## ЛЕКЦИЯ: Компьютерное моделирование

***Ход работы:***

- Понятие модели.

- Способы представления моделей.

- Информационные модели.

- Компьютерное моделирование.

- Возможности компьютерных моделей.

- Этапы построения компьютерной модели.

- Переход от информационной модели к программе.

-Типы моделей в медицине

## Понятие модели

Человек в любой области деятельности постоянно пользуется моделями. В дет­стве люди играют с куклами, домиками, машинами - уменьшенными копиями реальных объектов. Для игры используются не только готовые модели, но и со­зданные собственными руками из воска, пластилина, из деталей конструктора. Когда ребенок приходит в школу, он знакомится с другими моделями: глобусом, гербарием, картой звездного неба и т.д.

У каждого возраста свои модели. Взрослые люди также используют модели при постройке дома или пошиве костюма, при создании иллюстрированного журнала или при расчете полета ракеты. Если вы задумаетесь, то найдете множество примеров моделей, которые вас окружают.

***М***

***одель*** (от лат. «modulus» - мера, образец, норма) - *это про­образ, описание или изображение какого-либо объекта.*

Игрушка, глобус, макет дома, чучело животного - все это образы реальных объектов, которые замещают человеку сам объект. При создании модели люди стараются отразить наиболее существенные свойства объекта, а несущественные свойства при этом по возможности отбрасываются.

Так, например, на глобус наносятся океаны и моря, материки и крупные острова, а маленькие озера и ос­тровки на глобус не попадают: в масштабе школьного глобуса они будут просто не видны.

Когда создают чучело, то стараются воспроизвести только внешний вид животного (содержимое у чучела отсутствует).

При создании макета дома архи­тектор воспроизводит стены и крышу, но он может отвлечься от оформления ком­нат и от материалов, из которых будет построен дом.

## 

## Способы представления моделей

*М*

*ы перечислили много моделей, которые существуют в форме материальных объектов, - это* ***материальные* модели**.

Другой разновидностью моделей являются описания, формулы, изображения, а также схемы, чертежи, графики и т.д.

С по­мощью математических формул описываются, например, арифметические операции, соотношения геометрии, законы движения и взаимодействия тел ( S = vt, F = mа, F= ymM/R2,...) и многое другое.

С помощью формул химических веществ можно представить химические реакции, в которые вступают вещества.

Табли­цами, графиками, диаграммами можно отображать различные закономерности и зависимости реального мира (например, изменение среднесуточной температуры, показатели участников спортивных соревнований, изменение вашего веса и т.д.).

*В*

*се эти формы представления информации также являются моделями, но в отличие от материальных моделей - это модели* ***абстрактные****.*

*Таким образом, модели де­лятся на две огромные категории:*

1. **материальные;**
2. **абстрактные.**

**Примеры абстрактных моделей:**

* + **математические теоремы и аксио­мы,**
  + **периодическую систему элементов из курса химии,**
  + **классификацию видов из курса биологии и проч.**

*В*

*се абстрактные модели, которые можно представить с помощью набора знаков (геометрических фигур, символов, фрагментов текста), -это* ***знаковые модели****.*

Любую знаковую модель можно изобразить на бумаге.

Что­бы построить знаковую модель, нужно представлять значение знаков и знать правила преобразования знаков.

Абстрактная модель, прежде чем оформиться в виде знаковой модели, сначала рождается в голове человека.

Она может передаваться от человека к человеку в устном виде.

В этих случаях модель еще не является знаковым образом, то есть она не имеет вида чертежа, формулы, текста.

Модель в голове человека существует в форме не до конца осознанных мысленных представлений.

*Т*

*акие модели, получен­ные в результате умозаключений, называются* ***вербальными*** (от лат. «verbalis» - устный).

Вербальными называются также модели, изложенные в разговорной фор­ме. Таким образом, все абстрактные модели можно поделить на знаковые и вер­бальные.



***Приведенная классификация моделей*** − это простейшая классификация, осно­ванная на делении моделей по способу представления.

Кроме классификации моделей по способу представления, *возможны и другие классификации*, напри­мер, по предметному признаку: физические, химические модели, модели строи­тельных конструкций, транспортных средств, различных механизмов и т.д.

Сле­дует отметить, что четкой классификации моделей пока не существует, и мы будем основываться на классификации по способу представления моделей.

## Информационные модели

В

ыше мы говорили о том, на какие огромные классы делятся модели, создаваемые человеком. Однако пока еще ничего не было сказано о моделях, имеющих отношение к информатике. *Понятно, что в области информатики человек должен придумывать модели, имеющие отношение к информационным процессам*.

