

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кузбасский государственный технический
университет имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра информационных и автоматизированных
производственных систем

Составители
В. В. Зиновьев, А. Н. Стародубов,
П. И. Николаев, И. С. Кузнецов

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ В СРЕДЕ EXTEND 6.0

Методические указания к лабораторной работе

Рекомендовано учебно-методической комиссией направления подготовки
09.03.02 «Информационные системы и технологии» в качестве
электронного издания для использования в образовательном процессе

Кемерово 2022

Рецензенты:

Чичерин И. В. – к.т.н., доцент кафедры информационных и автоматизированных производственных систем

Зиновьев Василий Валентинович

Стародубов Алексей Николаевич

Николаев Петр Игоревич

Кузнецов Игорь Сергеевич

Моделирование процессов и систем в среде Extend 6.0: методические указания к лабораторной работе для обучающихся направления подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии, всех форм обучения / сост. В. В. Зиновьев, А. Н. Стародубов, П. И. Николаев, И. С. Кузнецов; Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева. – Кемерово, 2022. – Текст : электронный.

В данных методических указаниях разработанных по дисциплине «Моделирование процессов и систем» приведены цель и задача, общие сведения об изучаемом материале, задания для выполнения, вопросы для самопроверки.

© Кузбасский государственный
технический университет имени
Т. Ф. Горбачева, 2022

© В. В. Зиновьев, А. Н. Стародубов,
П. И. Николаев, И. С. Кузнецов,
составление, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель работы	3
2. Теоретические положения	4
2.1. Имитационное моделирование	4
2.2. Среда имитационного моделирования Extend 6.0	8
2.2.1. Общие сведения	8
2.2.2. Опции «Панели меню»	13
2.2.3. Краткий обзор блоков библиотек Extend 6.0	21
3. Пример выполнения лабораторной работы	22
4. Задание к лабораторной работе	31
5. Порядок выполнения работы	32
6. Требования к отчету	32
7. Контрольные вопросы	32
8. Список рекомендуемой литературы	33

1. Цель работы

Цель работы – изучить технологию моделирования систем и процессов в среде Extend 6.0.

В ходе выполнения лабораторной работы студент должен научиться отображать функционирование систем и процессов, используя среду имитационного моделирования Extend 6.0, и проводить эксперименты на разработанной модели.

Примечание

Предполагается, что студент знаком с основами теории систем массового обслуживания.

Для выполнения лабораторной работы используется демо версия программного обеспечения Extend 6.0 (Imagine That, Inc., США).

2. Теоретические положения

2.1. Имитационное моделирование

Имитационное моделирование становится эффективным методом решения практических задач описания и исследования систем, в которых необходимо оценить влияние множества случайных факторов, учесть сложное взаимодействие элементов во времени и пространстве, провести многовариантный анализ с целью выбора наиболее эффективного решения, изучить процессы, происходящие в новых объектах. К таким системам относятся многоступенчатое промышленное производство, управление транспортными потоками, распределенные объекты управления.

Идея имитационного моделирования заключается в том, что поведение системы отображают компьютерной моделью взаимодействия ее элементов во времени и пространстве (рис. 2.1).

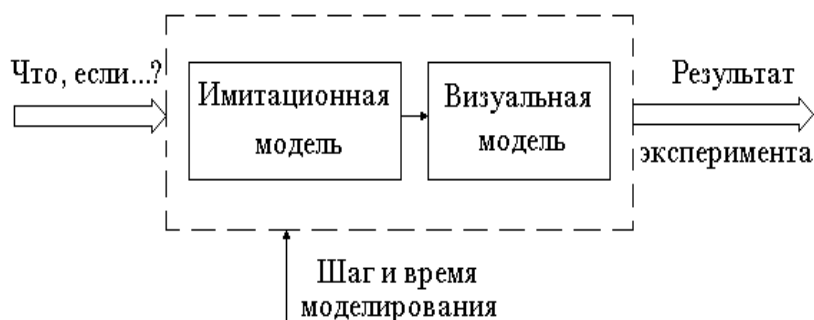


Рис. 2.1. Концепция имитационного моделирования

После проверки правильности отображения системы с компьютерной моделью проводят имитационные эксперименты типа «Что ..., если...?».

До настоящего времени применение имитационного моделирования было ограничено возможностями вычислительной техники. Развитие мощных персональных компьютеров позволило применять методы имитационного моделирования, не требующие от инженера составления программ. Имитационную модель стали соединять с визуальной моделью, показывающей перемещение элементов системы на ее мнемосхеме.

Развитие имитационного моделирования началось в 50-х годах. Сначала имитационные модели разрабатывали на языках типа FORTRAN, Pascal (рис. 2.2).

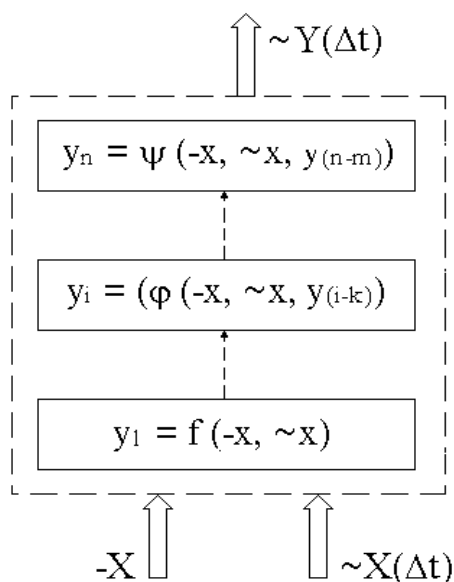


Рис. 2.2. Моделирование на универсальных языках

Динамику системы описывали в виде последовательности уравнений с детерминированными $-X$ и случайными $\sim X$ коэффициентами. Уравнения кодировали в терминах используемого языка, и вводили программу в компьютер. Время моделирования разбивали на одинаковые шаги Δt . На каждом шаге Δt , изменяя значения случайных коэффициентов, производили расчет уравнений и определяли изменения выходной величины $\sim Y(\Delta t)$. Каждый эксперимент представлял собой расчет уравнений с шагом Δt . По накопленным результатам устанавливали связь факторов с откликом.

Такой подход требовал аналитического описания процессов с последующим переводом полученной системы уравнений в программу для ЭВМ. Поэтому разработка таких программ занимала несколько человеко-месяцев труда специалистов по технологии, программированию и математике. Модель, содержащая сотни (тысячи) команд, трудно поддавалась доработке (как правило, исправить или дополнить моделирующую программу мог только тот, кто ее разрабатывал). Часто время разработки модели отставало от развития моделируемой системы, и модель становилась не востребованной.

В 60-х годах появились и стали развиваться специализированные языки имитационного моделирования GPSS, SIMSCRIPT, GASP, SIMULA, SLAM. Их применение позволило упростить процесс имитации систем (рис. 2.3).

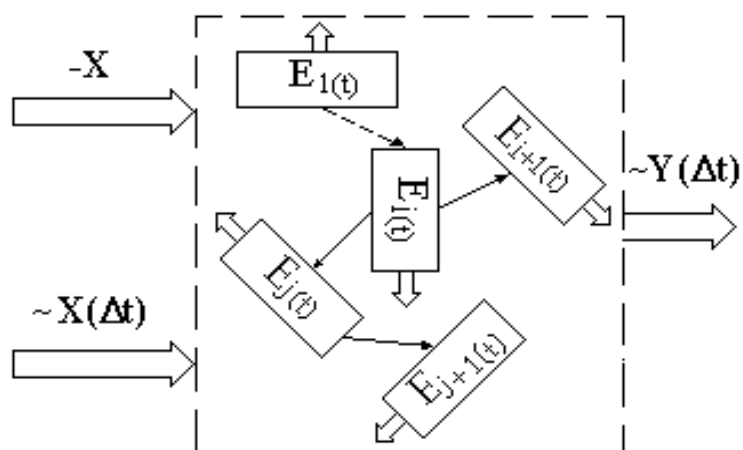


Рис. 2.3. Моделирование на специализированных языках

Специализированные языки имитационного моделирования представляют собой языки высокого уровня, в которых стандартные операции имитационного моделирования, такие как «создать объект», «двигать», «передать по условию», «ожидать в течение», «генерировать случайные числа» и т. д., представляют собой блоки в виде последовательностей команд на одном из универсальных языков. Поведение системы отображается последовательностью событий. Событием является начало или окончание какой-либо операции. Процесс отображается не системой уравнений, а взаимодействием элементов модели E_1, \dots, E_n во времени и пространстве.

Специализированные языки имитационного моделирования компактны и имеют широкий круг приложений, однако требуют специальной подготовки пользователя, который должен написать программу в терминах языка для конкретного объекта моделирования. Поэтому начали создавать языки компьютерной анимации, позволяющие отображать процесс имитационного моделирования на мониторе. Например, программное обеспечение Proof Animation отображает на экране компьютера взаимодействие объектов системы по результатам моделирования. Оно может соединяться с различными специализированными языками имитации GPSS, SIMAN, SIMSCRIPT, SLAM.

