

## Тема: 2.1. Моделирование и формализация. Системный подход в моделировании.

### Ключевые слова:

- **объект-оригинал**
- **модель**
- **моделирование**
- **натурная модель**
- **информационная модель**

### **Литература:**

1. Н.Д. Угринович «Информатика и ИКТ, 11 кл», с. 80-98
2. Сергеева И.И. «Информатика», 2011г.,
3. [http://ивановам.рф/informatika\\_06\\_fgos/informatika\\_materialy\\_zanytii\\_06\\_14\\_fgos.html](http://ивановам.рф/informatika_06_fgos/informatika_materialy_zanytii_06_14_fgos.html)

### **Модели объектов и их назначение**

Стремясь познать объекты окружающего мира, человек взаимодействует с существующими объектами и создаёт новые объекты.

Одним из методов познания объектов окружающего мира является **моделирование**, состоящее в создании и исследовании «заместителей» реальных объектов. «Объект-заместитель» принято называть **моделью**, а исходный объект — **прототипом** или **оригиналом**.



Рис. 23

Например, в разговоре мы замещаем реальные объекты их именами, оформители витрин используют манекен — модель человеческой фигуры, конструкторы строят модели самолётов и автомостроют модели самолетов и автомобилей, а архитекторы — макеты зданий, мостов и парков.

Моделью является любое наглядное пособие, используемое на уроках в школе: глобус, муляж, карта, схема, таблица и т. п. (рис. 23).

### ***Что общего у всех моделей? Какими свойствами они обладают?***

**Во-первых**, модель не является точной копией объекта-оригинала: она отражает только часть его свойств, отношений и особенностей поведения. Например, на манекен можно надеть костюм, но с ним нельзя поговорить. Модель автомобиля может быть без мотора, а макет дома — без электропроводки и водопровода.

**Во-вторых**, поскольку любая модель всегда отражает только часть признаков оригинала, то можно создавать и использовать разные модели одного и того же объекта. Например: мяч может воспроизвести только одно свойство Земли — её форму; обычный глобус отражает, кроме того, расположение материков; а глобус, входящий в состав действующей модели Солнечной системы, — ещё и траекторию движения Земли вокруг Солнца.

Чем больше признаков объекта отражает модель, тем она полнее. Однако отразить в модели все свойства объекта-оригинала невозможно, а чаще всего и не нужно. Ведь при создании модели человек, как правило, преследует вполне определенную цель и стремится наиболее полно отразить только те признаки объектов, которые кажутся ему важными, существенными для реализации этой цели. Если, например, модель самолёта создается для коллекции, то в ней воспроизводится внешний вид самолета, а не его лётные характеристики.

От **цели моделирования** зависят требования к модели: *какие именно признаки объекта-оригинала она должна отражать.*

**Отразить в модели признаки** оригинала можно одним из двух способов.

**Во-первых**, признаки можно **скопировать, воспроизвести**. Такую модель называют **натурной (материальной)**. Примерами натуральных моделей являются муляжи и макеты — уменьшенные или увеличенные копии, воспроизводящие внешний вид объекта моделирования (глобус), его структуру (модель Солнечной системы) или поведение (радиоуправляемая модель автомобиля).

**Во-вторых**, признаки оригинала можно **описать на одном из языков кодирования информации** — дать словесное описание, привести формулу, схему или чертёж. Такую модель называют **информационной**.

Модели используются человеком для:

- представления материальных предметов (макет застройки жилого района в мастерской архитектора);
- объяснения известных фактов (макет скелета человека в кабинете биологии);
- проверки гипотез и получения новых знаний об исследуемых объектах (модель полёта самолёта новой конструкции в аэродинамической трубе);
- (сделанные из космоса фотоснимки движения воздушных масс);
- управления (расписание движения поездов) и т. д.

## **Моделирование как метод познания.**

### **Классификация и формы представления моделей**

#### **Основные понятия**

**Любой аналог (образ)** какого-либо объекта, процесса или явления, **используемый в качестве заменителя** (представителя) оригинала, называется **моделью** (от лат. *modulus* — образец).

Каждый объект имеет большое количество различных свойств.

В процессе построения модели выделяются главные, наиболее существенные, свойства.

Так, модель самолета должна иметь геометрическое подобие оригиналу, модель атома — правильно отражать физические взаимодействия, архитектурный макет города – ландшафт и т.д.

Признак или величина, которые характеризуют какое-либо свойство объекта и могут принимать различные значения, называются параметрами модели.