Такие модели **называются *информационными.***

К какому из перечисленных выше множеств могут относиться ин­формационные модели?

**Во-первых**, подобные модели должны быть абстрактными, поскольку, как вам известно, информация − это нематериальная категория.

**Во-вторых**, информационные модели должны быть знаковыми, так как сообщения представляются в виде знаков.

Знаковые модели принято делить на *математические* и *информационные* модели.



***М***

***атематическая модель*** *-* это модель, сформулированная на языке математики и логики

Над элементами математической модели можно выполнять определенные математические преобразования. Например, в модели нахождения наименьшего числа выполняются операции сравнения, а в модели вычисления корня уравнения - раз­личные арифметические операции.

С помощью математических моделей описы­ваются решения различных логических задач, многие физические процессы: дви­жение падающего тела, плавление вещества и т.д.

***И***

***нформационная модель -*** это модель, описывающая инфор­мационные процессы, либо модель, содержащая информацию о свойствах и состоянии объектов, процессов, явлений.

Простейшими примерами информационных моделей являются различные за­гадки, в которых описываются свойства, по которым нужно угадать название объекта («летом серый, зимой белый», «зимой и летом одним цветом»).

К информационным моделям можно отнести тексты справочных изданий, энциклопедий. Однако решение математической задачи, записанное на бумаге, является уже математической моделью.

Если модель формулируется таким образом, что ее можно обработать на компьютере, то модель называют компьютерной.

***К***

***омпьютерная модель -*** это модель, реализуемая с помощью программных средств.

На компьютере могут производиться расчеты по каким-либо формулам - в этом случае говорят о математической компьютерной модели. Если же на компью­тере просматривается текст, мультимедийный диск, воспроизводится музыка, то можно говорить о компьютерной информационной модели.

Все модели, для обра­ботки которых не требуется компьютер, относятся к некомпьютерным моделям. Когда вы записываете решение задачи в тетрадь, вы имеете дело с некомпьютер­ной математической моделью. А когда вы пишите все возможные определения яблока (круглое, желтое, кисло-сладкое), то вы составляете некомпьютерную ин­формационную модель этого объекта.

Компьютерные модели обычно различают по программному обеспечению, кото­рое применяется при работе с моделью.

Для обработки компьютерных моделей используются существующие программные приложения (математические пакеты, электронные таблицы, графические редакторы и т.д.) либо разрабатываются оригинальные программы с помощью языков программирования (C++, Delphi, Pascal и др.).

## Компьютерное моделирование

В процессе познания и практической деятельности человек широко применяет различного рода модели. *Создание и исследование моделей обозначается одним словом -* ***моделирование****.*

***М***

***оделирование*** *-* это исследование объектов с помощью описы­вающихих моделей.

Как было сказано, моделированием человек занимается с детства.

Причина этого в том, что модели упрощают и помогают нам понять реальный мир. Более того, любая наука начинается с разработки простых и адекватных моделей.

О различных возможных классах моделей говорилось в предыдущем пункте, одна­ко нас будут интересовать модели, созданные с помощью компьютера.

*Эта область деятельности называется* ***компьютерным моделированием****.*

## Возможности компьютерных моделей

М

оделирование с использованием компьютера содержит в себе неизмеримо больше возможностей, чем простое моделирование с помощью реальных предметов или материалов.

**Пример 1:**

Если ***компьютер применяется для создания выкроек из листа ткани***, то удается снизить до минимума потери материала на обрез. Чтобы решить эту задачу с помощью бумажных шаблонов, потребовалось бы значи­тельно больше времени, а полученное решение не всегда было бы оптимальным.

**Пример 2:**

Огромные возможности предоставляет компьютер при ***решении математи­ческих задач***. Как известно, не все задачи можно решить аналитически, то есть получить решение в виде формул.

Значительно больше задач, которые решаются только приближенно, численными методами. Реализация приближенных расчетов на компьютерах позволяет повысить точность и скорость расчетов.

На компью­терах можно не только находить, например, значения различных функций и при­ближенные решения уравнений, но и вычислять движение планет, составлять про­гнозы погоды и т.д.

**Пример 3:**

Кроме выполнения численных расчетов, компьютеры дают широкие возмож­ности для ***постановки компьютерных экспериментов***.

Компьютерное моделирование позволяет воссоздать явления, которые в реальных земных условиях человеку вос­произвести не по силам. Это, например, движение материков, эффекты землетря­сений, рождение сверхновой звезды, изменение направлений морских подводных течений и т.д.

При изучении этих явлений на помощь приходят компьютеры и про­граммы, причем последние составляются квалифицированными программистами совместно с различными специалистами: физиками, географами, биологами и др.

