

# Лекция 4: Понятие модели, Способы представления моделей.

1. Понятие моделирования.
2. Способы представления моделей.

# 1 Понятие моделирования

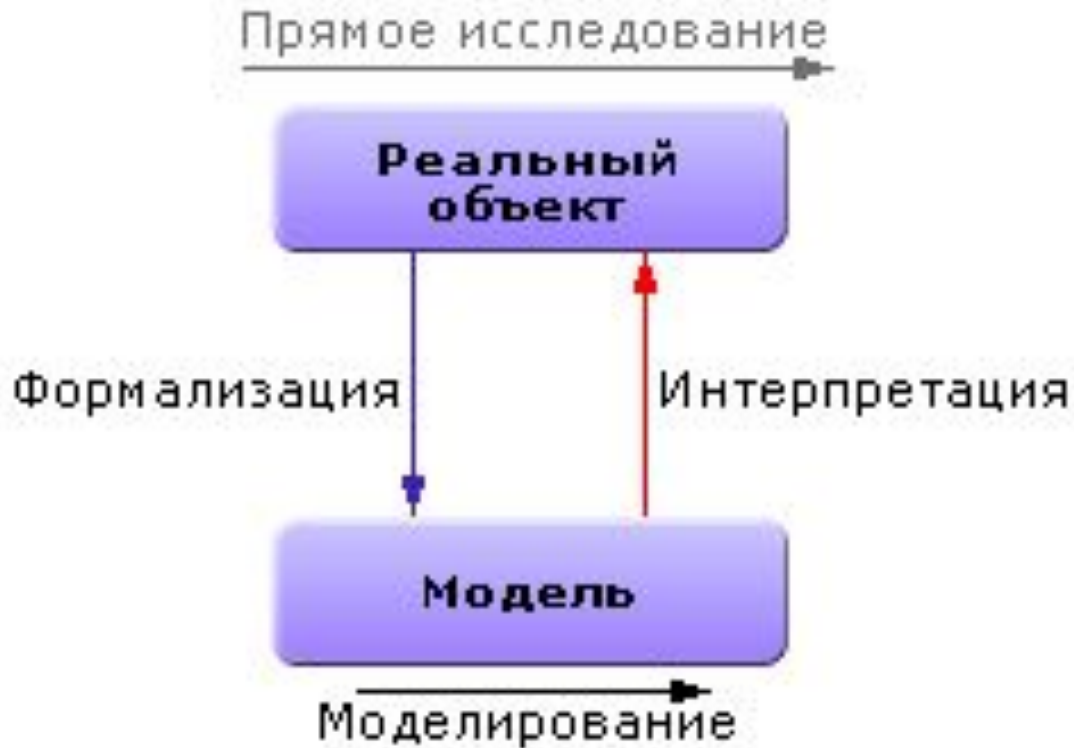
*Модель* - способ замещения реального объекта, используемый для его изучения.

Используется в случаях, когда эксперимент опасен, дорог, происходит в неудобном масштабе пространства и времени (долговременен, слишком кратковременен, протяжен...), невозможен, неповторим, ненагляден и т. д.

*Процесс моделирования* - процесс перехода из реальной области в виртуальную (модельную) посредством формализации, далее происходит изучение модели (собственно моделирование) и, наконец, интерпретация результатов как обратный переход из виртуальной области в реальную.

Этот путь заменяет прямое исследование объекта в реальной области, то есть лобовое или интуитивное решение задачи.