Модель воспроизводит в специально оговоренном виде строение и свойства исследуемого объекта. Исследуемый объект, по отношению к которому изготавливается модель, называется оригиналом, образцом, прототипом. Модель — это некий новый объект, который отражает существенные особенности изучаемого объекта, явления или процесса.

#### **Общие свойства моделей.**

1) **адекватность** — это степень соответствия модели тому реальному явлению (объекту, процессу), для описания которого она строится,

2) **конечность** — модель отображает оригинал лишь в конечном числе его отношений и, кроме того, ресурсы моделирования конечны,

3) **упрощенность** - модель отображает только существенные стороны объекта,

4) **полнота** – учтены все необходимые свойства,

5) **приблизительность** - действительность отображается моделью грубо или приблизительно,

6) **информативность** - модель должна содержать достаточную информацию о системе - в рамках гипотез, принятых при построении модели,

7) **потенциальность** - предсказуемость модели и её свойств. Исследование объектов, процессов или явлений путем построения и изучения их моделей для определения или уточнения характеристик оригинала называется моделированием.

**Моделирование** — это метод познания, состоящий в создании и исследовании моделей.

Теория замещения объектов-оригиналов объектом-моделью называется **теорией моделирования**.

**Основными этапами моделирования являются:**

- 1) постановка задачи;
- 2) разработка модели, анализ и исследование задачи;
- 3) компьютерный (натурный, физический) эксперимент;
- 4) анализ результатов моделирования.

На этапе разработки модели осуществляется построение информационной модели, то есть формирование представления об элементах, составляющих исходный объект.

Если результаты моделирования подтверждаются и могут служить основой для прогнозирования поведения исследуемых объектов, то говорят, что модель адекватна объекту.

Степень адекватности зависит от цели и критериев моделирования.

**Классификация моделей по цели использования**

**По цели использования модели классифицируются:**

- **научный эксперимент**, в котором осуществляется исследование модели с применением различных средств получения данных об объекте, возможности влияния на ход процесса, с целью получения новых данных об объекте или явлении; - комплексные испытания и производственный эксперимент, использующие натурное испытание физического объекта для получения высокой достоверности о его характеристиках;

- **оптимизационные**, связанные с нахождением оптимальных показателей системы (например, нахождение минимальных затрат или определение максимальной прибыли).

**По области применения**

*По области применения*

| Модели                                            |                                                                 |                                                   |                                                   |                                                                                         |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Учебные                                           | Опытные                                                         | Научно - технические                              | Игровые                                           | Имитационные                                                                            |
| Тренажеры, наглядные пособия, обучающие программы | Модели корабля, машины (для исследования будущих характеристик) | Синхрофазотрон, прибор, имитирующий разряд молнии | Деловые, военные, экономические, спортивные игры, | Новое лекарство испытывают на мышах, чтобы выявить побочные явления, уточнить дозировки |

**Учебные:**

наглядные пособия, обучающие программы, различные тренажеры.

**Опытные модели** — это уменьшенные или увеличенные копии проектируемого объекта. Их называют также натурными и используют для исследования объекта и прогнозирования его будущих характеристик: модель корабля испытывается в бассейне для определения устойчивости судна при качке.

**Научно-технические** модели создают для исследования процессов и явлений: ускоритель электронов, прибор, имитирующий разряд молнии, стенд для проверки телевизора.

**Игровые:** военные, экономические, спортивные, деловые игры.

**Имитационные модели** не просто отражают реальность с той или иной степенью точности, а имитируют ее. Эксперимент либо многократно повторяется, чтобы изучить и оценить последствия каких-либо действий на реальную обстановку, либо проводится одновременно со многими другими похожими объектами, но поставленными в разные условия. Подобный метод выбора правильного решения называется методом проб и ошибок.

*Кроме того, по области применения модели можно разделить на:*

- **универсальные**, предназначенные для использования многими системами,

- **специализированные**, созданные для исследования конкретной системы.

## Учет фактора времени

*Учет фактора времени*



**По отношению ко времени модели разделяют на:**

- **статические**, описывающие систему в определенный момент времени.

Например, обследование учащихся в стоматологической поликлинике дает картину состояния их ротовой полости на данный момент времени: число молочных и постоянных зубов, пломб, дефектов и т. п.

- **динамические**, рассматривающие поведение системы во времени.

В примере с поликлиникой карточку школьника, отражающую изменения, происходящие с его зубами за многие годы, можно считать динамической моделью.

В свою очередь, **динамические модели подразделяют на:**

- **дискретные**, в которых все события происходят по интервалам времени,
- **непрерывные**, где все события происходят непрерывно во времени.

