

Программные средства для имитационного моделирования

Лекция2

Особенности ПО для моделирования

- Имитационное моделирование характеризуется наличием параметров, которые являются случайными величинами.
- Поэтому ПО, используемое для моделирования, должно обладать средствами генерации случайных величин, которые имеют различное распределение.

Универсальные языки

Универсальные языки обладают средствами генерации равномерно распределенных случайных величин на отрезке.

Например, в языке C#:

```
Random r = new Random();  
int k = r.Next(255);
```

Для получения других распределений требуется писать дополнительные процедуры.

Универсальные языки

Универсальные языки обладают средствами генерации равномерно распределенных случайных величин на отрезке.

Например, в языке C#:

```
Random r = new Random();  
int k = r.Next(255);
```

Для получения других распределений требуется писать дополнительные процедуры.

Расчетные ПО для моделирования

Для проведения расчетов по имитационным моделям могут использоваться:

- Математические пакеты (Mathematica, Matlab и пр.);
- Офисные пакеты (MS Office в части MS Excel).

Почему удобно использовать MS Excel

Программа MS Excel обладает:

- Специальным набором функций, которые позволяют вычислять функции распределения случайных величин;
- Средствами графического представления данных (построители диаграмм);
- Собственным языком программирования (VBA), с помощью которого можно задавать сложные расчетные алгоритмы;
- Набором элементов управления, которые можно внедрять в рабочие листы электронных таблиц;
- Удобным способом сохранения данных в виде электронных таблиц;
- Использование формул в ячейках для вычисляемых полей.

Пакеты имитационного моделирования

Для решения задачи исследования сложных систем необходимо:

- описывать множество устройств и подсистем,
- выводить разнообразную статистику работы на интересующих участках модели,
- неоднократно изменять параметры блоков (устройств) для проведения имитационных экспериментов,

для этого целесообразно использовать пакеты имитационного моделирования, в которых уже реализован необходимый функционал.

Пакеты имитационного моделирования

В процессе эволюционирования инструментальных средств имитационного моделирования к настоящему моменту появилось множество программных пакетов, обычно использующих в модельной структуре объекты, свойства, очереди и ресурсы.

Эти пакеты разделяются на два основных типа:

- предметно-ориентированные программы моделирования (построение модели с помощью графического интерфейса) и
- языки имитационного моделирования (написание программного кода).

Среди всего разнообразия программных решений наибольший интерес представляют GPSS World, Extend, AnyLogic, Arena, Simulink.

Пакеты имитационного моделирования

- **GPSS World** – среда компьютерного моделирования общего назначения, позволяющая описать модель на языке GPSS, подать на вход характеристики системы, а на выходе получить статистику по итогам экспериментов.
- GPSS World является очень гибким инструментом, подстраиваемым под любую задачу благодаря работе непосредственно с программным кодом. Система также имеет богатый функционал для построения отчетов и вывода статистических данных.

GPSS World

GPSS World - Qtheory.1.sim:9

File Edit Search View Command Window Help

Qtheory.1.sim:9 - QUEUE ENTITIES

Location Find Continue Halt Step

Qtheory.1.sim:8 - BLOCK ENTITIES

Loc	Block Type	Current Count	Entry Count	Retry Chain	Line Number	Includ
1 GEN	GENERATE	0	6115	0	13	
2 QUE	QUEUE	0	6115	0	14	
3 SEI	SEIZE	0	6115	0	15	
4 ADV	ADVANCE	0	6115	0	16	

Qtheory.1.sim:7 - FUTURE EVENTS CHAIN SNAPSHOT - Time: 306576

- XN: 18828, Priority:0, BDT:3065763.822, A:18828, Current Block:0, Next:8 GEN (21)
- XN: 18825, Priority:0, BDT:3065780.844, A:18825, Current Block:0, Next:1 GEN (13)
- XN: 18827, Priority:0, BDT:3065820.037, A:18827, Current Block:11, Next:12 REL (25)
- XN: 18823, Priority:0, BDT:3066030.617, A:18823, Current Block:19, Next:20 ADV (34)
- XN: 18829, Priority:0, BDT:3066357.655, A:18829, Current Block:0, Next:16 GEN (30)
- XN: 18830, Priority:0, BDT:3068227.037, A:18830, Current Block:0, Next:24 GEN (39)

Qtheory.gps

```

GENERATE (Exponential(1,0,500)) ;Время между прибытиями 5
QUEUE Expon
SEIZE Facility2
ADVANCE (Exponential(1,0,300)) ;Время обслуживания распр
RELEASE Facility2 ;по экспоненциальному зак
DEPART Expon
    
```