В 80-х годах стали разрабатывать имитационные системы (среды), содержащие интерфейс непрограммирующего пользователя, входные и выходные анализаторы, возможность анимации моделируемого процесса. В наше время на рынке средств имитационного моделирования предлагается более 60 мощных продуктов, таких как Arena, AutoMod, AlphaSim, Anylogic, Deneb, Extend, GPSS World, MicroSaint, MAST и др. Имитационные среды не требуют программирования в виде последовательности команд. Вместо составления программы пользователь составляет модель, выбирая из библиотеки готовые блоки, размещает их на рабочем поле и устанавливает связи между ними (рис. 2.4).

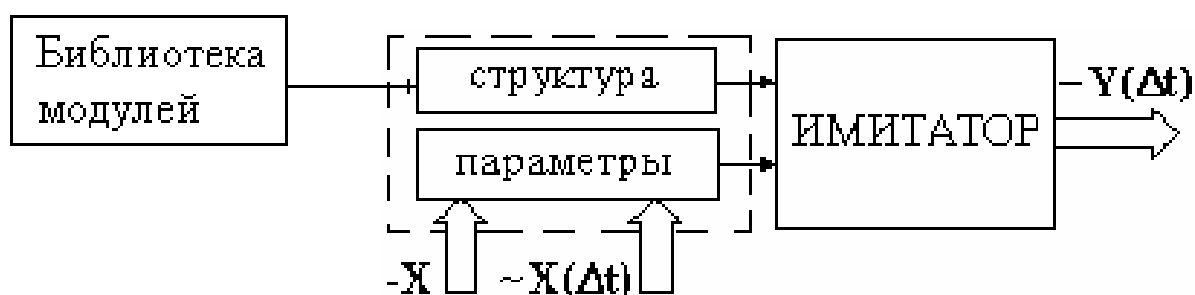


Рис. 2.4. Моделирование в имитационных средах

В современных средах имитационного моделирования автоматизированы процессы статистической обработки данных, управления проведением экспериментов, оптимизации поведения системы, сравнения различных альтернатив. Так же существует возможность создания своих собственных блоков на встроенных универсальных языках. Как правило, имитационная среда обес-

печивает возможность визуализации процесса имитации и связи с инструментами компьютерного проектирования систем.

Таким образом, программные средства имитации в своем развитии изменялись на протяжении нескольких поколений, но основное назначение всех этих средств – уменьшение трудоемкости создания программных реализаций имитационных моделей и экспериментирования с ними.

Основными требованиями, которые предъявляются к программным средствам имитационного моделирования систем являются:

- простота и скорость процесса имитационного моделирования;
- возможность «продвигать» модельное время либо по шагам, либо до следующего события;
- способность генерировать случайные числа и работать со случайными переменными, и различными законами распределения случайных величин;
- возможность построения моделей систем без аналитического описания их функционирования;
- автоматическое накопление необходимых данных;
- автоматизация процессов статистической обработки данных, управления экспериментами, оптимизации поведения системы, сравнения различных альтернатив;
- автоматическое выявление и устранение ошибок в модели;
- возможность заранее создавать стандартные модули, которые могут применяться в различных имитационных моделях;
- простота визуализации функционирования системы в соответствии с работой имитационной модели.

Всем этим требованиям удовлетворяет среда имитационного моделирования Extend 6.0.

2.2. Среда имитационного моделирования Extend 6.0

2.2.1. Общие сведения

Разработчиком среды имитационного моделирования Extend 6.0 является компания Imagine That, Inc. (Сан-Хосе, Калифорния, США).

Extend-модель состоит из множества частей и объектов: транзактов; блоков; библиотек, где хранятся блоки; диалогов, связанных с каждым блоком; разъемов на блоке; связей между блоками (рис. 2.5).

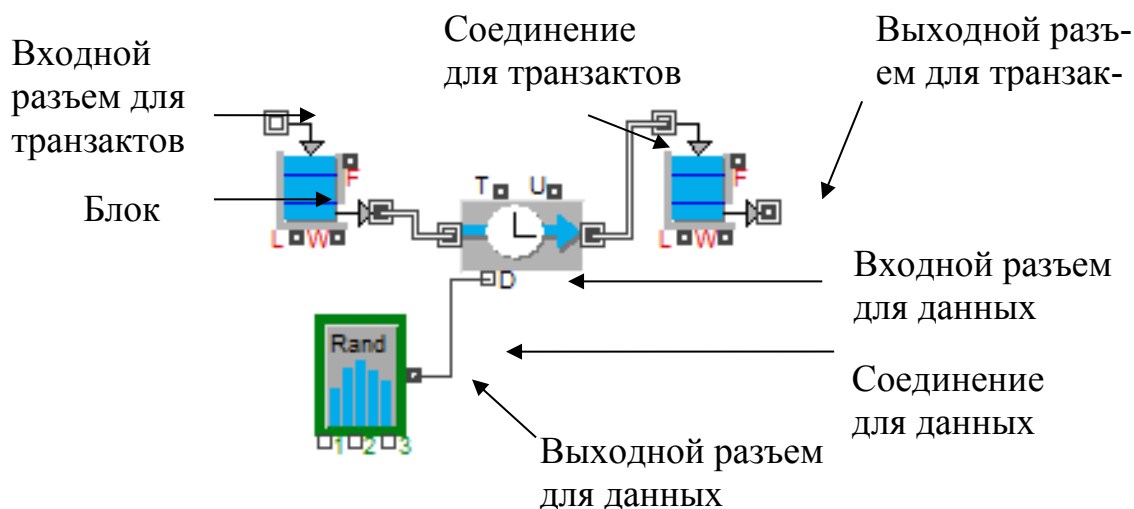


Рис. 2.5. Часть Extend-модели

Транзакты

В Extend, так же как, например, в языке имитационного моделирования GPSS [1], используется транзактный подход. Транзакты - это динамические элементы модели, которые, перемещаясь от блока к блоку, запускают соответствующие подпрограммы тех блоков, в которых они находятся в данный момент времени. Запуская такой блок, Extend моделирует процессы, происходящие в реальной системе.

Блоки

Блок в Extend определяет действие или процесс. В каждый блок «зашита» определенная программа, написанная на универсальном языке. Одни блоки создают, задерживают и удаляют транзакты. Другие собирают и модифицируют информацию, строят графики. Каждый блок в Extend имеет свой графический аналог, диалоговое окно для ввода и просмотра данных, и разъемы для присоединения других блоков. Существует возможность создания иерархических блоков, которые содержат в себе группу блоков различного назначения. При формировании иерархического блока можно создавать его оригинальное графическое представление.

Библиотеки

Библиотеки являются хранилищами блоков. При переносе блока из библиотеки на рабочее поле модели, сам блок не копируется из библиотеки, а просто запоминаются ссылки на него. Преимуществами использования ссылок на блоки являются:

- автоматическая корректировка всех однотипных блоков модели при изменении блока в библиотеке;
- использование значительно меньших ресурсов памяти ЭВМ.

При сохранении модели Extend сохраняет имена блоков, а также имена библиотек, из которых загружены эти блоки. При открытии модели, Extend автоматически открывает нужные библиотеки.

Диалоговые окна

У большинства блоков Extend имеются диалоговые окна (рис. 2.6), которые используются для ввода данных перед запуском модели. Для открытия такого окна необходимо произвести двойной щелчок мышью на соответствующем блоке.

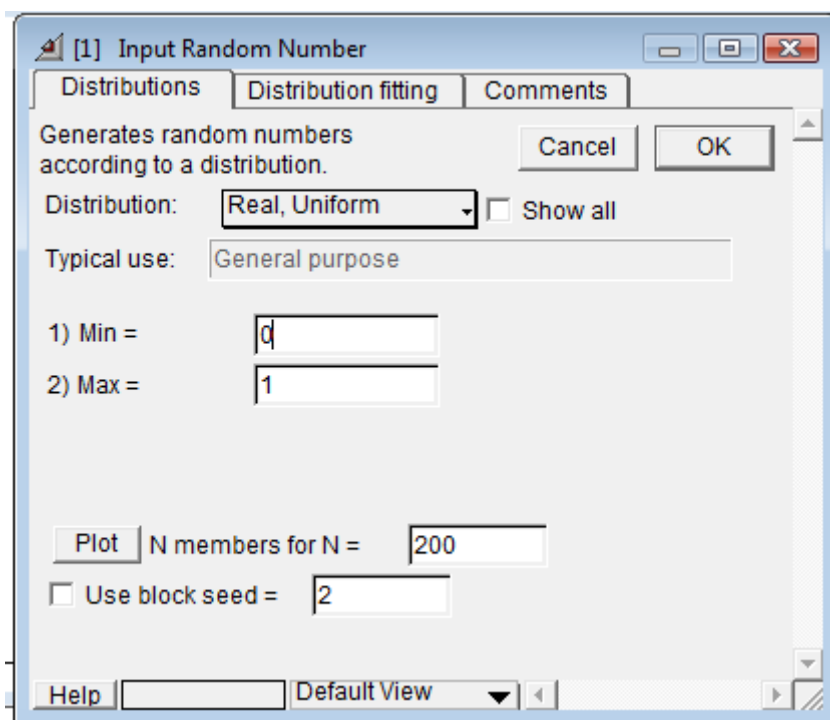


Рис. 2.6. Диалоговое окно в Extend 6.0

В диалоговые окна вводятся текст или числа. Для ввода дробных чисел в Extend используется десятичная запятая.

Для анализа параметров при запуске модели можно оставить необходимые диалоговые окна открытыми. В них величины будут изменяться в течение моделирования. Существует возможность изменения установленных параметров в диалоговом окне во время работы модели. Блок, в диалоговое окно которого введены изменения, получит их при обработке следующего события.

