

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕТЕЙ СВЯЗИ

В.Н. Тарасов, Н.Ф. Бахарева (Самара)

Введение

Многие зарубежные программные продукты для проектирования и моделирования сетей связи, включая семейство COMNET, OMNET, OPNET Modeler, RIVERBED Modeler и другие, реализованы на основе дискретно-событийного имитационного моделирования систем массового обслуживания (СМО). При этом их библиотеки включают множество генераторов псевдослучайных последовательностей для генерирования случайных интервалов для входного потока требований и времени их обслуживания по наиболее часто используемым на практике законам распределения вероятностей.

Авторами разработаны единственные в своем роде в России учебные пособия по проектированию и моделированию сетей связи для студентов в виде лабораторных практикумов [1, 2] с использованием программных систем OPNET Modeler, RIVERBED Modeler IT GURU Academic Edition. Эти пособия затем переиздавались несколько раз в разных городах РФ. Последняя версия OPNET Modeler действовала до 2016 года, а с этого же момента действует другая версия под названием RIVERBED Modeler. В этих учебных пособиях представлены постановки и решения наиболее часто встречающихся задач из области сетевых технологий, которые важны для понимания процессов функционирования сетей телекоммуникаций и в частности компьютерных сетей. Ниже в таблице 1 перечислены задачи сетевых технологий, которые авторами реализованы в перечисленных программных системах. В самих лабораторных работах по каждой решаемой задаче дополнительно предусмотрено выполнение нескольких разных сценариев.

Технология IT Guru

Под технологией IT Guru подразумевают совокупность действий для создания модели сети и проведение на ней имитационных экспериментов. Для этого используется редактор проекта (Project Editor). С его помощью можно создавать модель сети, выбирать требуемую статистику, собираемую с каждого объекта сети или со всей сети в статистических счетчиках, запускать процесс моделирования и осуществлять просмотр результатов (рисунок 1). Редактор проекта – это главный инструмент для создания имитационной модели сети. С его помощью с использованием стандартных моделей из базы ресурсов можно создавать модели сети, выбирать сетевые статистики: загрузки каналов передачи, задержки пакетов, длины очередей и т.п., проводить имитационный эксперимент и просматривать результаты. Разные области окна редактора проекта отвечают за создание и прогон модели.

Меню расположено в верхней части окна редактора. Оно упорядочивает все контекстно-независимые операции редактора в набор тематических меню. Количество меню и их операции могут изменяться в зависимости от активных модулей программы. Контекстное меню редактора появляется при нажатии правой кнопки мыши на объекте или на фоне рабочей области. Когда создается и открывается какой-либо проект сети, то экран редактора будет выглядеть так, как показано на рисунке 2.

Таблица 1 – Основные решаемые задачи и их реализация в программных системах

№	Задачи	Цели
1	Проектирование небольших объединенных сетей	Научиться создавать проекты сетей в редакторе проекта. Исследование показателей производительности объединенной сети после добавления к сети 1-го этажа сети 2-го этажа.
2	Проектирование и моделирование ЛВС многоэтажного здания	Оценка производительности приложений для двух различных сетевых архитектур: последовательной сети и жесткой магистральной сети.
3	Проектирование и оптимизация сети	Демонстрация особенностей проектирования сети, принимая во внимание пользователей, услуги и размещение узлов для повышения производительности сети.
4	Внедрение и использование коммутированных ЛВС	Исследование степени влияния конфигурации сети и типов коммутирующих устройств на пропускную способность сети.
5	Технология ETHERNET	Исследование зависимости производительности сети ETHERNET от ее загрузки и размеров пакетов.
6	Применение межсетевого экрана для управления трафиком вычислительной сети	Оценка влияния внедрения политики защиты от несанкционированного доступа на производительность приложений и загрузку каналов связи.
7	Проектирование Wireless Lan и управление доступом к среде передачи	Применение технологии CSMA/CA и использования различных опций стандарта IEEE 802.11 в беспроводной сети Wi-Fi.
8	Исследование влияния размера окна TCP на выполнение приложения	Оценка влияния размера окна протокола TCP, содержащегося в поле Windows size сегмента TCP на производительность сети. Сравнение результатов различных сценариев.
9	Моделирование протокола контроля передачи TCP	Демонстрация алгоритмов контроля перегрузок, предоставляемые протоколом контроля передачи Transmission Control Protocol (TCP) и сравнении их производительности в различных сценариях.
10	Влияние скорости канала PVC FRAME RELAY на производительность приложений	Изучение изменения времени отклика для приложений передачи файлов при различных соединениях Frame Relay между сервером и клиентом.
11	Пакетно–коммутированная технология ATM	Изучение воздействия уровней адаптации режима асинхронной передачи ATM и классов услуг на производительность сети.
12	Оценка соединений INTERNET для небольшой сети	Проведение серии имитационных экспериментов для оценки степени изменения характеристик сети от применения различных модемов и линий связи.
13	Оценка производительности WAN приложения	Расчет и сравнении времени отклика для двух критичных задач: загрузки по протоколу FTP и загрузки Web страницы по протоколу HTTP.
14	Проектирование и моделирование сетей кафедры ВУЗа и кампуса	Создание имитационных моделей сети кафедры и ВУЗа и проведение экспериментов на них для получения показателей производительности и информации об узких местах сетей.
15	Проектирование кабельной системы	Изучение рекомендаций по проектированию структурированных кабельных систем для различных сетевых технологий.
16	Краткий обзор программных систем для структурного моделирования сетей и систем телекоммуникаций	Изучение характеристик различных популярных систем имитационного моделирования сетей связи и их сравнительный анализ.