Qtheory.1.sim - JOURNAL

```

02/23/02 09:56:59 Model Translation Begun.
02/23/02 09:56:59 Ready.
02/23/02 09:57:16 START 500
02/23/02 09:57:16 Simulation in Progress.
02/23/02 09:57:18 The Simulation has ended. Clock is
3065762.892136.
02/23/02 09:57:18 Reporting in Qtheory.1.1 - RREPORT Window.
    
```

Qtheory.1.1 - REPORT

GPSS World Simulation Report - Qtheory.1.1

Saturday, February 23, 2002 09:57:18

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIE
0.000	3065762.892	26	3

For Help, press F1 Report is Complete. Clock 10

В. Д. Бонд

START

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА GPSS WORLD

Системное руководство по абстрактному моделированию

Описание алгоритмов и принципы функционирования дифференциальной системы моделирования GPSS World

Методы построения моделей и применение инструментальных средств GPSS World

Описание и использование языка Plus для автоматизации цикла моделирования

Примеры разработки, создания и использования моделей

Функциональные алгоритмы построения и ввода на различных графических объектах

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ Кваренков В. М.

GPSS World

Основы имитационного моделирования различных систем

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ: ВОЗМОЖНОСТИ GPSS WORLD

Книга.ру

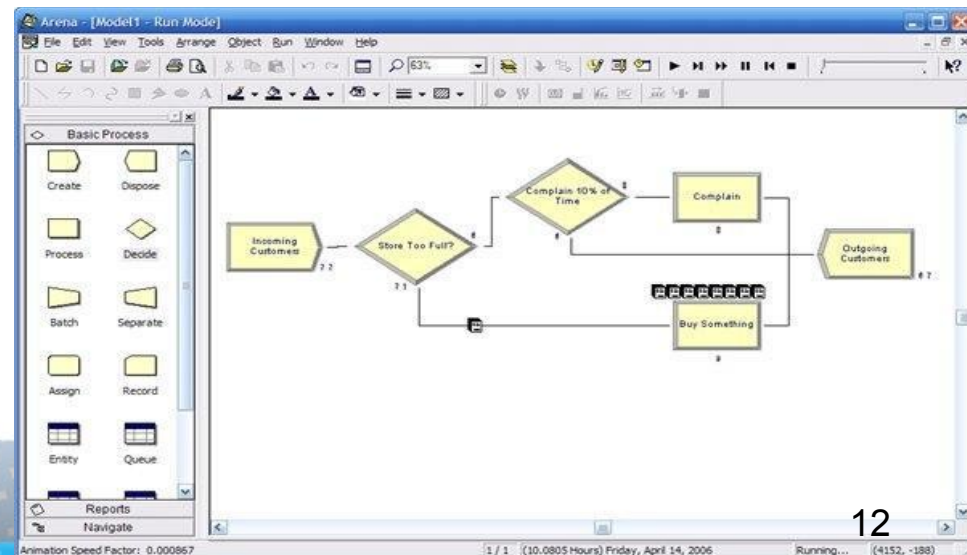
fppt.com

Пакеты имитационного моделирования

- **Extend** – это графическая среда моделирования, где разнообразные конфигурации систем могут быть представлены в виде блоков, настройка и создание которых осуществляются с использованием внутреннего языка ModL. Разработчиками реализованы механизм наследования и возможность создания иерархии в модели. Пакет поставляется компанией Imagine That, Inc.