## По наличию воздействий на систему

По наличию воздействий на систему модели делятся на:

- **детерминированные** (в системах отсутствуют случайные воздействия),
- **стохастические** (в системах присутствуют вероятностные воздействия).

Эти же модели некоторые авторы классифицируют **по способу оценки параметров системы:**

- в **детерминированных системах** параметры модели оцениваются одним показателем для конкретных значений их исходных данных;
- в **стохастических системах** наличие вероятностных характеристик исходных данных позволяет оценивать параметры системы несколькими показателями.

## По способу представления

*По способу представления*



**Материальные модели** иначе можно назвать **предметными, физическими**. Они воспроизводят геометрические и физические свойства оригинала и всегда имеют реальное воплощение.

Примеры:

1) Детские игрушки. По ним ребенок получает первое впечатление об окружающем мире. Двухлетний ребенок играет с плюшевым медвежонком. Когда, спустя годы, ребенок увидит в зоопарке настоящего медведя, он без труда узнает его.

2) Школьные пособия, физические и химические опыты. В них моделируются процессы, например реакция между водородом и кислородом. Такой опыт сопровождается

оглушительным хлопком. Модель подтверждает о последствиях возникновения «гремучей смеси» из безобидных и широко распространенных в природе веществ.

3) Карты при изучении истории или географии, схемы солнечной системы и звездного неба на уроках астрономии и многое другое.

Материальные модели реализуют *материальный (потрогать, понюхать, увидеть, услышать)* подход к изучению объекта, явления или процесса.

**Информационные модели – совокупность информации, характеризующая свойства и состояния объекта, процесса, явления, а также взаимосвязь с внешним миром.**

Информационные модели нельзя потрогать или увидеть воочию, они не имеют материального воплощения, потому что они строятся только на информации. В основе этого метода моделирования лежит *информационный подход к изучению окружающей действительности*.

Информация, характеризующая объект или процесс, может иметь разный объем и форму представления, выражаться различными средствами. Это многообразие настолько безгранично, насколько велики возможности каждого человека и его фантазии.

К информационным моделям можно отнести **знаковые и вербальные (описательные)**. **Знаковая модель** – информационная модель, выраженная специальными знаками, т. е. средствами любого формального языка.

Знаковые модели окружают нас повсюду. Это рисунки, тексты, графики и схемы.

**По способу реализации знаковые модели** можно разделить на:

- компьютерные,
- некомпьютерные.

**Компьютерная модель** – модель, реализованная средствами программной среды.

**Вербальная (от лат «verbalis» – устный) модель** – информационная модель в мысленной или разговорной форме. Это модели, полученные в результате раздумий, умозаключений. Они могут так и остаться мысленными или быть выражены словесно.

Примером такой модели может стать наше поведение при переходе улицы. Человек анализирует ситуацию на дороге (что показывает светофор, с какой скоростью и на каком расстоянии движутся автомобили и т. п.) и вырабатывает свою модель поведения. Если ситуация смоделирована удачно, то переход будет безопасным, если нет, то может произойти авария.

К таким моделям можно отнести идею, возникшую в голове изобретателя, музыкальную тему, промелькнувшую в голове композитора, рифму, прозвучавшую пока в голове поэта.

Знаковые и вербальные модели, как правило, взаимосвязаны.

Мысленный образ, родившийся в мозгу человека, может быть облечен в знаковую форму.

И, наоборот, знаковая модель – помогает сформировать в сознании верный мысленный образ.

Согласно легенде, яблоко, упавшее на голову Ньютону, вызвало в его сознании мысль о земном притяжении. И только в последствии эта мысль оформилась в закон, т. е. обрела знаковую форму.

Примером вербальной (описательной) модели является «Гелиоцентрическая модель мира», принадлежащая Н. Копернику, которая была сформулирована им в семи утверждениях.

Человек прочитал текст, объясняющий некоторые физические явления, и у него сформировался мысленный образ. В дальнейшем такой образ поможет распознать реальное явление.

**По форме представления можно выделить следующие виды информационных моделей:**

- **геометрические модели** — графические формы и объемные конструкции;

- **словесные модели** — устные и письменные описания с использованием иллюстраций;
- **математические модели** — математические формулы, отображающие связь различных параметров объекта или процесса;
- **структурные модели** — схемы, графики, таблицы и т. п.;
- **логические модели** — модели, в которых представлены различные варианты выбора действий на основе умозаключений и анализа условий;
- **специальные модели** — ноты, химические формулы и т. п.;
- **компьютерные и некомпьютерные модели.**

### По отрасли знаний

Это классификация по отрасли деятельности человека:

- математические, биологические, химические, социальные, экономические, исторические и т.д.