Разъемы и связи

Большинство блоков, имеют входные и выходные разъемы (небольшие квадраты у каждой стороны блока). Транзакты заходят в блок по входным разъемам, а выходят – по выходным. Блок может иметь несколько входных и выходных разъемов.

Для установления взаимосвязи между блоками используются линии, которые называются связями. Они определяют поток транзактов по модели. Эти соединения могут быть 4-х видов (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Виды связей

№	Тип соединения	Вид линий
1	Данные	
2	Транзакт	
3	Diamond	
4	Именные или метки	Метка ——— Метка ===

Первый тип соединений предназначен для передачи данных. Особенность данного типа соединения заключается в том, что к одному выходному разъему можно подключить несколько входных. Второй тип соединения предназначен для передачи транзактов в дискретной модели. Третий тип соединений предназначен как для дискретных, так и для непрерывных данных (существуют только входные разъемы, данного типа). Четвертый тип соединений при помощи меток используется в качестве альтернативы обычному соединению с помощью линий, такой тип позволяет избежать загромождения моделей и упрощает просмотр логики последней. Данному типу соединения присуща особенность первого типа соединения, но только при передаче данных.

При создании Extend-модели, в библиотеке выбирают блоки (Discrete Event, Generic, Statistics и др.) и размещают их на рабо-

чем поле модели методом drag&drop (блок захватывается мышью и переносится). Затем блоки связывают, чтобы обозначить направления движения транзактов и задают параметры блоков при помощи диалоговых окон.

Оболочка Extend состоит из трех основных частей: Панели меню, Рабочего поля, Библиотеки блоков (рис. 2.7).

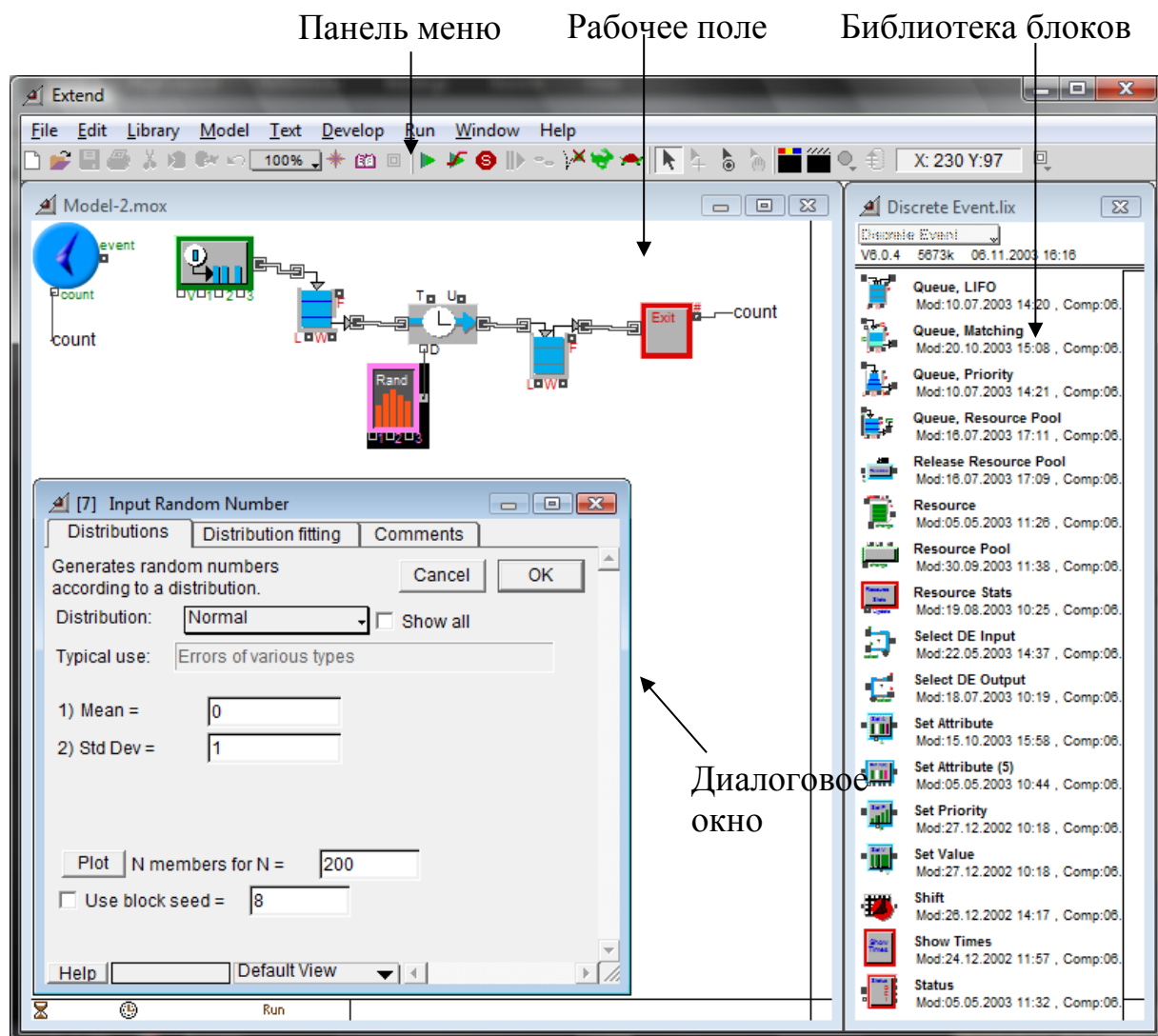


Рис. 2.7. Оболочка Extend

Опции «Панели меню» позволяют создавать, сохранять, открывать, редактировать модели, проводить имитационные эксперименты. «Рабочее поле» предназначено для создания имитационной модели путем размещения блоков из библиотек и установления связей между ними. Библиотеки объектов отображают блоки, которые могут быть использованы для построения имитационной модели.

Для вывода результатов имитационных экспериментов в Extend можно использовать уже имеющиеся блоки, предназначенные для построения динамических графиков. Также можно запустить встроенную программу Stat Fit, разработанную фирмой Geer Mountain Software (ее вызов также осуществляется через блок Stat Fit). Она имеет в своем составе целый набор инструментов для обработки результатов (графики, гистограммы и т. д.).

Extend содержит внутренний универсальный язык ModL, при помощи которого можно производить настройку существующих блоков, а также создавать новые блоки. Такая возможность позволяет моделировать самые разнообразные системы. Иерархия модели может иметь неограниченное число уровней, т. е. каждый блок может включать в себя несколько других блоков (подмоделей). Также для блоков может использоваться механизм наследования.

В настоящее время пакет Extend обеспечивает двухмерную анимацию, при этом в качестве вспомогательного средства служит программа Proof Animation (Wolverine Soft., США). Число потоков случайных чисел в пакете Extend не ограничено. Более того, имеется доступ к 18 стандартным теоретическим распределениям вероятностей, а также к эмпирическим распределениям. В пакете Extend существует простой способ выполнения независимых повторных прогонов моделируемой системы, а также построения точечных оценок и доверительных интервалов для показателей работы системы. Пакет позволяет строить графики, в частности гистограммы, а также графики временной зависимости. В настоящее время разрабатывается модуль оптимизации [2].

2.2.2. Опции «Панели меню»

В табл. 2.2 приводятся опции «Панели меню» Extend с командами и их назначением.

Таблица 2.2

Опции Панели меню Extend

Опция меню	Команда	Назначение
File	New Model	Создает новую модель
	Open	Открывает ранее сохраненную модель, текстовый файл, файлы Proof Animation и т. д.

Опция меню	Команда	Назначение
	Close	Закрывает модель
	New Text File	Создает текстовый файл (файл может быть использован для ввода данных в модель)
	Append Model	Присоединяет модель (используется для соединения нескольких отдельных моделей в одну)
	Revert Model	Возвращает к последней сохраненной версии модели, отменяя все сделанные изменения
	Save	Сохраняет модель
	Save as	Сохраняет модель под другим именем
	Save Selected	Сохраняет выделенные элементы в новую модель
	Import Data	Импортирует данные из таблицы базы данных в текстовый файл (File)
	Export Data	Экспортирует данные из текстового файла в таблицу базы данных (File)
	Import DFX File	Импортирует файлы CAD программ .DFX
	Import Visio Drawing	Импортирует файлы Visio (File)
	Show Page Breaks	Показывает границы печати
	Print	Выводит модель на печать
	Print Setup	Настраивает параметры печати
File	Get Info	Выводит информацию о блоке (координаты расположения, библиотека и др.)
	Exit	Выход из имитационной среды Extend
Edit	Undo	Отменяет последнее действие
	Redo	Повторяет последнее действие
	Cut	Вырезает блок
	Copy	Копирует блок в буфер обмена
	Paste	Вставляет блок из буфера обмена
	Clear	Удаляет блок
	Select All	Выделяет все элементы модели
	Duplicate	Дублирует блок