# Процесс моделирования

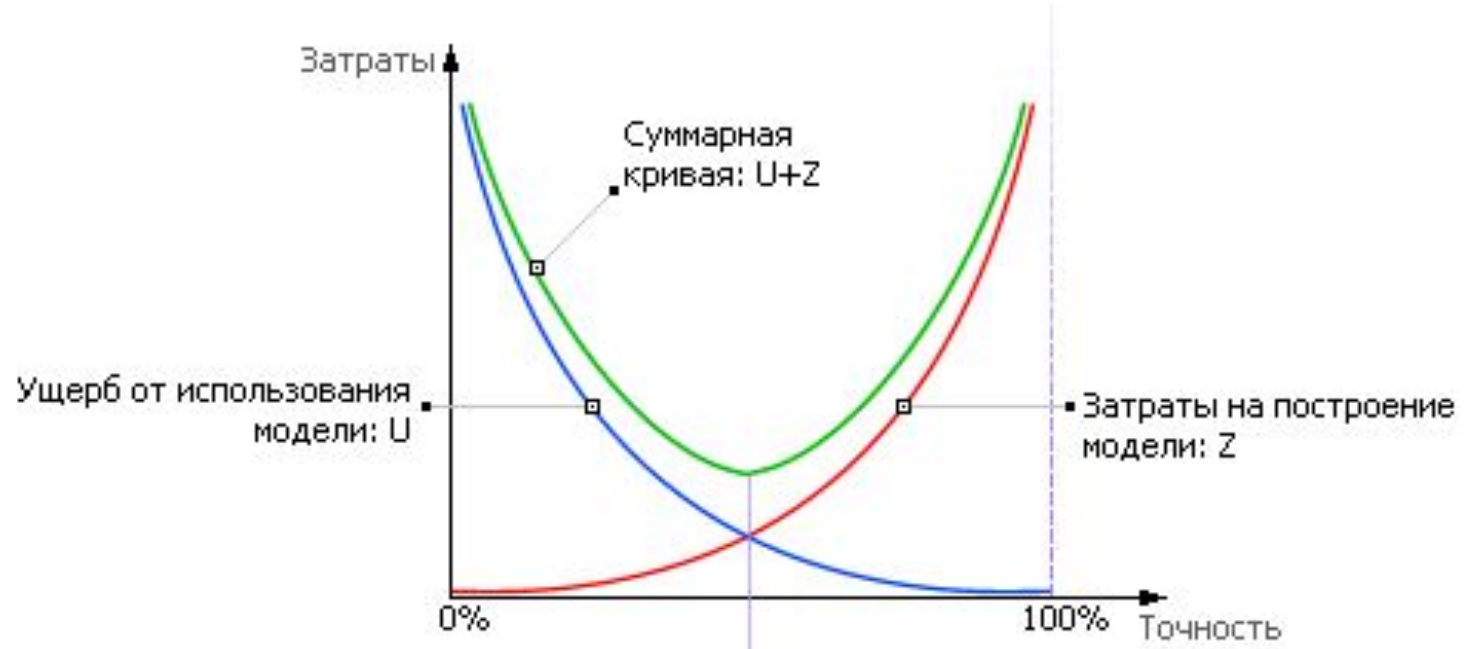


Если требуется уточнение, этапы повторяются по спирали ВНОВЬ И ВНОВЬ: формализация (переход от реального объекта к модели), моделирование (исследование и преобразование модели), интерпретация (перевод результатов моделирования в область реальности).

# Соответствие модели реальному объекту – «золотая середина»

2 крайних варианта:

- соответствие 100%. Точность максимальна (+), большие временные и стоимостные затраты (-);
- соответствие 0%. Точность минимальна (-), малые временные и стоимостные затраты (+).



Модель 1  
Модель 2  
Модель 3  
Модель 4

Учебно-исследовательская  
работа студента  
Лекция 4

# *Используемый на практике подход при выборе модели:*

## *1. Циклический выбор модели*

При выборе модели двигаются по шкале точности слева направо, то есть от простых моделей («Модель 1», «Модель 2»...) к все более сложным («Модель 3», «Модель 4»...).

Если построенная модель не удовлетворяет требованиям точности, то её детализируют, дорабатывают на следующем цикле.

## *2. Критерий выбора*

Улучшая модель, следят, чтобы эффект от усложнения модели превышал связанные с этим затраты.

Как только исследователь замечает, что затраты на уточнение модели превышают эффект от точности при применении модели, следует остановиться, поскольку точка оптимума достигнута. Такой подход всегда гарантирует окупаемость вложений.

**Моделирование требует инструмента и опирается на технологию.**

**Инструмент** — типовое средство, позволяющее достичь оригинальный результат и обеспечивающее сокращение затрат на выполнение промежуточных операций (имиджи, стандартные библиотеки, мастера, линейки, резинки...).

**Технология** — набор стандартных способов, приёмов, методов, позволяющий достичь результата гарантированного качества с помощью указанных инструментов за заранее известное время при заданных затратах, но при соблюдении пользователем объявленных требований и порядка.

**Среда** — совокупность рабочего пространства и инструментов на нем, поддерживающая хранение и изменение, преемственность проектов и интерпретирующая свойства объектов и систем из них.