Рис.1 – Технология IT Guru

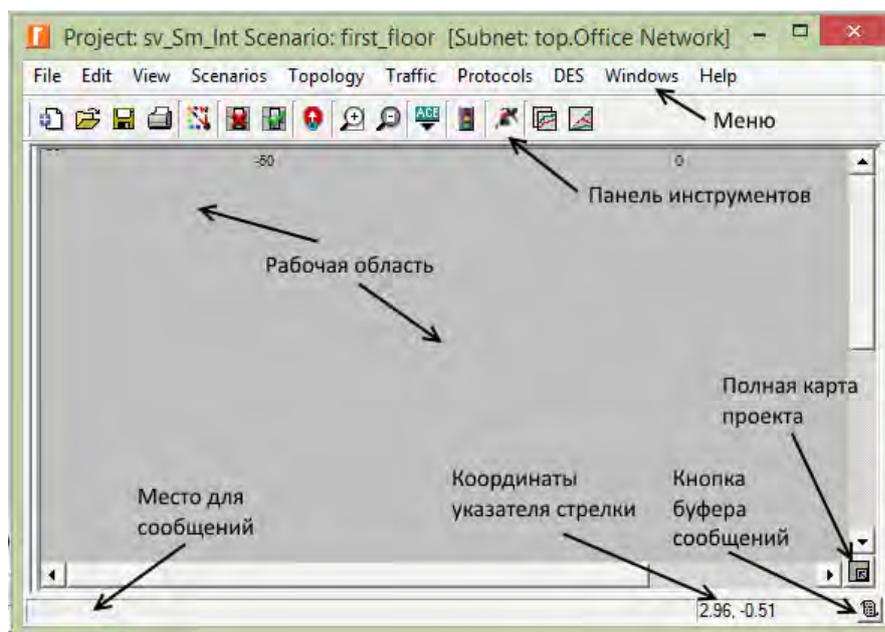


Рис.2 – Окно редактора проекта

Несколько наиболее часто используемых действий меню могут быть доступны через панель инструментов, она отображена на рисунке 3, в таблице 2 показан их функционал.



Рис.3 – Панель инструментов

Таблица 2 – Кнопки панели инструментов

1. Открыть палитру компонентов	7. Импорт готовых моделей
2. Отключить выделенный объект	8. Просмотр трафика
3. Проверить работоспособность соединения	9. Настроить моделирование отдельных событий
4. Назад в родительскую подсеть	10. Посмотреть результаты моделирования
5. Увеличить масштаб	11. Показать/скрыть все графики
6. Уменьшить масштаб	

Центральное место в редакторе занимает прокручиваемая рабочая область. В ней располагается модель сети, собранная из узлов и каналов передачи данных, там же можно выделять и перемещать объекты, а также вызывать контекстные меню нажатием правой кнопки мыши на фоне (рисунок 4).