### Виды моделирования

#### Виды моделирования



**Материальным** (физическим, предметным, натурным) принято называть моделирование, при котором реальному объекту противопоставляется его увеличенная или уменьшенная копия, допускающая исследование (как правило, в лабораторных условиях) с помощью последующего перенесения свойств изучаемых процессов и явлений с модели на объект на основе теории подобия.

*Примеры:* в астрономии - планетарий, в архитектуре - макеты зданий, в самолетостроении - модели летательных аппаратов и т.п.

**Идеальное моделирование** - основано не на материальной аналогии объекта и модели, а на аналогии идеальной, мыслимой.

Идея мысленного эксперимента впервые была выдвинута Г. Галилеем. Галилей применил идею мысленного эксперимента к воображаемому телу, которое свободно от всех внешних воздействий. Такой мысленный эксперимент позволил Г. Галилею прийти к идее инерциального движения тела.

**Знаковое моделирование** – это моделирование, использующее в качестве моделей знаковые преобразования какого-либо вида: схемы, графики, чертежи, формулы, наборы символов.

**Математическое моделирование** - это моделирование, при котором исследование объекта осуществляется посредством модели, сформулированной на языке математики. Например, описание и исследование законов механики Ньютона средствами математических формул.

### Разнообразие информационных моделей

Таблица 2

Объект-оригинал можно заменить набором его признаков.

| Величина                | Значение величины                                                                     |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Внешний вид             |  |
| Длина                   | 10 м                                                                                  |
| Ширина                  | 8 м                                                                                   |
| Количество этажей       | 1                                                                                     |
| Материал стен           | Брус                                                                                  |
| Толщина стен            | 0,2 м                                                                                 |
| Внутренняя отделка стен | Доска                                                                                 |
| Материал крыши          | Шифер                                                                                 |

Набор признаков, содержащий всю необходимую информацию об исследуемом объекте или процессе, называют **информационной моделью**.

В таблице 2 приведён пример информационной модели дачного дома — карточки из каталога, по которому заказчик строительной компании может выбрать подходящий проект. Каждая карточка в каталоге содержит величины и их значения, определяющие свойства дома.

Все названия свойств в информационных моделях — это всегда знаковые элементы, потому что название может быть выражено только знаками. А вот значения величин могут нести как знаковую, так и образную информацию. Например, в таблице 2 значение величины «внешний вид» выражено образным элементом (рисунком), а значения остальных величин выражены с помощью знаков (цифр, букв).

Информационные модели представляют объекты и процессы в образной или знаковой форме. По способу представления различают следующие виды информационных моделей — рис. 24.

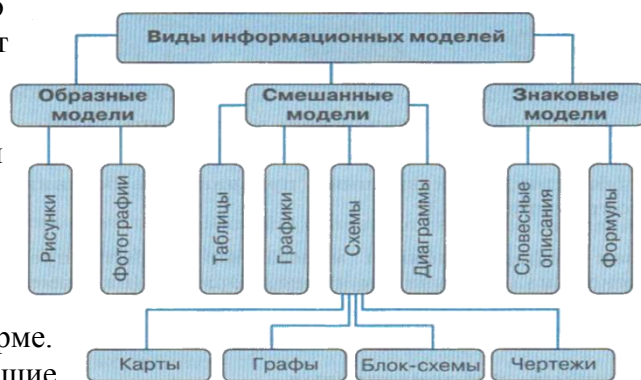
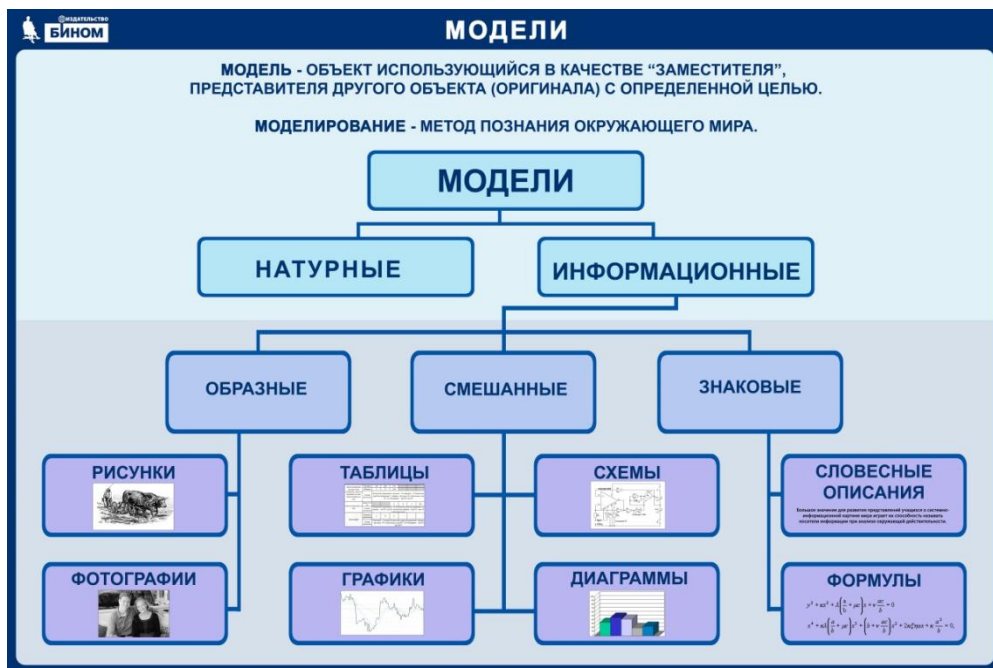