**Пример 4:**

Компьютерное моделирование находит еще уникальные приложения при ***опи­сании и расчете экспериментов, которые выполнять в реальности не следует***. Это, например, модели ядерного взрыва, пожара на предприятии, столкновения на железной дороге, военных действий и т.д.

С помощью компьютерных моделей мож­но с достаточной точностью описать детали этих катастрофических процессов.

## Этапы построения компьютерной модели

*П*

*опробуем представить, из каких этапов состоит процесс создания компью­терной модели.*

Вообще говоря, *моделирование - это творческий процесс*, и разло­жить его на какие-либо этапы и шаги очень сложно. Многие модели и теории рождаются как соединение опыта и интуиции ученого или специалиста. Однако решение большинства конкретных задач все же можно представить поэтапно.

**1 этап**

**Моделирование**, в том числе компьютерное, **начинается с постановки задачи**. На этом этапе формулируется задача и требования, которые предъявляются к решению. Постановка задачи заключается, прежде всего, в ее *описании.* Задача часто может быть описана на обыденном языке, например, в форме вопроса «что будет, если?..» или «как сделать, чтобы?..».

Математическую задачу описывают с помощью формул и знаков, а *инженерная или экономическая задача может быть описана с помощью различных схем*, таблиц, графиков. При постановке задачи нужно отразить (или хотя бы понять) *цель* или *мотив* создания модели.

Одни модели создаются, чтобы разобраться в устройстве и составе того или иного объекта. Другие модели направлены на изучение возмож­ностей управления объектом. Третьи модели ставят своей целью предсказать поведение объекта (задачи прогнозирования).

На этапе постановки задачи полезным оказывается *предварительный анализ объекта.* Расчленение объекта на составляющие, выяснение связей между состав­ляющими позволяет уточнить постановку задачи.

Поясним постановку задачи на примерах.

**Пример 1:**

**Допустим, вам нужно построить электронную таблицу** - справочник о ваших знакомых. Вы описали эту задачу, например, в виде вопроса «как получить таблицу-справочник?». Целью создания таблицы будет получение оперативной информации о ваших друзьях и знакомых. Проведя предварительный анализ сведений, которые вас интересуют, вы решили, что будущая таблица должна состоять из столбцов, содержащихФИО, адрес, теле­фон и дату рождения.

**Пример 2:**

**Директор фирмы решает постоянную задачу увеличения дохо­дов своего предприятия**. Описание задачи, которую он может поставить своим экономистам, может иметь форму вопроса: «Как повысить прибыль от производ­ства и продажи товара?». В ответ на такой вопрос они могут только пожать пле­чами, поскольку привыкли решать конкретные задачи. Директору придется задуматься, проанализировать ситуацию и добавить к общему описанию задачи более конкретные условия, например, изучить возможности повышения прибыли, когда численность сотрудников и привлекаемые денежные ресурсы неизменны. Либо дать задание выяснить зависимость прибыли от различных факторов: объема мате­риалов, количества рабочих смен, оплаты труда и т.д.

**2 этап**

За постановкой задачи следует **этап разработки модели**.

На этом этапе пред­стоит ***выделить существенные факторы****,* то есть выяснить основные свойства опи­сываемых объектов, правильно определить связи между ними и с другими объектами окружающего мира.

Анализ информации, по возможности, должен быть разносторонним и полным. Те факторы, которые оказались несуществен­ными, могут быть отброшены.

Допустим, вы разрабатываете модель - прогноз результатов контрольной работы в вашем классе. На первом месте среди сущест­венных факторов окажутся, конечно, средние показатели успеваемости каждого ученика, психологический настрой класса.

Среди несущественных факторов будут день недели, погода в день контрольной и др. - эти факторы в первом приближении могут не учитываться.

После того как сформулированы основные свойства разрабатываемой модели, определены исходные данные и желаемый результат, наступает очень важный момент - ***составление алгоритма*** решения задачи.

Алгоритм - это описание после­довательности действий при решении поставленной задачи.

При разработке компьютерной модели весьма существенным будет ***выбор про­граммного обеспечения****, с* помощью которого выполняется моделирование. Про­граммное обеспечение должно позволять эффективно решать задачи, подобные той, которую вы рассматриваете.

Например, для создания рисунка на компьютере нужно выбрать тот или иной графический редактор (какой именно - зависит от требуемого формата файла и приемов, которые вы хотите применять при рисо­вании).

Чтобы решить систему уравнений, нужно воспользоваться языками про­граммирования Бэйсик, Паскаль или каким-либо другим. Программная среда должна быть адекватна поставленной задаче, только в этом случае задача может быть успешно решена.