Рис.4 – Узлы сети и каналы передачи данных

Предположим, что планируется расширение внутренней сети некоторой компании. В данный момент компания использует сетевую топологию типа «звезда» на одном этаже и планирует добавить еще одну сеть с такой же топологией на другом этаже. Необходимо спроектировать такую сеть и убедиться, что дополнительная нагрузка от второй сети будет приемлемой. Краткое описание этапов решения этой задачи состоит из совокупности следующих шагов.

Проектирование сети.

1. Установить модель центрального узла (Center Node Model) в 3C_SSII_1100_3300_4s_ae52_e48_ge3 – это коммутатор 3Com.
2. Установить модель периферийного узла (Periphery Node Model) в Sm_Int_wkstn и изменить количество (Numbers) на 30. Этим создается 30 Ethernet станций в качестве периферийных узлов.
3. Установить модель канала связи (Linkmodel) в 10BaseT.
4. Определить, где (на карте или плане) будет размещаться новая сеть.
5. Установить координаты X center и Y center на 25.
6. Установить <радиус> (Radius) на 20.
7. Нажать Ok (рисунок 5).

После нахождения и установки всех объектов, а также всех приложений сети в редакторе отобразится сеть первого этажа (рисунок 5). После выбора глобальных статистик (загрузки каналов, задержки пакетов, длин очередей и т.п.) запускаем прогон модели и получаем графики усредненных данных статистик. После их анализа аналогично строим расширение сети для второго этажа и уже запускаем прогон расширенной сети. Далее анализируем полученные статистики и убеждаемся в том, что расширение сети не существенно повышает полученные статистики для сети первого этажа.

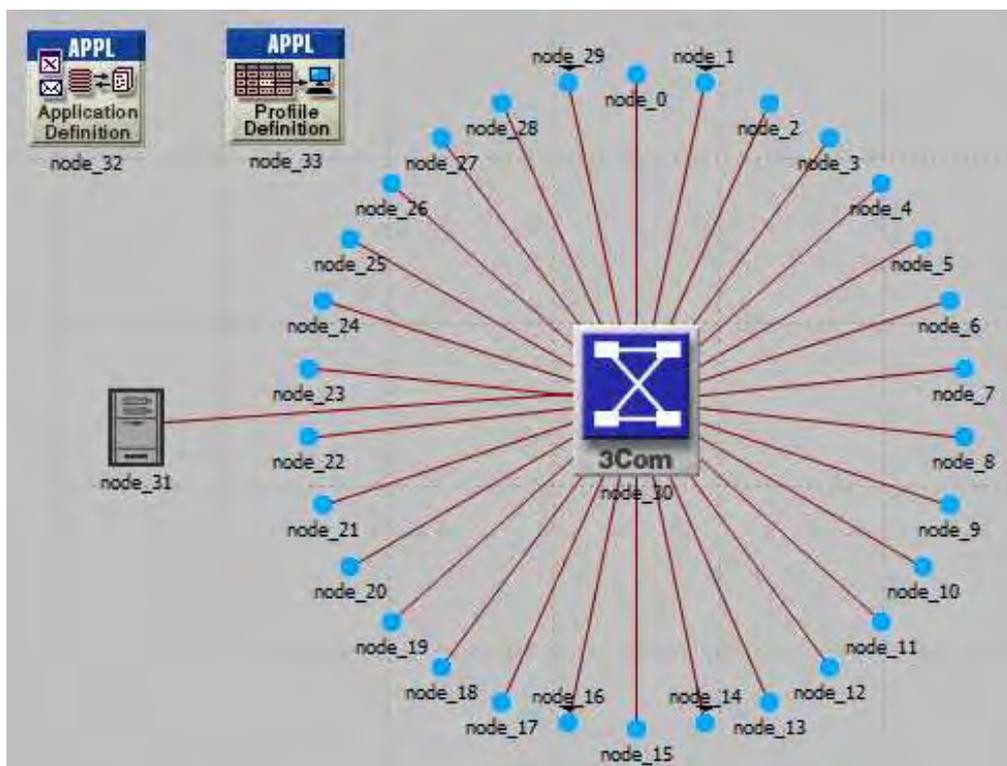


Рис.5 – Сеть первого этажа

В приложении к учебному пособию приведена полная инструкция по установке и запуску программной системы. Литература по применению программной системы приведена в [3–6]. В основу таких программных систем положена универсальная программа дискретно-событийного моделирования, доступная с сайта [7]. Оболочку их составляют различные редакторы проектов с включенными базами ресурсов сети. С использованием таких технологий можно решить, как научные задачи из области сетевых технологий, так и практические задачи по оптимизации реальных сетей [8, 9].