Пакеты имитационного моделирования

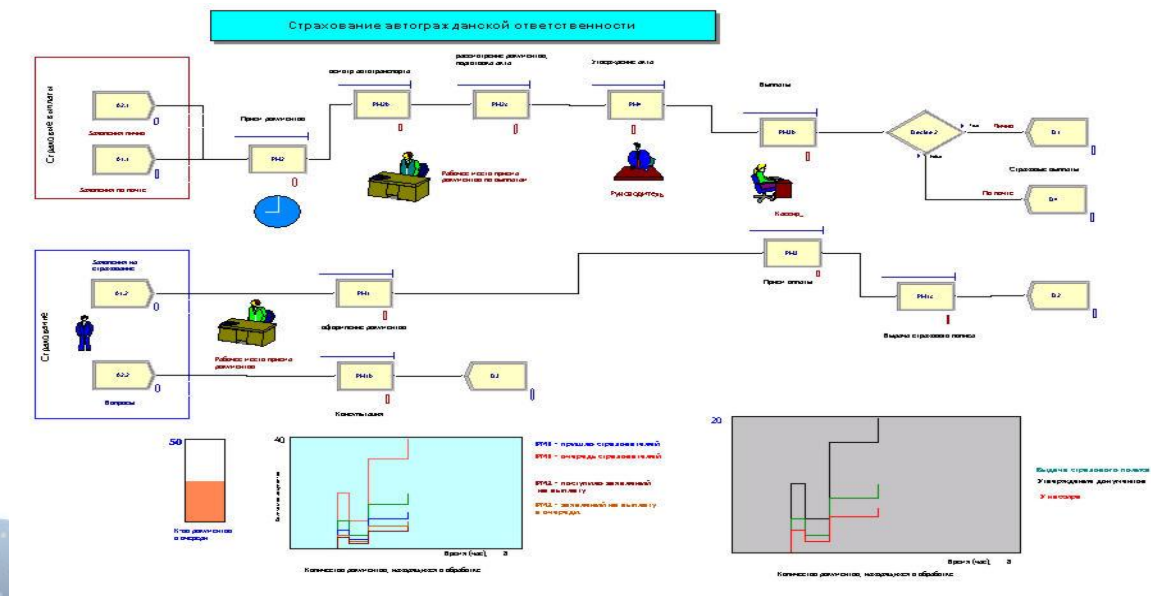
- **Arena** поставляется компанией Systems Modeling Corporation. Моделирующие конструкции, именуемые в пакете модулями, объединены в шаблоны Basic Process, Advanced Process и Advanced Transfer. Модули, имеющие свои параметры и настройки, реализованы в виде блоков, отображаемых в окне работы с моделью.



*

Пакеты имитационного моделирования

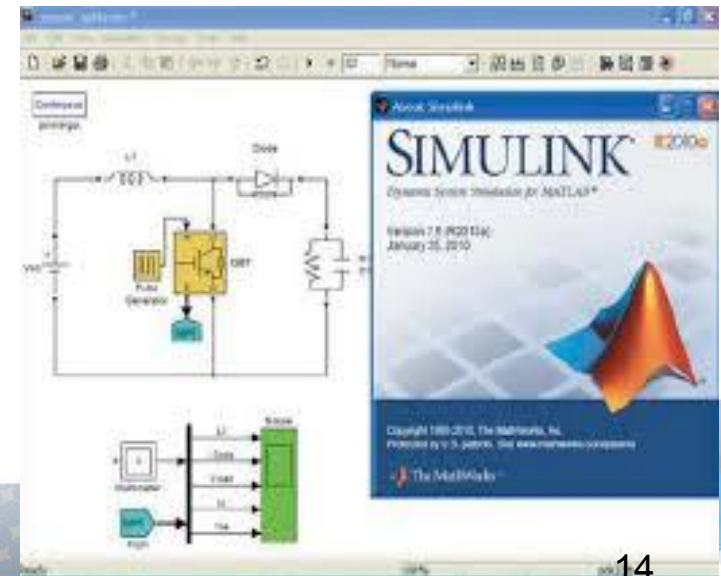
- Пакет поддерживает язык Visual Basic for Applications (VBA) компании Microsoft, что дает возможность считывать данные из других приложений и записывать в другие приложения (например Excel). Таким образом, можно создавать удобные интерфейсы для ввода параметров модели и генерирования отчетов заданного формата.