Опция меню	Команда	Назначение
	Paste Link	Устанавливает связи с другими приложениями (например, с Microsoft Excel)
	Delete Link	Удаляет связи с приложениями
	Show Links	Показывает связи с приложениями
	Refresh Links	Обновляет связи с приложениями
	Insert Object	Вставляет OLE объект в модель
	Design Mode	Входит в режим проекта (при выключенном режиме внедренный объект OLE, например, файл Microsoft Excel будет открываться в окне Extend. При включенном режиме для открытия внедренного OLE объекта будет использоваться нужное приложение)
	Object	Предназначен для пользователей Macintosh
	Clipboard	Показывает содержимое буфера обмена
	Preferences	Производит настройки Extend
Library	Open Library	Открывает библиотеку блоков из файла
	Close Library	Закрывает библиотеку блоков
	New Library	Создает библиотеку блоков
	Tools	Запускает инструменты библиотеки, которые позволяют защищать программный код библиотеки, конвертировать версии библиотек и т. д.
Model	Open Notebook	Открывает блокнот, который служит для документирования модели и изменения ее параметров
	Make Selection Hierarchical	Создает из выделенных блоков иерархический блок
	Make Hierarchical Block	Запускает окно редактирования для создания иерархического блока
	Open Hierarchical Block Structure	Открывает ранее созданный иерархический блок
	Rename Hierarchical Block	Переименовывает иерархический блок
	Connection Lines	Выбирает тип (вид, толщину и т. д.) соединительных линий
	Show Named Connections	Показывает только указанные соединения

Опция меню	Команда	Назначение
	Hide All Connections	Скрывает все соединения
	Controls	Добавляет в модель блоки управления (ползунок, кнопку и измеритель)
	Reduce/Expand	Уменьшает или увеличивает размер изображения модели
	Reduce To Fit	Автоматически масштабирует размер модели в соответствии с рабочим полем
	Normal Size	Возврат изображения модели к исходному размеру
	Lock Model	Блокирует модель. (запрещается перемещение, удаление и добавление блоков. Разрешается только замена переменных в диалоговых окнах)
	Use Grid	Осуществляет привязку к сетке для облегчения размещения и выравнивания блоков
	Find Block / Find Next	Позволяет найти блок по типу, метке, порядковому номеру, содержащемуся тексту.
	Show Blocks Label	Показывает метку блока
	Show Blocks Number	Показывает номер блока
	Show Simulation Order	Показывает порядок срабатывания блоков при имитации
	Set Simulation Order	Устанавливает порядок срабатывания блоков при имитации
	Open Sensitizen Blocks	Открывает диалоговые окна блоков, содержащих зависимые параметры (см. Sensitize Parameter)
Text	Font	Позволяет выбрать шрифт
	Size	Позволяет задать размер шрифта
	Plain Text	Переключает на обычный шрифт
	Bold	Позволяет выбрать жирный шрифт
	Italic	Позволяет выбрать курсив
	Underline	Включает режим подчеркивания
	Align Left	Устанавливает привязку текста по левому краю
	Align Right	Устанавливает привязку текста по правому краю

Опция меню	Команда	Назначение
	Align Center	Устанавливает привязку текста по центру
	Border	Переключает режим отображения надписей, с рамкой и без рамки
	Transparent	Переключает заливку фона с прозрачной на одноцветную и обратно
Develop	Build New Block...	Команда позволяет создать свой модуль, используя внутренний язык Extend.
	Rename Block...	Позволяет переименовать блок
	Open Block Structure	Позволяет открыть структуру модуля
	Compile	Позволяет скомпилировать модуль, программа проверяет синтаксис и компилирует модуль
	Generate Debugging Info	Генерирует отладочную информацию, если этот пункт меню выбран, то компилятор генерирует информацию об отладке этого блока при компиляции. Пункт необходим в процессе создания нового блока
	New Dialog Item...	Добавляет новый диалоговый элемент
	Define New Tab...	Добавляет новую вкладку в диалоговое меню
	Edit or Delete Tab...	Позволяет редактировать или удалять вкладку диалогового меню
	Move Selected Items to Tab...	Позволяет переместить элементы на вкладку
Develop	Set Block Type	Устанавливает тип блока
	Set Breakpoints	Устанавливает контрольные точки
	Open Breakpoints Window	Открывает окно контрольных точек
	Open Debugger Window	Открывает окно отладчика
	Continue	Операция для отладки программы с помощью контрольных точек «Продолжить»
	Step Over	Операция для отладки программы с помощью контрольных точек «Подойти к...»
	Step Into	Операция для отладки программы с помощью контрольных точек «Перейти к...»

Опция меню	Команда	Назначение
	Step Out	Операция для отладки программы с помощью контрольных точек «Отойти от...»
	Shift Selection Left	Табуляция строки влево
	Shift Selection Right	Табуляция строки вправо
	Go To Line...	Перейти к строке...
	New Include File...	Новый вложенный файл, Extend позволяет использовать вложенные файлы в программе, в которых также пишется программный код, там могут содержаться различные функции, процедуры и т. д.
	Open Include File...	Открыть вложенный файл
	Delete Include File...	Удалить вложенный файл
Run	Run Simulation	Запускает имитационный эксперимент
	Continue Simulation	Продолжает имитационный эксперимент (вы случае останова)
	Simulation Setup	Позволяет настроить параметры проведения эксперимента: тип модели, дискретная или непрерывная, задать параметры для этих типов, задать параметры для генератора случайных чисел, выбрать временные единицы.
	Run Optimization	Запускает процесс оптимизации, Extend пытается оптимизировать модель, подобрать идеальные значения для параметров модулей и т. д. Подробнее, читайте в технической документации.
Run	Prioritize Front Model	Позволяет выбрать, получит ли активная модель, наивысший приоритет или нет
	Use Sensitivity Analysis	Позволяет отслеживать разницу в результатах при изменении какого-либо параметра. Изменение параметра должно быть задано в диалоговом окне модуля с помощью команды (Edit Sensitize Parameter)
	Show Animation	Команда позволяет выбрать показывать или не показывать анимацию модели
	Add Connection	Позволяет добавить анимацию соедини-

Опция меню	Команда	Назначение
	Line Animation	тельных линий
	Add Named Connection Animation	Позволяет добавить анимацию именованного соединения
	Launch Proof	Позволяет запустить программу Proof Animation. Имитационная среда Extend интегрирована с программой анимации Proof Animation и позволяет создавать анимацию имитационной модели в Proof Animation. Более подробно о использовании Proof Animation читайте в технической документации
	Launch Statfit	Позволяет запустить программу Statfit. Имитационная среда Extend интегрирована с программой Statfit, которая используется для графического вывода результатов (графики, гистограммы и т. д.). Более подробно о использовании Statfit читайте в технической документации.
	Generate Report	Позволяет сформировать отчет. При выборе этого пункта в конце имитации будет сгенерирован отчет, и Extend предложит сохранить его в файл
Run	Report Type	Позволяет произвести выбор типа отчета. Предлагается выбрать тип отчета: диалоговый или статистический. Диалоговый отчет включает в себя конечные значения входных и выходных параметров для каждого выбранного блока, также в отчет включаются значения параметров настройки каждого выбранного блока – это хороший инструмент для документации вашей модели. Статистический отчет включает в себя только конечные значения выходных параметров. Этот отчет упорядочивает статистику в табличной форме, облегчая ее анализ
	Add Selected To Report	Позволяет добавить выделенный модуль в отчет. Модуль будет включен в отчет
	Add All To Report	Позволяет добавить все модули в отчет
	Remove Select-	Позволяет убрать выделенный модуль из

Опция меню	Команда	Назначение
	ed From Report	отчета
	Remove All From Report	Позволяет убрать все модули из отчета
	Show Reporting Blocks	Позволяет показать модули, которые включены в отчет. При этом на блоках, которые включены в отчет появится надпись Report
	Stop	Прервать имитационный эксперимент
	Pause	Временно приостановить имитационный эксперимент
	Step	Запуск имитационного эксперимента в пошаговом режиме
	Resume	Перезапуск остановленного имитационного эксперимента
	Debugging	Включает режим «Отладка». Этот режим предназначен для опытных пользователей. Подробнее об отладке читай в технической документации
Window	Notebook	Записная книжка, позволяет делать записи, а так же вставлять элементы диалоговых меню, для упрощения ввода переменных в модель, так же позволяет размещать графики, и результаты экспериментов
	Navigator	Навигатор, открывает окно, отображающее, в зависимости от выбора пользователя, информацию, о блоках использованных в модели, иерархически порядок, открытые библиотеки
Help	Help...	Вызов встроенной справки, на английском языке
	Imagine That Home Page	Домашняя страница компании Imagine That (требуется подключение к Internet)
	Product Updates	Обновление Extend (требуется подключение к Internet)
	Extend Product Line	Перечень продуктов серии Extend (требуется подключение к Internet)
	User Group	Форум пользователей Extend (требуется подключение к Internet)
	Technical Support	Техническая поддержка (требуется подключение к Internet)
	About Extend	Отображает версию Extend



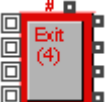
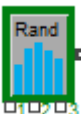
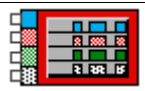
2.2.3. Краткий обзор блоков библиотек Extend 6.0

В приведенной ниже таблице 2.3 представлен перечень блоков Extend, достаточных для выполнения лабораторной работы в данных методических указаниях.

