прибегают, когда исследуемый объект либо очень велик (модель Солнечной системы), либо очень мал (модель атома), когда процесс протекает очень быстро (модель двигателя внутреннего сгорания) или очень медленно (геологические модели), исследование объекта может привести к его разрушению (модель самолета) или создание объекта очень дорого (архитектурный макет города) и т.д.

Строгие правила построения моделей сформулировать невозможно, однако человечество накопило богатый опыт моделирования различных объектов и процессов.

При построении модели необходимо учитывать

**Цель моделирования**

Рассмотрим несколько примеров моделей, созданных с разной целью:

тренажер, для обучения управлением самолетом;

манекен для примерки одежды;

план Московского Кремля

таблица Менделеева.

*Попробуйте сами определить, для какой цели была создана каждая из перечисленных моделей, и кому она может быть полезна?*

Как видно из примеров, человек создает модели объектов, которые позволяют решать самые разнообразные задачи:

создание объектов с заданными свойствами;

объяснение известных фактов;

построение гипотез;

получение новых знаний об исследуемых объектах;

прогнозирования;

управления и пр.

Разные науки исследуют объекты и процессы под разными углами зрения и строят различные типы моделей. В физике изучаются процессы взаимодействия и изменения объектов, в химии - их химический состав, в биологии – строение и поведение живых организмов и так далее.

Каждый объект имеет большое количество **различных свойств**. Никакая модель не может заменить сам объект. Но при решении конкретной задачи, когда нас интересует определенное свойство изучаемого объекта, модель оказывается полезным, а подчас и единственным инструментом исследования.

В процессе построения модели выделяются главные, наиболее существенные для проводимого исследования свойства.

*Например*: В процессе исследования аэродинамических качеств модели самолета в аэродинамической трубе важно, чтобы модель имела геометрическое подобие оригинала, но не важен, например, ее цвет.

Разные науки исследуют объекты и процессы под разными углами зрения и строят различные типы моделей. В физике изучаются процессы взаимодействия и изменения объектов, в химии — их химический состав, в биологии — строение и поведение живых организмов и так далее.

Возьмем в качестве примера человека: в разных науках он исследуется в рамках различных моделей. В рамках механики его можно рассматривать как материальную точку, в химии — как объект, состоящий из различных химических веществ, в биологии — как систему, стремящуюся к самосохранению.

Таким образом, можно сказать, что **основная цель моделирования** – это изучение и исследование объекта или явления, для которого модель построена.

***Достоинствами*** метода моделирования являются:

* универсальность;
* небольшая стоимость;
* меньшая продолжительность во времени (например, для экономических моделей).

***Недостатками*** являются:

* трудности построения адекватной модели;
* сбор большого количества достоверной информации.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Главное свойство модели -**адекватность,**то есть соответствие моделируемым особенностям оригинала. |

Термин «адекватность» (происходит от лат. adaequatus — «приравненный, равный») означает верное воспроизведение в модели связей и отношений объективного мира. Этим термином характеризуется качество созданной модели.

От модели не требуется достоверности - в этом случае получится не модель, а копия. Степень соответствия определяется целями моделирования. Излишнее сходство с оригиналом столь же бесполезно, как и недостаточное.

Например, детские игрушки - это модели реальных объектов. Уровень соответствия зависит от возраста ребенка. Игрушки для маленьких детей обычно моделируют только форму объекта. Например, модель автомобиля для ребенка трех-четырех лет адекватна, если она имеет кузов, кабину, четыре вращающихся колеса и сохраняет пропорции реальной машины. В более сложных игрушках моделируется взаимодействие между элементами исходного объекта: открываются двери и капот, работают элементы рулевого управления.

***Адекватность теоретических моделей законам реального мира проверяется с помощью опытов и экспериментов.***

С другой стороны, разные объекты могут описываться одной моделью. Так, в механике различные материальные тела (от планеты до песчинки) могут рассматриваться как материальные точки.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Один и тот же объект может иметь **множество моделей,** а разные объекты могут описываться **одной моделью.** |

**Признаки классификаций моделей:**

1) по области использования;

2) по фактору времени;

3) по отрасли знаний;

4) по форме представления.

**1) Классификация моделей по области использования:**

**Учебные модели** – используются при обучении. Это могут быть наглядные пособия, различные тренажеры, обучающие программы.

**Опытные модели** – это уменьшенные или увеличенные копии проектируемого объекта. Используют для исследования и прогнозирования его будущих характеристик.