Пакеты имитационного моделирования

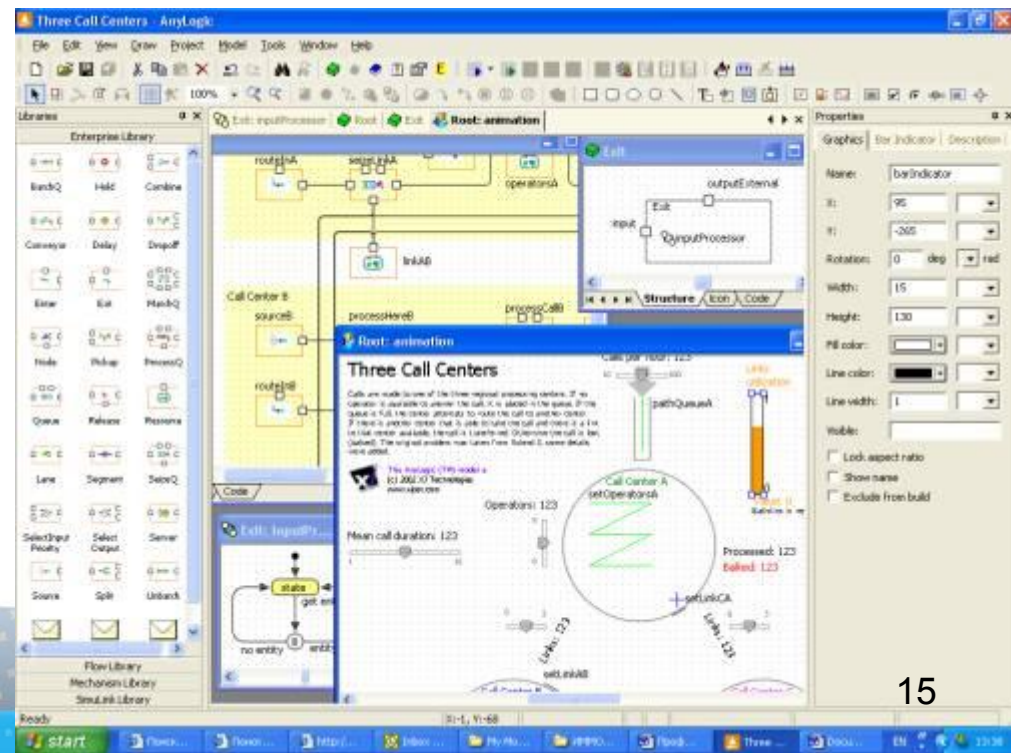
Simulink – графическая среда имитационного моделирования, позволяющая при помощи блок-диаграмм в виде непрерывных графов строить модели дискретных и непрерывных систем.

- Программа имеет расширяемую библиотеку стандартных блоков и богатый функционал для проведения имитационных экспериментов.
- Главной особенностью этой системы является ее интегрированность в среду Matlab, предоставляющую пользователю практически неограниченные возможности по обработке входных и выходных данных модели.



Пакеты имитационного моделирования

- Пакет AnyLogic – отечественный профессиональный инструмент нового поколения, который предназначен для разработки и исследования имитационных моделей.
- Разработчик продукта – компания «Экс Джей Текнолоджис» (XJ Technologies), г. Санкт-Петербург; электронный адрес: www.xjtek.ru.



Пакеты имитационного моделирования

AnyLogic был разработан на основе новых идей в области информационных технологий, теории параллельных взаимодействующих процессов и теории гибридных систем. Благодаря этим идеям чрезвычайно упрощается построение сложных имитационных моделей, имеется возможность использования одного инструмента при изучении различных стилей моделирования.

- Программный инструмент AnyLogic основан на объектно-ориентированной концепции.
- Другой базовой концепцией является представление модели как набора взаимодействующих, параллельно функционирующих активностей.
- Активный объект в AnyLogic – это объект со своим собственным функционированием, взаимодействующий с окружением. Он может включать в себя любое количество экземпляров других активных объектов.

Пакеты имитационного моделирования

AnyLogic (Professional) – пакет для разработки сложных имитационных моделей, а также создания и использования пользовательских библиотек для различных областей применения. AnyLogic Professional включает в себя новые:

- Экспорт моделей в виде отдельных Java приложений
- Создание и импорт пользовательских библиотек
- Отладчик моделей на уровне Java кода
- Интеграция с ПО управления версиями
- Упрощённая интеграция с базами данных, таблицами и текстовыми файлами
- Внедрение в анимацию чертежей САПР
- Расширенный набор элементов управления
- Оптимизатор OptQuest
- Расширенный набор экспериментов
- Сохранение, загрузка и экспорт результатов моделирования
- Интеграция с ГИС-картами
- Включена библиотека пешеходной динамики (Pedestrian library)
- Включена библиотека моделирования железных дорог (Rail yard library)
- Сохранение и восстановление полного состояния модели во время её работы

2. Факторы выбора инструментальных средств моделирования. Механизмы формирования системного времени

Факторами выбора инструментальных средств моделирования являются следующие:

В какой форме будет описываться объект исследования:

- непрерывная;
- дискретная система;
- смешанный вариант.

Проблемно-ориентированная среда (ARENA, ARIS) или универсальная система (GPSS) На выбор той или иной системы влияет **выполнение следующих условий:**

- Наличие практического опыта работы с конкретным инструментальным средством, в том числе и наличие обученного персонала;

- Стоимость лицензии и стоимость разработки. Их соотношение со средствами, выделенными на проект. Современные проблемно-ориентированные системы моделирования очень дороги, по сравнению с просто языками моделирования;
- Размерность создаваемой модели (несложный объект, учебные задачи и т.д.). Современные средства моделирования достаточно функциональны. Поэтому при небольшой размерности целесообразнее ориентироваться на более простую систему (GPSS/W), даже если она не очень вписывается в предметную область;
- Предметная область объекта исследования.