Таблица 2.3

Краткий перечень блоков Extend 6.0

Вид блока	Наименование блока	Действие блока
Библиотека Discrete Event (дискретные события)		
	Executive	Задаёт режим окончания имитации (по истечении времени или по окончании заданного числа событий)
	Activity, Delay	Задерживает транзакт на указанное время. Величина задержки задается в диалоговом окне. Время задержки, также может быть задано из другого блока, присоединенного к входному разъему D. При этом величина задержки, заданная в диалоговом окне, игнорируется
	Activity, Delay (Attributes)	Задерживает транзакт на величину, указанную в его атрибуте (задерживаются только транзакты с заданным атрибутом)
	Activity, Multiple	Задерживает одновременно несколько транзактов
	Generator	Генерирует транзакты по заданному детерминированному или вероятностному закону распределения (в диалоговом окне или с помощью входа V можно задать количество одновременно генерируемых транзактов)
	Queue, FIFO	Упорядочивает транзакты в очереди по правилу FIFO (первым пришел – первым обслужился)
	Queue, LIFO	Упорядочивает транзакты в очереди по правилу LIFO (последним пришел – первым обслужился)
	Queue, Priority	Упорядочивает транзакты в очереди по их приоритетам (высший приоритет имеют транзакты с наименьшим значением приоритета, если таких транзактов несколько, то они упорядочиваются по правилу FIFO)

Вид блока	Наименование блока	Действие блока
	Show Time	Отображает текущее системное время
	Exit	Накапливает транзакты, выходящие из модели от одного источника
	Exit (4)	Накапливает транзакты, выходящие из модели от четырех источников
Библиотека Generic (генерация)		
	Input Random Number	Генерируем случайные числа по выбранному закону распределения
Библиотека Plotters (графопостроители)		
	Plotter, Discrete Events	Графопостроитель для дискретных моделей (одновременно может строить до 4 графиков)

3. Пример выполнения лабораторной работы

Построение модели

Для построения новой модели необходимо запустить файл Extend.exe из папки Extend, после чего на экране появится окно «Extend Sample Models» с примерами моделей. Для создания новой модели необходимо закрыть это окно и выбрать в меню «File» опцию «New Model». После этого на экране появится пустое окно модели (рабочее поле), в которое можно вставлять блоки из необходимых библиотек. Для выполнения вышеприведенного задания потребуются библиотеки: Generic, Discrete Event, Plotter, ITLab. Для их открытия в меню «Library» выбираются пункт «Open Library...» и нужная библиотека. Загруженные библиотеки будут отображаться внизу меню «Library» (рис. 3.1).

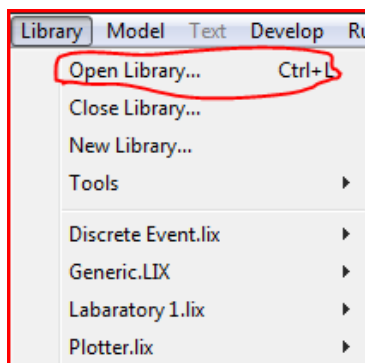


Рис. 3.1. Выбор библиотек

Для отображения сервера и маршрутизатора необходимо открыть окно библиотеки дискретных событий путем выбора опции «Open Library Window» в меню «ITlab.lix» (рис. 3.2).

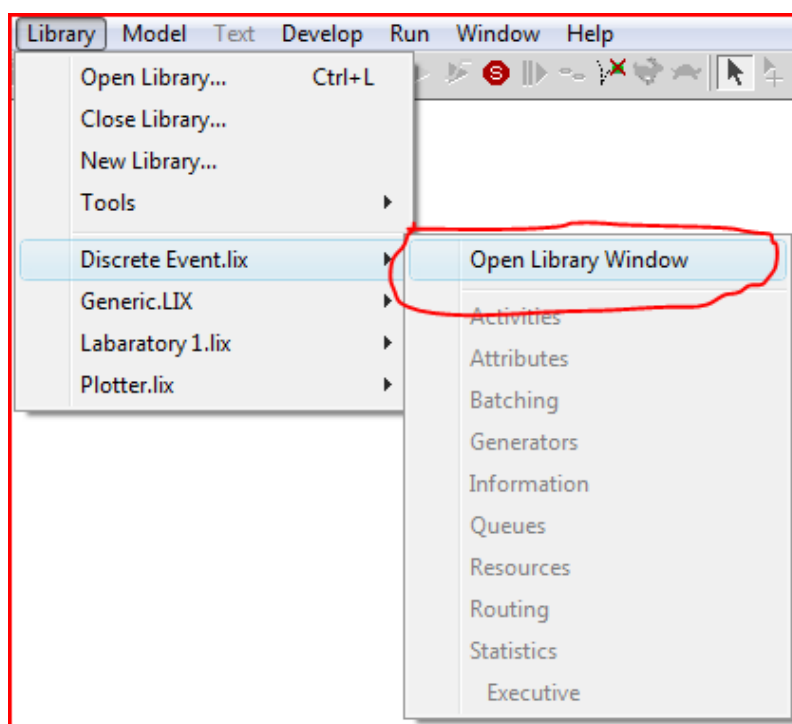


Рис. 3.2. Открытие библиотеки

Затем в появившемся справа окне библиотеки, выбрать блок «Switch» и перетащить его «мышью» на рабочее поле. Данный блок моделирует работу маршрутизатора и направляет пакеты данных от терминалов к серверу и обратно, (рис. 5.3 а). Для моделирования сервера используется блок «Server» (рис. 5.3 б), данный блок включает в себя блоки Queue, FIFO; Count; Get Attribute; Equation; Constanta; Activity, Delay; Set Attribute. Блок Queue, FIFO обеспечивает накопление пакетов в буфере сервера, для дальнейшей обработки, блок Count, считает количество пакетов данных обработанных сервером. Блок Get Attribute считывает размер пакета данных, и в блоке Equation происходит вычисление времени обработки пакета, в зависимости от частоты процессора сервера, заданного в блоке Constant. Блок Activity, Delay имитирует обработку пакета данных. Блок Set Attribute устанавливает метку о том, что пакет был обработан на сервере. Блок WS (Рис. 3.3 в) моделирует работу терминала.

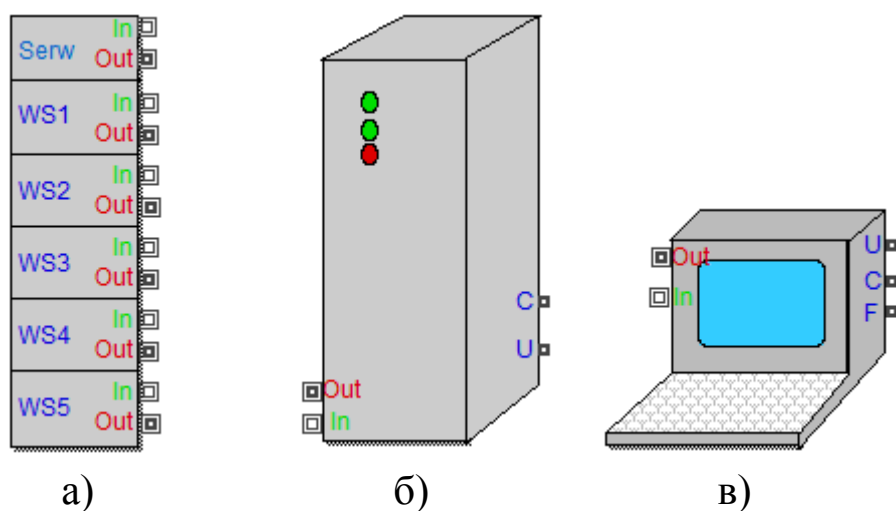


Рис. 3.3. Блоки, отображающие
Маршрутизатор (а), Сервер (б), Терминал (в)

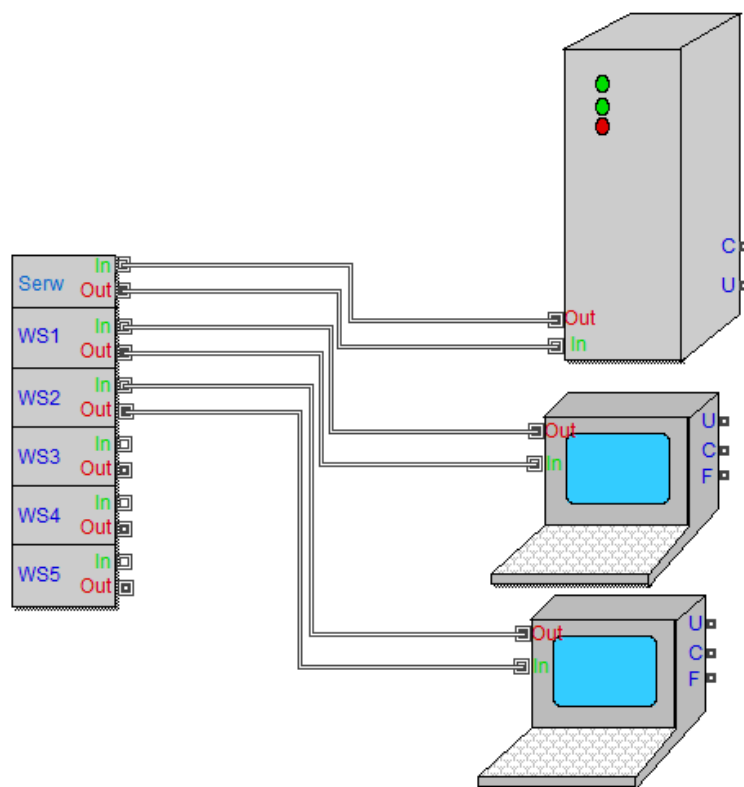


Рис. 3.4. Соединение разъемов блоков

Для установления связей между блоками необходимо путем наведения указателя мыши на выходной разъем блока удерживая кнопку мыши, переместить указатель на входной разъем другого блока. Линия при этом должна стать жирной. После этого необходимо отпустить кнопку мыши (рис. 3.4).