Например, модель корабля исследуется в бассейне для изучения устойчивости судна при качке, модель автомобиля «продувается» в аэродинамической трубе с целью исследования обтекаемости кузова, модель сооружения используется для привязки здания к конкретной местности и т.д.

**Научно–технические модели** – создаются для исследования процессов и явлений. К таким моделям можно отнести, например, прибор для получения грозового электрического разряда или стенд для проверки телевизоров.

**Игровые модел**и – это военные, экономические, спортивные, деловые игры. Эти модели как бы репетируют поведение объекта в различных ситуациях, проигрывая их с учетом возможной реакции со стороны конкурента, союзника или противника. С помощью игровых моделей можно оказывать психологическую помощь больным, разрешать конфликтные ситуации.

**Имитационные модели** непросто отражают реальность с той или иной степенью точности, а имитируют ее. Эксперименты с моделей проводят при разных исходных данных. По результатам исследования делаются выводы. Такой метод подбора правильного решения получил название (метод проб и ошибок). Например, для выявления побочных действий лекарственных препаратов их испытывают в серии опытов над животными.

**2) Классификация моделей по фактору времени:**

**Статические** – модели, описывающие состояние системы в определенный момент времени (единовременный срез информации по данному объекту). Например, обследование учащихся в стоматологической поликлинике дает состояние их зубов в данный момент времени: соотношение молочных и постоянных, наличие пломб, дефектов и т.п.

**Динамические** – модели, описывающие процессы изменения и развития системы (изменения объекта во времени). Примеры: описание движения тел, развития организмов, процесс химических реакций.

При строительстве дома рассчитывают прочность его фундамента, стен, балок и устойчивость их к постоянной нагрузке. Это статическая модель здания. Но надо так же обеспечить противодействие ветрам, движению грунтовых вод, сейсмическим колебаниям и другим изменяющимся во времени факторам. Эти вопросы можно решить с помощью динамических моделей.

**Таким образом, один и тот же объект можно охарактеризовать и статической и динамической моделью.**

**3) Классификация моделей по отрасли знаний**

- это классификация по отрасли деятельности человека: математические, биологические, химические, социальные, экономические, исторические и т.д.

**4) Классификация моделей по форме представления:**

Все модели можно разбить на два больших класса: **модели предметные (материальные)** и **модели информационные**.

**Материальные** (предметные) модели всегда имеют реальное воплощение. Они отражают внешнее свойство и внутреннее устройство исходных объектов, суть процессов и явлений объекта-оригинала. Это экспериментальный метод познания окружающей среды. Примеры: детские игрушки, скелет человека, чучело, макет солнечной системы, школьные пособия, физические и химические опыты.

**Информационные модели** – целенаправленно отобранная информация об объекте, которая отражает наиболее существенные для исследователя свойства этого объекта.

Информационные модели бывают **образные** и **знаковые**.

**Образные модели** (рисунки, фотографии и др.) представляют собой зрительные образы объектов, зафиксированные на каком-либо носителе информации (бумаге, фото- и кинопленке и др.). Широко используются образные информационные модели в образовании (вспомните учебные плакаты по различным предметам) и науках, где требуется классификация объектов по их внешним признакам (в ботанике, биологии, палеонтологии и др.).

|  |  |
| --- | --- |
| Такие модели отображают объекты, процессы и явления *качественно*, т. е. не используя количественных характеристик. Описательные информационные модели обычно строятся с использованием **естественных языков** и **рисунков**.  В истории науки известны многочисленные описательные информационные модели. Так, гелиоцентрическая модель мира Коперника на естественном языке формулировалась следующим образом: - Земля вращается вокруг Солнца, а Луна вращается вокруг Земли;  - все планеты вращаются вокруг Солнца. |  |

Ярким примером образной модели является географическая карта. Цвет и форма материков, океанов, гор, изображенных на карте, сразу подключает образное мышление. По цвету на карте сразу можно оценить рельеф. Например, с голубым цветом у человека ассоциируется вода, с зеленым цветущий луг, равнина. Карта изобилует условными обозначениями. Зная этот язык, человек может получить достоверную информацию об интересующем его объекте. Информационная модель в этом случае будет результатом осмысления сведений, полученных при помощи органов чувств и информации, закодированной в виде условных изображений.