Возможность или ее отсутствие выбрать конкретную проблемно-ориентированную систему.

Внутренние факторы:

- а) Виды возможных статистических испытаний. Хотя современные системы моделирования в этом отношении достаточно функциональны, тем не менее, специфика все-таки имеется. Поэтому, если исследуемая система требует разнообразных средств анализа и испытаний необходимо учитывать этот фактор при выборе конкретной системы моделирования;
- б) Степень трудности изменения структуры модели. Если структура моделируемой системы неочевидна или подвержена изменениям (новый объект, предпроектное обследование), то этот фактор, безусловно, является очень важным;
- в) Способ организации учета времени и происходящих действий.

Регламентация событий и процессов имеет 2 аспекта:

- «продвижение» времени, т.е. корректирование временной координаты состояния системы;
- *• обеспечение согласованности различных блоков и событий в системе.

Существуют два основных метода задания времени:

- с помощью фиксированных интервалов времени. Отсчет системного времени ведется через заранее определенные интервалы постоянной длины. Модели с непрерывным изменением состояния;
- с помощью переменных интервалов времени. Состояние моделируемой системы обновляется с появлением каждого существенного события независимо от интервала времени между ними (время событий). Модели с дискретным изменением состояния.

Каждый из методов имеет свои преимущества:

последовательная обработка событий и обработка событий пакетами или группами. Модели с фиксированным шагом проще реализуются, но существует риска не правильного выбора интервала времени (слишком большой) и, соответственно потеря точности модели.

Метод фиксированных шагов:

- события появляются регулярно и распределены во времени равномерно;
- в течение цикла моделирования T появляется очень много событий, причем математическое ожидание продолжительности событий невелико;
- точная природа существенных событий не ясна. Например, на начальном этапе имитационного исследования.

Метод переменных интервалов времени:

- позволяет существенно экономить машинное время моделирования в случае статических систем, в которых существенные события могут длительное время не наступать;
- не требует определения величины времени приращения;
- может эффективно использоваться при неравномерном распределении событий во времени и (или) большой величине математического ожидания их продолжительности.

3. Специфика инструментальных средств имитационного моделирования

Существует два направления развития инструментальных средств:

- **первое** из них представляют языки имитационного моделирования.

Эти языки по сравнению с универсальными языками программирования:

- снижают трудоемкость написания моделирующих программ,
- включают специализированные процедуры, которые могут применяться в любой имитационной модели, и
- отличаются точностью выражения понятий, характеризующих имитируемые процессы, и
- автоматическим формированием определенных типов данных, необходимых в процессе имитационного моделирования;

*

В каждом цикле создания программной модели можно выделить следующие этапы:

1. Формулирование проблемы:

- описание исследуемой проблемы;
- установление границ и ограничений моделируемой системы;
- определение целей исследования.

2. Разработка модели:

- переход от реальной системы к некоторой логической схеме (абстрагирование).

3. Подготовка данных:

- отбор данных,
- необходимых для построения модели,
- и представление их в соответствующей форме.

4. Трансляция модели:

- описание модели на языке имитационного моделирования.

5. **Оценка адекватности:**
 - повышение до приемлемого уровня степени уверенности,
 - с которой можно судить относительно корректности выводов о реальной системе,
 - полученных на основании обращения к модели.
6. **Планирование:**
 - определение условий проведения машинного эксперимента с имитационной моделью.
7. **Экспериментирование:**
 - многократный прогон имитационной модели на компьютере для получения требуемой информации.
8. **Анализ результатов:**
 - изучение результатов имитационного эксперимента для подготовки выводов и рекомендаций по решению проблемы.
9. **Реализация и документирование:**
 - реализация рекомендаций, полученных на основе имитации;
 - составление документации по модели и ее использованию.

В настоящее время языки имитационного моделирования получили дальнейшее развитие в виде визуальных средств моделирования, где исследователь оперирует не командами и операторами языка, а объектами, представляемыми в графическом виде.

Визуальные средства моделирования частично снимают проблемы языков имитационного моделирования, описанные чуть выше, но в то же время основные из них остаются, например, освоение исследователем абстрактных терминов, используемых в этих средствах.

Вторым направлением развития инструментальных средств имитационного моделирования являются узкоспециализированные моделирующие программные комплексы.

*