В работе [10] авторами представлено расширение программы имитации с использованием генератора псевдослучайных последовательностей по закону Гамма распределения, который имеет широкий диапазон изменения коэффициента вариации случайной величины в зависимости от параметров закона распределения. Данная программа имитации применяется для моделирования современного телетрафика, а результаты таких исследований опубликованы в многочисленных работах авторов.

О возможности применения предлагаемых решений в военной сфере

На взгляд авторов технологии ITGURU со встроенным функционалом имитационного моделирования можно бы было использовать и в высших военных учебных заведениях страны. Для этого специалисты могли бы расширить задания, решенные в упомянутых учебных пособиях. Для этого, во-первых, можно использовать учебное пособие, изданное авторами и размещенное в ЭБС «Лань». Во-вторых, для имитации отечественных систем связи специального назначения можно использовать ресурсы Riverbed Modeler, которые по своим характеристикам схожи с отечественными. Необходимо заметить, что подобные зарубежные системы имитации реализованы в двух вариантах: академическая версия как свободное ПО используется студентами ВУЗов, а коммерческий вариант с гораздо более широким функционалом может использоваться и зарубежными военными к примеру, для моделирования поведения спутников связи.

Заключение

На основе представленного доклада можно сделать следующие выводы:

Имеющиеся в открытом доступе технологии ИМ для проектирования и моделирования компьютерных сетей и сетей связи необходимо широко рекламировать и использовать в учебном процессе для обучения студентов современным информационным технологиям.

Возможно, после многолетнего применения доступного зарубежного опыта, например, в виде технологии ITGURU и у нас появятся такие удобные сервисы для обучения студентов. Тогда и может появиться масса возможностей применения ИМ в нашей экономике.

Литература

1. Проектирование и моделирование сетей ЭВМ в системе OPNET MODELER. Лабораторный практикум / В.Н. Тарасов, Н.Ф. Бахарева, А.Л. Коннов, Ю.А. Ушаков – Самара: 2008. – 233 с.
2. Проектирование и моделирование сетей связи в системе RIVERBED MODELER. Лабораторный практикум / В.Н. Тарасов, Н.Ф. Бахарева, С.В. Малахов, Ю.А. Ушаков – Самара: 2016. – 260 с.
3. Riverbed to Acquire OPNET Technologies, Inc. [Электронный ресурс] / 2015. – Режим доступа: www.riverbed.com/about/news-articles/press-releases/riverbed-to-acquire-opnet-technologies-inc.html, свободный. – Загл. с экрана.
4. **J. Theunis, B. Van den Broeck, P. Leys, J. Potemans1, E. Van Lil, A. Van de Capelle**, «OPNET in Advanced Networking Education» [Электронный ресурс] / 2015. – Режим доступа: www.esat.kuleuven.ac.be/telemic/networking/opnetwork02_johan.pdf, свободный. – Загл. с экрана.
5. Modeler Academic Edition. Riverbed Technology [Электронный ресурс] / 2015.– Режим доступа: www.riverbed.com/products/performance-management-control/network-performance-management/network-simulation.html, свободный. – Загл. с экрана.
6. Space: Academic Edition Tutorials [Электронный ресурс] / 2015. – Режим доступа: www.splash.riverbed.com/community/product-lines/steelcentral/university-support-center/academic-edition-tutorials, свободный.- Загл. с экрана.
7. Режим доступа: <https://www.mheducation.com/highered/contact.html>, свободный. – Загл. с экрана.
8. **Тарасов В.Н., Коннов А.Л., Ушаков Ю.А.** Анализ и оптимизация локальных сетей и сетей связи с помощью программной системы OPNET MODELER / Вестник Оренбургского государственного университета. 2006. № 6-2 (56). – С.197-204.
9. **Малахов С.В., Тарасов В.Н., Карташевский И.В.** Теоретическое и экспериментальное исследование задержки в программно-конфигурируемых сетях / Инфокоммуникационные технологии. 2015. Т.13. №4. – С.409-413.
10. **Карташевский И.В., Тарасов В.Н.** Программно-реализованная имитационная модель массового обслуживания общего вида / Инфокоммуникационные технологии. 2009. Т.7. №2. – С.63-68.