После размещения всех блоков, и соединения их между собой, необходимо настроить блоки терминалов согласно выданному заданию, для этого необходимо дважды щелкнуть мышью по блоку терминала. (рис. 3.5).

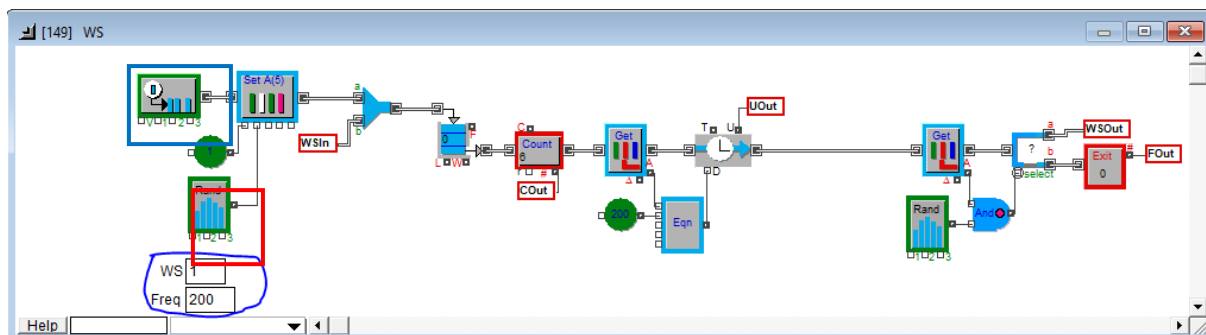


Рис. 3.5. Структура блока WS

В текстовых полях, выделенных на рисунке синим, необходимо указать номер порта, к которому подключен терминал (WS) и частоту работы процессора (Freq). Затем необходимо настроить размер пакета данных, согласно заданию, для этого дважды щелкните мышью по «Input Random Number», выделенный красной рамкой. Откроется диалоговое окно генератора, в котором надо выбрать из меню «Distribution:» опцию «Normal». Параметры распределения устанавливаются в окнах «Mean=» (математическое ожидание) и «Std Dev=» (стандартное отклонение) (Рис. 3.6).

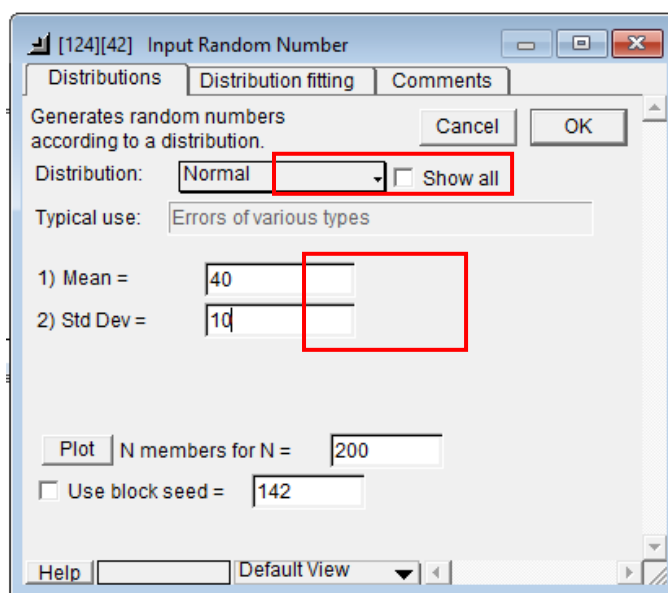


Рис. 3.6. Окно задания закона распределения случайной величины

Так же необходимо установить время генерации новых пакетов. Для этого откроем диалоговое окно блока «Generator». Выбор закона распределения происходит аналогичным образом. Повторяем данные операции для каждого терминала. Для выполнения задания необходимо анализировать загрузку терминалов и сервера. Осуществить сбор такого рода данных позволяет блок «Plotter, Discrete Event» из библиотеки «Plotter» (рис. 3.7).

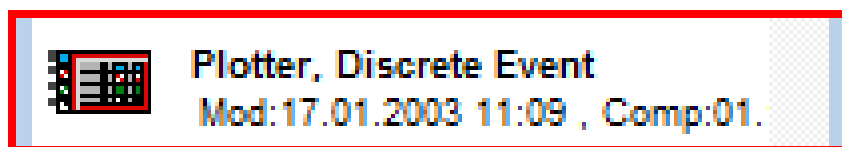


Рис. 3.7. Блок для сбора статистики

При моделировании более 3 терминалов необходимо использовать два подобных блока.

Для подключения блока можно использовать ссылку, которая создается двойным щелчком мыши на рабочем поле модели и присвоением текстового имени. Затем текстовую ссылку необходимо скопировать. Одна ссылка может быть использована для получения данных, вторая и последующие для вывода данных в другие блоки.

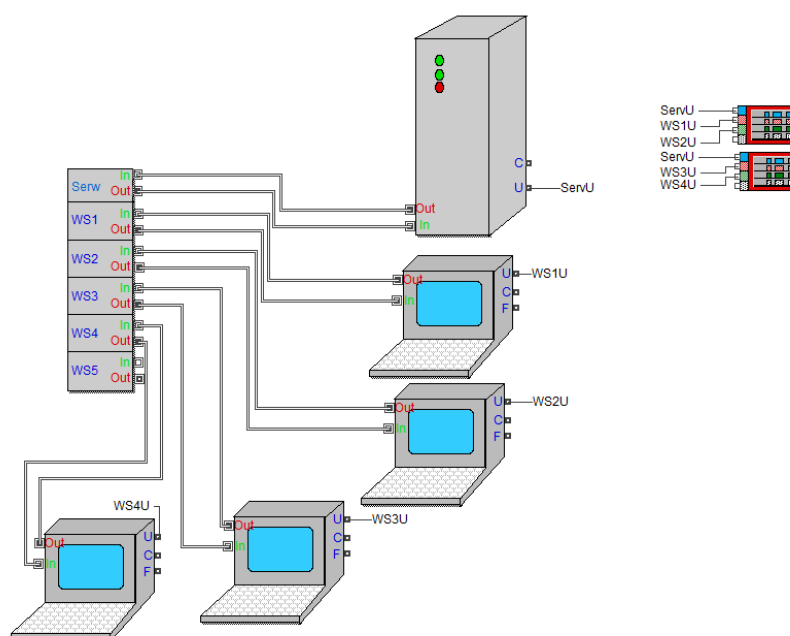


Рис. 3.8. Пример использования ссылок

Обязательным блоком в любой дискретной Extend-модели является блок «Executive» из библиотеки «Discrete Event».

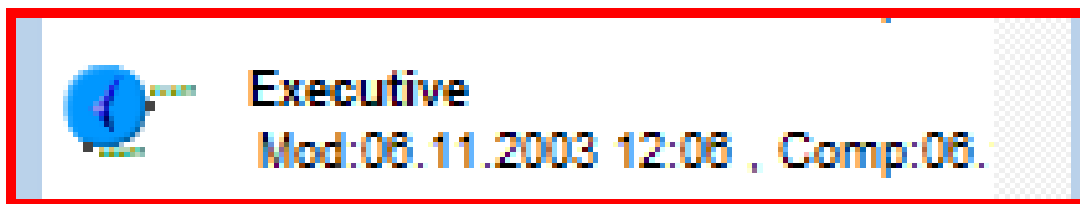


Рис. 3.9. Блок модельного времени

Этот блок необходимо размещать в левом верхнем углу для задания времени завершения моделирования.

Исходя из задания, необходимо остановить работу модели в момент, когда 1000 пакет будет обработан. Для выполнения этого условия в окне редактирования блока «Executive» выбираем опцию «count or number of events=» (завершение моделирования по количеству транзактов) и задаем значение 1000 (рис. 3.10).

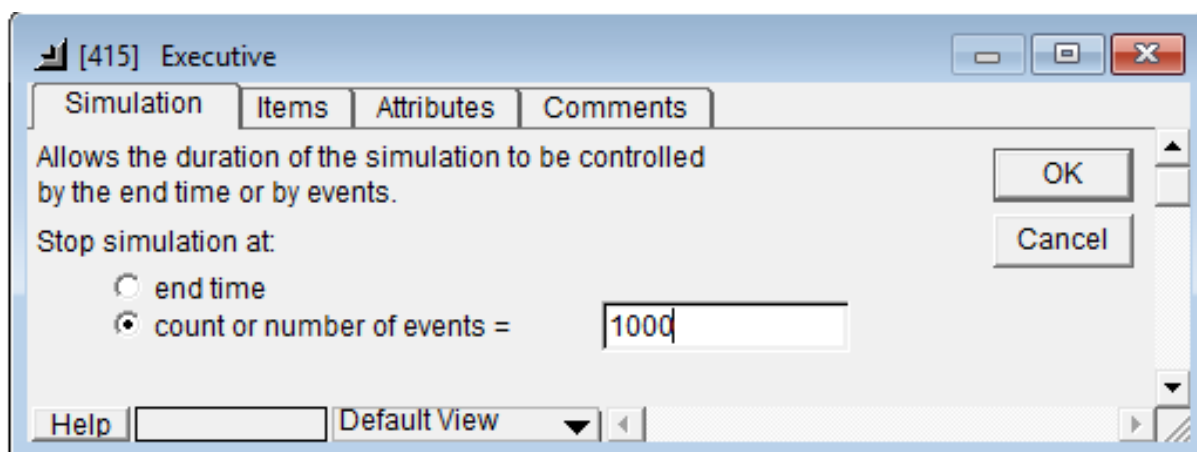


Рис. 3.10. Блок модельного времени

Так же воспользуемся ссылкой и подключим выход «С» с сервера к входу «Count» блока «Executive».