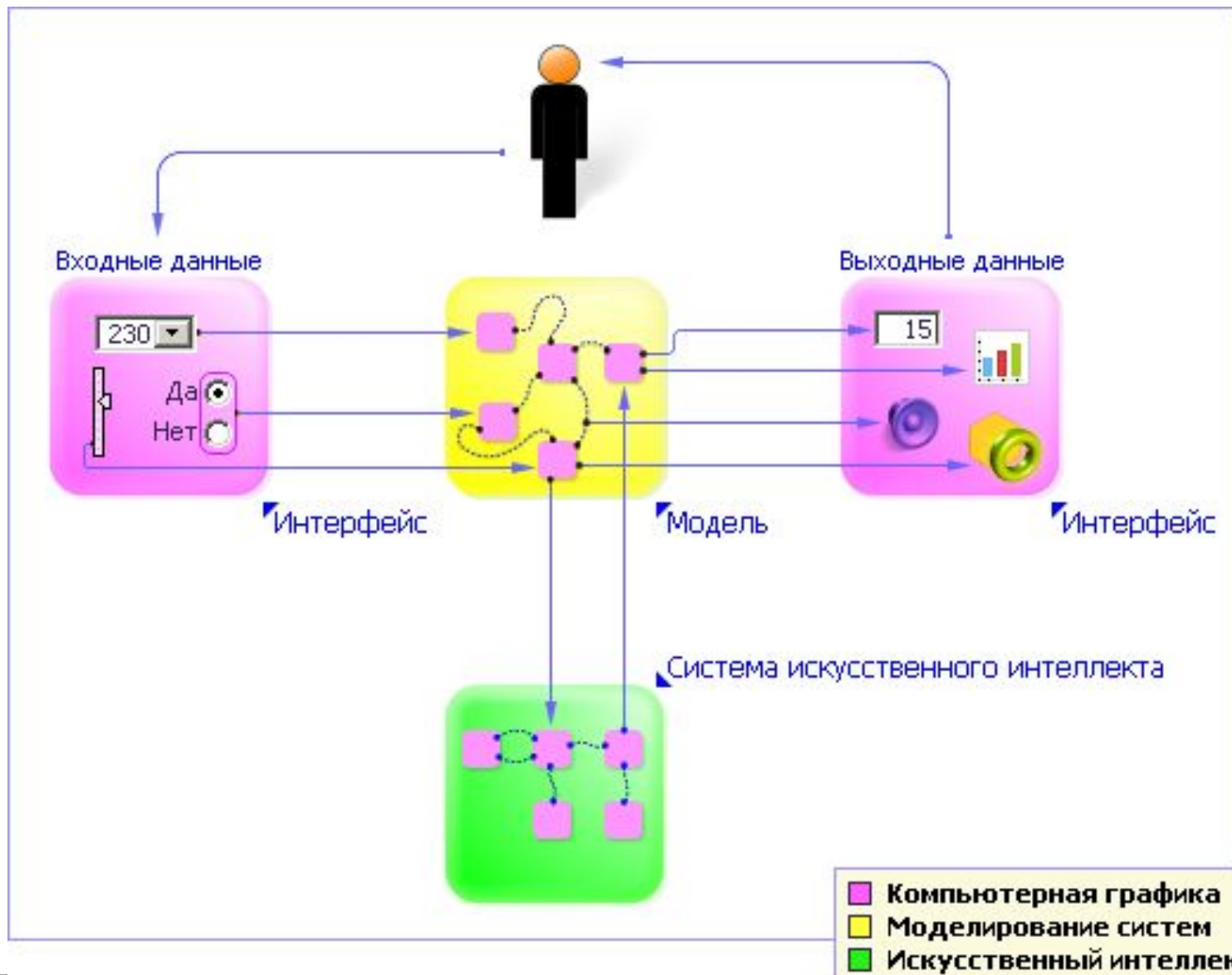
*Модель отражает зависимость*  $Y = F(X)$ , где  $X$  – вход;  $Y$  – выход.

Модель верна в рамках допущенных при её построении гипотез. Следовательно, модель ограничена некоторой областью и адекватна в ней.

Модель, сдаваемая заказчику, может быть оформлена в виде специализированного автоматизированного рабочего места, написанного на языке программирования, в котором можно уделить внимание интерфейсу, скоростным параметрам и другим потребительским свойствам.

Набор моделей образует научную дисциплину (механика, физика, горное дело и т. д.) и может быть расширена путём учёта в ней дополнительных параметров.

Моделирование является инженерной наукой, технологией решения задач. Смежными моделированию предметами являются: программирование, математика, исследование операций.



# ОСНОВНЫЕ ПОДСИСТЕМЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ КОМПЛЕКСНЫХ МОДЕЛЕЙ



Программирование есть способ изложения алгоритма в языковой форме.

Алгоритм - один из способов представления (отражения) мысли, процесса, явления в искусственной вычислительной среде, которой является компьютер.

*Алгоритм* - это процесс решения задачи путём реализации последовательности шагов, тогда как *модель* - совокупность потенциальных свойств объекта.