Выбор программного обеспечения и составление алгоритма - это взаимосвязанные действия. Возможно, что для решения поставленной задачи придется прибегнуть к ***составлению программы****.*

**3 этап**

Когда модель разработана, можно приступать к наиболее интересному этапу **- компьютерным экспериментам.** В ходе этих экспериментов проверяется работа модели, а также выполняются необходимые расчеты или преобразования, ради которых и создавалась модель. О роли компьютерных экспериментов рассказыва­лось в предыдущем пункте.

Проверка модели осуществляется обычно с помощью ее ***тестирования****.* При тестировании проверяется разработанный алгоритм функционирования модели. В качестве теста задаются исходные данные, для которых заранее известен ответ.

Если ответ, полученный при тестировании, совпадает с известным ответом, а тест составлен правильно, то считается, что модель работает корректно. В противном случае нужно искать и устранять причины расхождений.Все эти действия назы­ваются ***отладкой модели.***

После выполнения тестирования и отладки можно непосредственно присту­пать к моделированию. Технология моделирования может заключаться ***в расчете модели при различных наборах входных данных****,* различных параметрах.

**4 этап**

Завершается компьютерное моделирование **анализом результатов**. Материа­лом для анализа являются результаты компьютерных экспериментов. Поэтому эксперименты должны быть проведены таким образом, чтобы получить досто­верный результат.

## Переход от информационной модели к программе

П

роцесс создания компьютерной модели можно представить как путь от поста­новки задачи, то есть от информационной модели, до воплощения информацион­ной модели на компьютере. Реализация модели на компьютере происходит с помощью программ.

***Программа -*** это запись, которая служит для автоматического выполнения действий, запланированных человеком. Процесс составления программ называется ***программированием.***

## Типы моделей в медицине

* Вещественные – имеют внешнее сходством с объектом моделирования. Например, протез нижней конечности.
* Энергетические – моделируют функцию организма при отсутствии внешнего сходства. Например, искусственная почка.
* Смешанные – моделируют и внешнее сходство объекта и его функцию. Например, дистанционно управляемый протез.
* Информационные – описывают объект с помощью ассоциативных знаков.
* Биологические – заболевания модулируют на животных. Например, крысы с эпилепсией, тугоухостью, артериальной гипертензией.

В зависимости от временного фактора:

* Статические – модель описывает систему в определенный момент времени. Например, классификации заболеваний, методов исследования.
* Динамические – описывает процессы изменения и развития систем. Например, схематическое описание развития физиологических систем в процессе развития ребенка

**Типы математических моделей в медицине**

* Детерминированные – формула описывает функциональную связь между показателями. Например, минутный объем крови – это произведение фракции выброса крови левым желудочком сердца на частоту сокращений сердца.
* Вероятностные – результат оценивается с помощью вероятностных характеристик. Например, расчет анестезиологического и операционного риска по возрасту, исходным показателям функционирования систем организма, типа операции.

**Цели математического моделирования в медицине**

* Адекватно в короткий срок обобщить сложную сущность явлений и процессов в медицине
* Описать и понять факты, выявить взаимосвязи между элементами
* Найти рациональное решение с наибольшей полнотой и надежностью.
* Быстро и эффективно проверять гипотезы без обращения к эксперименту.
* Предсказывать поведение реальной системы.

**Имитационное моделирование в медицине.** Имитационное моделирование — это метод исследования, при котором изучаемая система заменяется моделью, с достаточной точностью описывающей реальную систему и с ней проводятся эксперименты с целью получения информации об этой системе. Экспериментирование с моделью называют имитацией (имитация — это постижение сути явления, не прибегая к экспериментам на реальном объекте).

Современная технология имитационного моделирования решает задачи в сфере здравоохранения и фармацевтической отрасли. Например, анализ бизнес-процессов при проектировании больниц, оптимизация количества персонала и медицинского оборудования, планирование выхода на рынок новых лекарственных препаратов.

**Молекулярное моделирование** – это область исследований, которая привлекает теоретические и вычислительные методы для моделирования или имитации поведения молекул, состоящих от нескольких атомов и до «гигантских» биологических цепочек. Общей чертой методов молекулярного моделирования является атомистический уровень описания молекулярных систем.

Фармакокинетические модели:

* расчет индивидуальных режимов дозирования лекарственных препаратов с помощью реализации математических моделей фармакокинетики.
* подбор индивидуальных режимов дозирования конкретного препарата с помощью компьютерной модели (подбор скорости длительной инфузии препарата; подбор нагрузочной дозы, кратности введения, поддерживающей дозы при дробном введении препарата)