То же можно сказать о живописи. Неискушенный зритель воспримет картину душой в виде образной модели. Но существуют некоторые художественные языки, соответствующие различным живописным жанрам и школам: сочетание цветов, характер мазка, способы передачи воздуха, объема и т. д. Человеку, знающему эти условности, легче разобраться в том, что имел в виду художник, особенно если произведение не относится к реализму. При этом общее восприятие картины (информационная модель) станет результатом осмысления информации как в образной, так и в знаковой формах.

Еще один пример такой модели — фотография. Фотоаппарат позволяет получить изображение оригинала. Обычно фотография дает нам довольно точное представление о внешнем облике человека. Существуют некоторые признаки (высота лба, посадка глаз форма подбородка), по которым специалисты могут определить характер человека, его склонность к тем или иным поступкам. Этот специальный язык формируется из сведений, накопленных в области физиогномики и собственного опыта. Знающие врачи, взглянув на фото незнакомого человека, увидят признаки некоторых заболеваний. Задавшись разными целями, по одной и той же фотографии можно получить различные информационные модели. Они будут результатом обработки образной информации, полученной при разглядывании фотографии, и информации, сложившейся на основе знания специального профессионального языка.

**Формализация**

Знаковые информационные модели строятся с использованием различных языков (знаковых систем). Знаковая информационная модель может быть представлена в форме текста (например, программы на языке программирования), формулы (например, второго закона Ньютона F = m × а), таблицы (например, периодической таблицы элементов Д. И. Менделеева) и так далее.

Иногда при построении знаковых информационных моделей используются одновременно несколько различных языков. Примерами таких моделей могут служить географические карты, графики, диаграммы и пр. Во всех этих моделях используются одновременно как язык графических элементов, так и символьный язык.

На протяжении своей истории человечество использовало различные способы и инструменты для создания информационных моделей. Эти способы постоянно совершенствовались. Так, первые информационные модели создавались в форме наскальных рисунков, в настоящее же время информационные модели обычно строятся и исследуются с использованием современных компьютерных технологий.

С помощью формальных языков строятся *формальные информационные модели* (математические, логические и др.). Одним из наиболее широко используемых формальных языков является математика. Модели, построенные с использованием математических понятий и формул, называются *математическими моделями*. Язык математики является совокупностью формальных языков. С некоторыми из них (алгебра, геометрия, тригонометрия) вы знакомитесь в школе, с другими (теория множеств, теория вероятностей и др.) сможете ознакомиться в процессе дальнейшего обучения.

Язык алгебры позволяет формализовать функциональные зависимости между величинами. Так, Ньютон формализовал гелиоцентрическую систему мира, открыв законы механики и закон всемирного тяготения и записав их в виде алгебраических функциональных зависимостей. В школьном курсе физики рассматривается много разнообразных функциональных зависимостей, выраженных на языке алгебры, которые представляют собой математические модели изучаемых явлений или процессов.

Язык алгебры логики (алгебры высказываний) позволяет строить *формальные логические модели*. С помощью алгебры высказываний можно формализовать (записать в виде логических выражений) простые и сложные высказывания, выраженные на естественном языке. Построение логических моделей позволяет решать логические задачи, строить логические модели устройств компьютера (сумматора, триггера) и так далее.

В естественных науках (физике, химии и др.) строятся формальные модели явлений и процессов. В большинстве случаев для этого применяется универсальный математический язык алгебраических формул. Однако в некоторых случаях используются специализированные формальные языки (в химии - язык химических формул, в музыке - нотная грамота и т. д.).

|  |  |
| --- | --- |
|  | Процесс построения информационных моделей с помощью формальных языков называется **формализацией**. |

В процессе познания окружающего мира человечество постоянно использует моделирование и формализацию. При изучении нового объекта сначала обычно строится его описательная информационная модель на естественном языке, затем она формализуется, то есть выражается с использованием формальных языков (математики, логики и др.).

**Визуализация формальных моделей**

В процессе исследования формальных моделей часто производится их визуализация. Для визуализации алгоритмов используются блок-схемы: пространственных соотношений между объектами - чертежи, моделей электрических цепей - электрические схемы, логических моделей устройств - логические схемы и так далее.

Так при визуализации формальных физических моделей с помощью анимации может отображаться динамика процесса, производиться построение графиков изменения физических величин и так далее. Визуальные модели обычно являются интерактивными, то есть исследователь может менять начальные условия и параметры протекания процессов и наблюдать изменения в поведении модели.

В настоящее время широкое распространение получили компьютерные интерактивные визуальные модели. В таких моделях исследователь может менять начальные условия и параметры протекания процессов и наблюдать изменения в поведении модели.