Рис. 24

## Плакат «Модели»



**Образные информационные модели** (рисунки, фотографии и др.) представляют собой зрительные образы объектов, зафиксированные на каком-либо носителе информации (например, на бумаге).

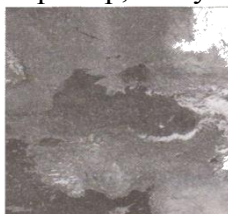


Рис. 25. Полученная со спутника фотография

Много информации дают специалистам полученные со спутников фотографии поверхности Земли (рис. 25).

Широко используются образные информационные модели в образовании (иллюстрации в учебниках (рис. 26), учебные плакаты по различным предметам) и науках, где требуется классификация объектов по их внешним признакам (в ботанике, биологии, палеонтологии и др.).

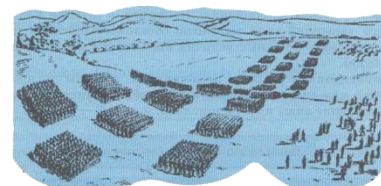


Рис. 26. Построение римского легиона в три линии

**Знаковая информационная модель** может быть представлена в форме текста на естественном языке, формулы (например, площади прямоугольника  $S = a \cdot b$ ) или программы на специальном языке программирования и т. д.

В смешанных информационных моделях одновременно используются образные и знаковые элементы.

Примерами смешанных информационных моделей могут служить географические карты, графики, диаграммы и пр. На рисунке 27 приведён пример модели одноклеточной водоросли хламидомонады. Нарисованные части водоросли — образные элементы этой модели, а надписи снизу и справа от рисунка — знаковые элементы.

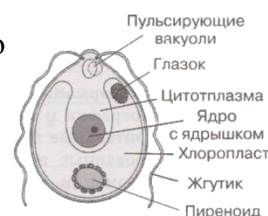


Рис. 27

## Вопросы и задания

1. Что такое модель? Каковы основные свойства моделей?
2. Что такое моделирование?
3. Как можно назвать отношение между объектом-оригиналом и его моделью?
4. Какие модели называют натурными? Приведите 2-3 примера натурных моделей.
5. Какие модели называют информационными? Приведите 2-3 примера информационных моделей.
6. Для каждой из перечисленных моделей назовите действия, которые человек может выполнить и с ней, и с объектом-оригиналом:
  - а). радиоуправляемая модель самолёта;
  - б). словесное описание куртки;
  - в). план квартиры;
  - г). чайник из пластилина в натуральную величину; д) мысленное представление о будущей поездке.

Какие действия могут быть выполнены только с оригиналом?

7. В какой ситуации искусственные цветы и муляжи фруктов могут использоваться в качестве моделей-«заместителей» настоящих цветов и фруктов? Какие свойства и отношения объектов отражают эти модели, а какие — нет?
8. Назовите объекты, модели которых приведены на рис. 28-30.

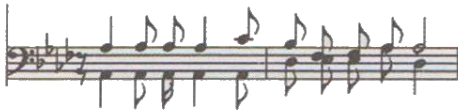


Рис. 28



Рис. 30

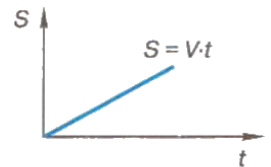


Рис. 29

Назовите образные и знаковые элементы каждой модели.

Для каждой модели поясните, смысл каких знаков нужно знать, чтобы получить информацию с помощью этой модели.