На рис. 3.11 представлен окончательный вариант модели.

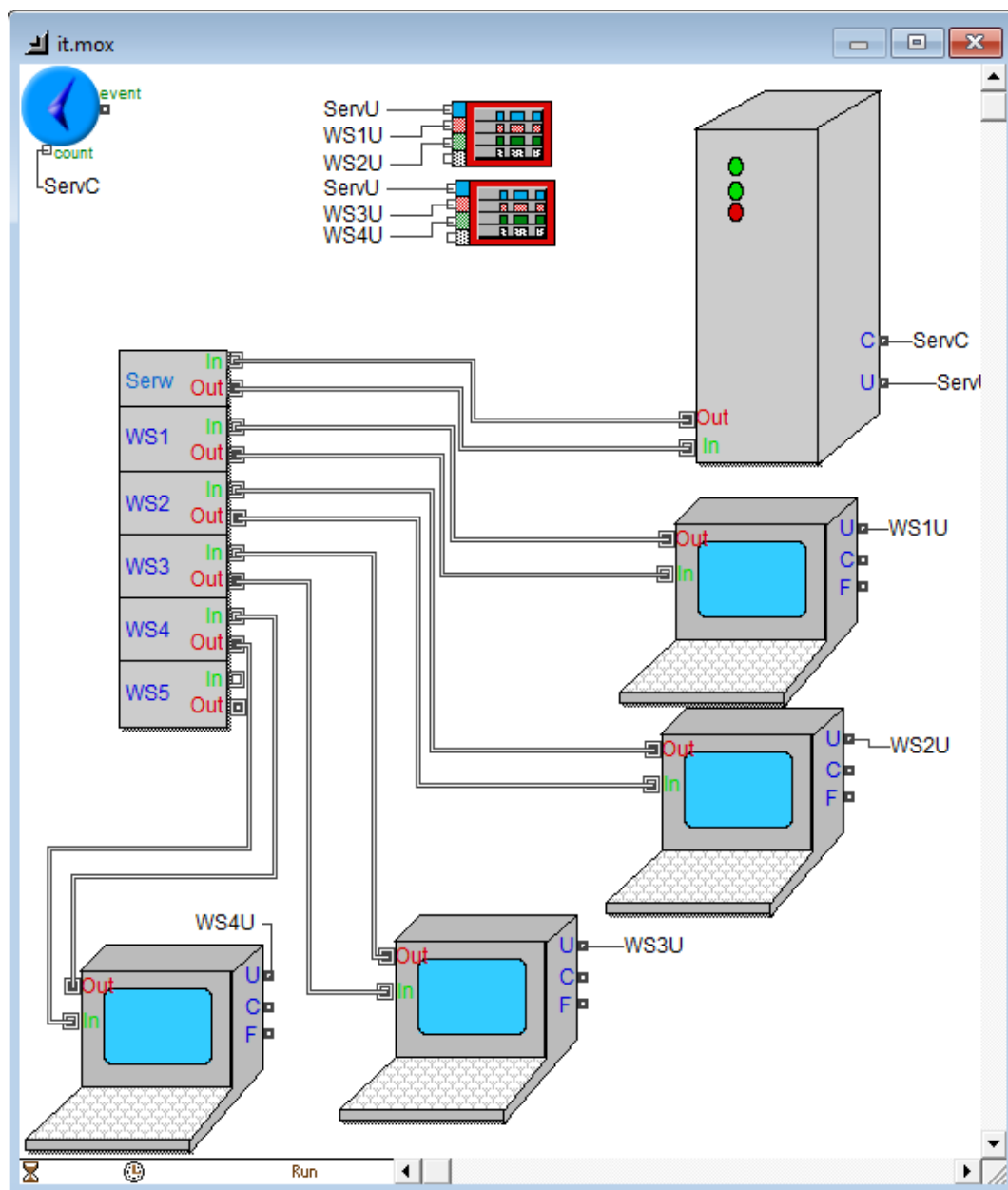


Рис. 3.11. Модель информационной системы в Extend

Для сохранения модели необходимо выбрать в меню «File» опцию «Save Model as...» и в появившемся диалоговом окне ввести имя модели, например, It. Модель будет сохранена в файле It.MOX.

Проведение экспериментов и анализ результатов

Для запуска модели необходимо воспользоваться кнопками основного меню Extend 6.0. Для наглядности существует возможность использования простой анимации, которую можно ускорить или замедлить (рис. 3.12).

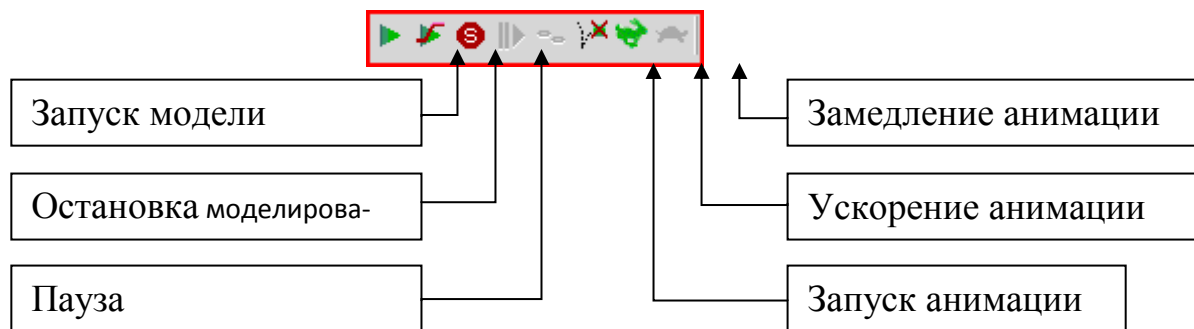


Рис. 3.12. Кнопки запуска модели

После запуска модели автоматически формируются графики, по которым можно проследить динамику загрузки сервера и терминалов (рис. 3.13).

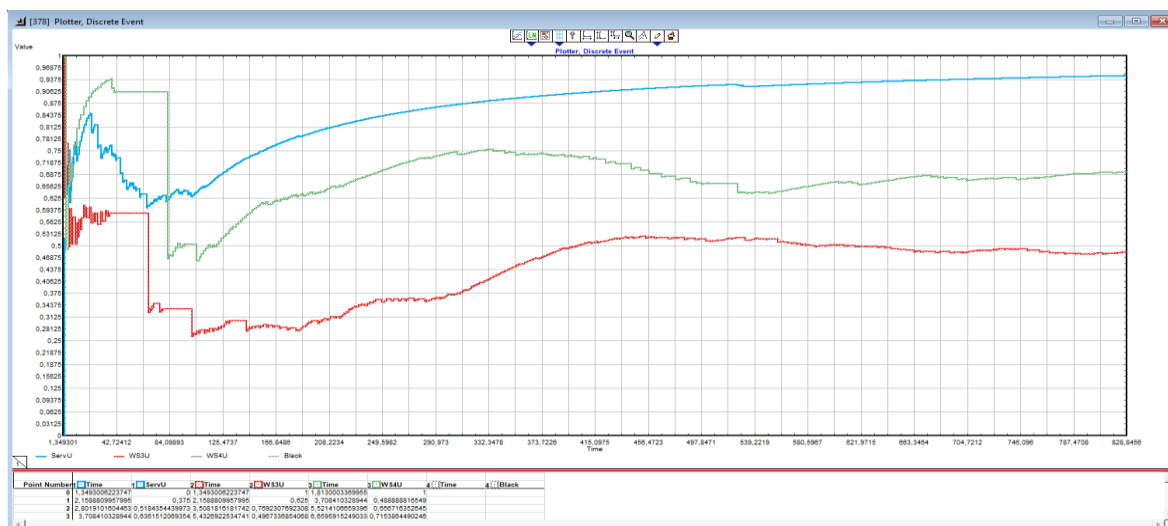


Рис. 3.13. Динамика загрузки Сервера и Терминалов

Окно графика делится на 2 основные части - область графика и область данных. В области графика размещаются декартовы координаты, в которых по мере отображения процесса автоматически вырисовывается функция. В верхней части области графика, находится ряд кнопок для задания параметров (рис. 3.14).