Если к модели поставить вопрос и добавить дополнительные условия в виде исходных данных (связь с другими объектами, начальные условия, ограничения), то она может быть разрешена исследователем относительно неизвестных. Процесс решения задачи может быть представлен алгоритмом.

## 2 Способы представления моделей

*Аналитическое представление* подходит лишь для очень простых и сильно идеализированных задач и объектов, которые, как правило, имеют мало общего с реальной (сложной) действительностью, но обладают высокой общностью.

Применяют для описания фундаментальных свойств объектов (теоретическая физика), так как фундамент прост по своей сути. Сложные объекты редко удаётся описать аналитически.

*Имитационное моделирование* позволяет разлагать большую модель на части (объекты, «кусочки»), которыми можно оперировать по отдельности, создавая другие, более простые или, наоборот, более сложные модели.

Имитационное моделирование тяготеет к объектно-ориентированному представлению, которое естественным образом описывает объекты, их состояние, поведение, а также взаимодействие между ними. Имитационную модель можно постепенно усложнять и усложнять; аналитический способ этого не допускает или допускает, но с большими ограничениями.

## ***Взаимосвязь между моделью и задачей.***

Математически это означает совместное решение моделей (пересечение) и наложение тождеств на связываемые переменные.

При связывании модели образуют систему, которая имеет определённую структуру (вложенную, параллельную, последовательную, смешанную, с обратными связями и т. д.)

### ***В зависимости от носителя различают модели:***

- натурные,
- мысленные,
- математические,
- имитационные,
- графические,
- фотографические и так далее.

Каждая из моделей обладает различной способностью к прогнозу свойств объекта. Наибольшей ценностью обладают модели, обладающие прогностическими свойствами, умеющие отвечать на вопросы.

***Модель может быть соединена с другими моделями.***

***Модель*** связывает переменные между собой законами. Законы действуют независимо от того, какая сейчас задача стоит перед нами. Следовательно, ***модель объективна***, она подобна миру, который нас окружает, и содержит в себе информацию об этом. Структура мира (в общем смысле) ***неизменна, фундаментальна, модель***, следовательно, тоже.

Человек, как существо субъективное, имеющее собственные цели, часто меняющиеся желания, ставит, в зависимости от своих потребностей, каждый раз новые задачи, требует решить возникающие у него проблемы. ***Задача*** - это совокупность вопроса и модели. Модели можно задавать все новые и новые вопросы и при этом не менять модель, но менять задачу.

Таким образом, ***модель - способ нахождения ответов на вопросы. Чтобы ответить на поставленный вопрос, модель должна быть преобразована по правилам, обеспечивающим её эквивалентность, к виду, соответствующему ответу на вопрос.***

Преобразование модели осуществляется по правилам определённой алгебры (алгебра есть правила преобразования). Процедура, которая помогает применить такие правила к модели, называется **методом**.

Ряд моделей может быть **недоопределён** — это означает, что вариантов ответов много (два, три, сто или бесконечное множество). Если нужен один ответ, то проблему надо доопределять, дополнять условиями.

Для нахождения лучшего решения следует сузить область решений, накладывая определённые ограничения, чтобы отсеять остальные. Такие задачи часто называют **задачами управления**.

**Ограничениям** - часть определений, которым необходимо, безусловно, удовлетворить.

**Критерии** - часть определений, относительно которых высказывают только пожелания («быть как можно больше или меньше»).

**модель + вопрос + дополнительные условия = задача**

**Задача доопределяет свободные переменные модели, сужает область возможных решений.**

Задачи, решаемые на модели, делятся на прямые и обратные.

Прямые задачи: по заданному  $X$  находят  $Y$  путём подстановки  $X$  в уравнение  $Y = F(X)$ . Обычно такие задачи называют **задачами анализа**.

Обратные задачи по заданному  $Y$  находят  $X$  путём нахождения обратной функции  $F^{-1}$  и подстановки  $X = F^{-1}(Y)$ . Обычно их называют **задачами синтеза**.

Если найти обратную функцию  $F^{-1}$  в явном виде затруднительно, то составляют вычислительные схемы для численного определения  $X$ . Часто к этому виду приводятся **задачи управления объектами**.

## *Использование модели:*

- для прогнозирования свойства и поведение объекта как внутри области, в которой построена модель, так и (при обоснованном применении) за её пределами (прогнозирующая роль модели);
- для управления объектом, отбирая наилучшие воздействия путём испытания их на модели (управляющая роль);
- для изучения явления или объекта, модель которого он построил (познавательная роль модели);
- для получения навыков по управлению объектом путём использования модели как тренажёра или игры (обучающая роль);
- для улучшения объекта путем изменения модели и испытания её (проектная роль).