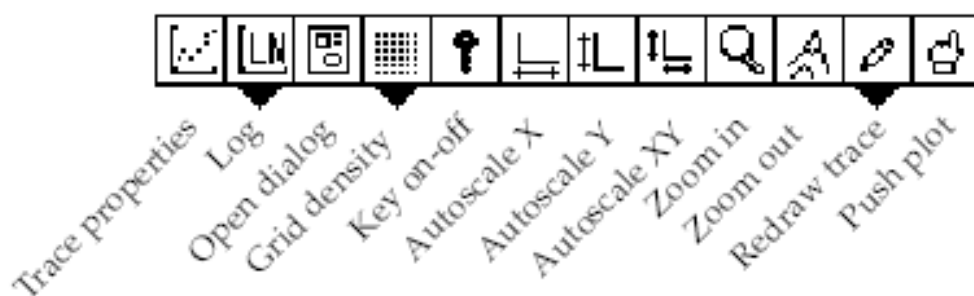


Рис. 3.14. Кнопки задания параметров графика

Предназначение кнопок следующее:

- «Trace properties» – изменяет форму графика (ломанные, прямые, только точки), цвет, тип линий, название графика;
- «Log» – предназначена для использования логарифмических координат;
- «Open dialog» – настраивает параметры блока;
- «Grid density» – изменяет отображение координатной сетки;
- «Key on-off» – включает-отключает легенду;
- «Autoscale X», «Autoscale Y» и «Autoscale XY» – автоматически подбирают масштаб по осям (рекомендуется нажимать кнопку «Autoscale XY» по завершении эксперимента);
- «Zoom In», «Zoom out» – позволяют менять масштаб. После нажатия кнопки «Zoom in» необходимо рамкой выделить ту часть графика, которую необходимо увеличить;
- «Redraw trace» – принудительно перерисовывает графики, если после внесения изменений в модель они не были перерисованы автоматически;
- «Push plot» – позволяет перемещаться по графику.

Область данных представляет собой таблицу, которую можно редактировать. Данные таблицы можно копировать и вставлять, например в Microsoft Excel. Для этого необходимо выделить данные и обычным способом скопировать их в буфер обмена, а затем вставить в нужный документ.

Для определения оптимальной частоты сервера необходимо:

1. Запустить процесс имитации;
2. Проанализировать графики и сохранить их в отчет;
3. Изменить частоту процессора сервера, для этого дважды щелкнуть по блоку сервера, и в поле Freq изменить значение (Рис. 3.15.)
4. Повторить с пункта 1, для определения оптимального значения (минимум 5 экспериментов);
5. Обосновать принятое решение исходя из полученных результатов.

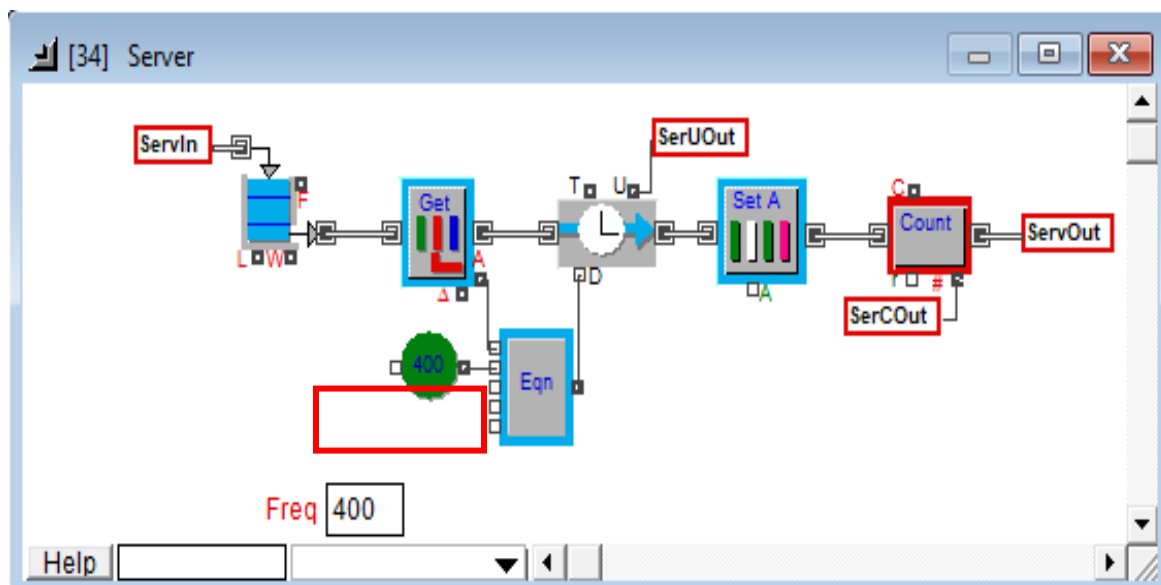


Рис. 3.15. Изменение частоты процессора сервера

4. Задание к лабораторной работе

Описание объекта моделирования

В информационной системе используется от 3 до 5 терминалов с различной производительностью. Необходимо подобрать сервер с минимальной тактовой частотой процессора, обеспечивающий максимальную загрузку терминалов. Частота поступления пакетов распределена по экспоненциальному закону со средним значением (a), представленным в табл. 3.1. Частота процессора терминала i (n_i), размер пакета данных - величина случайная, распределенная по нормальному закону с математическим ожиданием (μ) и стандартным отклонением (d), также представлены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Размеры пакетов, интервалы их поступления заготовок
и частота процессора

№ варианта	Размер пакета, байт		Средне значение интервала поступления пакетов (a), сек.	Частота процессора (n), МГц.				
	Математическое ожидание (μ)	Стандартное отклонение (d)						
1	400	100	10	200	150	300	250	-
2	500	200	22	250	250	300	200	150
3	600	100	15	400	500	450	-	-
4	550	200	25	250	350	150	250	200
5	450	150	20	175	400	300	200	255

Для выполнения задания лабораторной работы необходимо:

1. Построить модель информационной системы, используя среду имитационного моделирования Extend 6.0.

2. Провести имитационные эксперименты и определить минимальную частоту процессора сервера, при которой загрузка терминалов будет максимальной. Количество обработанных пакетов сервером установить 1000 шт. Выявить «узкие места».

5. Порядок выполнения работы

1. Ознакомьтесь с методическими указаниями по выполнению лабораторной работы.

2. Получите у преподавателя вариант задания.

3. Представьте работу информационной системы, используя среду имитационного моделирования Extend 6.0.

4. Проведите эксперименты с моделью предприятия для получения требуемых в задании характеристик.

Время на выполнение лабораторной работы – 4 часа.

6. Требования к отчету

Отчет о работе должен содержать:

1. Задание и исходные данные по варианту лабораторной работы.

2. Модель информационной системы, построенную в среде Extend 6.0 (файл .mox).

3. Результаты моделирования, анализ полученных результатов и выводы по работе.

7. Контрольные вопросы

1. В чем состоит идея имитационного моделирования?

2. Какие основные требования предъявляются к программным средствам имитационного моделирования систем?

3. Для чего предназначена среда имитационного моделирования Extend 6.0 и какими преимуществами она обладает по сравнению с другими программными средствами моделирования?

4. Какой принцип (подход) использован в Extend 6.0 для отображения динамики системы?

5. Какие части и объекты содержит Extend-модель?

6. Какие виды связей между блоками используются в Extend 6.0?
7. Какие библиотеки используются в Extend 6.0 и для чего?
8. Для чего применяют блоки из библиотек «Generic», «Discrete Event», «Plotter»?
9. Какие виды распределений случайных величин можно задавать в Extend 6.0?
10. При помощи каких блоков Extend 6.0 можно собрать статистику о скопившихся транзактах?
11. Каким образом в Extend 6.0 задается время завершения моделирования?
12. Какие действия необходимо совершить, чтобы отобразить работу модели в виде анимации?
13. При помощи каких кнопок задания параметров графика можно автоматически подобрать масштаб по осям графика?
14. Для чего предназначены метки в Extend-модели?
15. Из каких основных частей состоит оболочка Extend 6.0?

8. Список рекомендуемой литературы

1. Томашевский, В. Имитационное моделирование в среде GPSS: учебное пособие/ Томашевский, В., Жданова Е. – Москва : «Бестселлер», 2003. – 312 с.
2. Кельтон, В. Имитационное моделирование. Классика CS.: книга/ Кельтон, В., Лоу, А. – 3-е изд. – СПб.: Питер; Киев: Издательская группа BHV, 2004. – 847 с.
3. Советов Б. Я. Моделирование систем: Учеб. для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – Москва : Высш. шк., 2001.
4. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука. – М.: Мир, 1978.
5. Конюх В. Л., Игнатъев Я. Б., Зиновьев В. В. Методы имитационного моделирования дискретных систем. Применение программных продуктов. – ФГУП НТЦ «Информрегистр»: Федеральный депозитарий электронных изданий, 2004. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем требования: ПК от Pentium 100; RAM 32 Мб; Windows 95. – Регистрационное свидетельство №4753.

6. Рессин А. Имитационное моделирование в среде EХ-TEND: Методические указания. – Рига: Институт транспорта и связи, 2001. – 50 с.

7. Игнатъев Я. Б. Принципы имитационного моделирования в Extend 6.0. Методические указания к лабораторной работе. – Кемерово: ГУ КузГТУ, 2004. - 12 с.

8. Введение в математическое моделирование: Учеб. пособие / Под ред. Трусова, П. В. – Москва : «Логос», 2004. – 440 с.

9. Бусленко, Н.П. Математическое моделирование производственных процессов: книга / Бусленко, Н. П. – М.: «Наука», 1982. – 312 с.