

ПРИКЛАДНЫЕ ПРОГРАММЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

С.В. Антонов

Институт проблем информатики РАН, ул. Вавилова, д.44, кор.2, Москва, 117333, РОССИЯ,
тел. (095) 135-7915, santonov@ipiran.ru

АННОТАЦИЯ

Представлен обзор коммерческих программных продуктов, предназначенных для компьютерного моделирования работы телекоммуникационных сетей и расчета их технико-экономических показателей.

1. ВВЕДЕНИЕ

Техническая сложность и высокая стоимость построения современных телекоммуникационных сетей делают особенно актуальной задачу предварительного анализа проекта системы. В связи с этим все более широкое применение находят специализированные программные средства моделирования сетей [1]. В отечественной литературе материалы, освещающие данный вопрос, малочисленны (выделим [2,3]). Источником информации для обзора послужили рекламные материалы фирм, в том числе с Internet-сайтов, публикации в специализированных изданиях, а также демонстрационные версии программ.

2. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЕТЕЙ

Назначение программ математического моделирования заключается в анализе вероятностно-временных характеристик (ВВХ) доставки информации и надежности телекоммуникационной сети, в оценке стоимости ее создания или эксплуатации. Рассматривая различные варианты топологии сети, используемых каналов, оборудования в узлах, можно выбрать оптимальный, с точки зрения стоимости и удовлетворения требованиям на качество обслуживания. Моделирование позволяет проверить последствия внедрения тех или иных решений еще до приобретения и установки оборудования. С помощью моделирующих систем можно анализировать живучесть сети, рассматривать варианты выхода из строя отдельных компонент, получать данные о загрузке оборудования, выявлять узкие места и т.д.

Использование компьютерного моделирования обходится гораздо дешевле физического (с

использованием стендов), а количество рассматриваемых вариантов может быть большим. Тем не менее, стоимость коммерческого программного обеспечения моделирования телекоммуникационных сетей достаточно высокая, часто – десятки тысяч долларов. В последнее время появились менее дорогие программы, с которыми на рынок вышли молодые компании.

Программные пакеты моделирования используются как на стадии разработки проекта сети, так и при эксплуатации уже построенной системы. С помощью компьютерных моделей можно планировать модернизацию сети, исследовать узкие места в существующей сети, проводить обучение операторов управления сетью.

3. МЕТОДЫ РАСЧЕТОВ

Для расчета вероятностно-временных характеристик используют два метода: аналитический и имитационный. Каждый из подходов имеет свои преимущества и ограничения.

При аналитическом моделировании задача заключается в создании адекватной математической модели, включающей ряд уравнений, описывающих процессы передачи информации в сети, в которых неизвестными переменными являются задержки, вероятности доставки сообщений и т.п. Система уравнений решается или в явном виде, или численными методами. Основным преимуществом данного подхода является то, что расчеты выполняются очень быстро даже для сетей большой размерности. Кроме того, аналитическое решение позволяет получать зависимость результатов моделирования от исходных данных, что очень полезно при решении задач оптимизации параметров сети. Аналитическое моделирование очень полезно на этапе планирования пропускных способностей сети, поскольку в большинстве случаев для решения вопроса о выборе пропускной способности не требуется высокая точность. С другой стороны, при аналитическом подходе нельзя учесть многие особенности используемых сетевых устройств и приложений, поскольку при разработке модели приходится делать упрощающие предположения.

При имитационном моделировании имитируются с учетом временных соотношений все события, связанные с процессом доставки сообщений (их генерация, разбивка на пакеты, обработка в узлах, передача, возможная потеря и т.п.). Для генерации трафика используют случайный поток сообщений, а работа устройств описывается как процесс ожидания в очереди и обработки пакетов. Каждая имитационная модель имеет ограниченный диапазон применения. Чем шире круг задач, решаемых моделью, тем она становится более сложной и учитывает больше деталей, соответственно, требует большего времени на описание модели и ее выполнение. При «событийном» моделировании требуется многократное повторение процесса с последующим усреднением результатов однократных расчетов.

4. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОГРАММ

Программные пакеты, предназначенные для моделирования телекоммуникационных сетей, во многом похожи друг на друга.

Объектом моделирования являются глобальные и локальные сети, а также системы клиент/сервер; часто такое разделение условно. Моделируются системы, в которых используются различные сетевые протоколы (модели которых или имеются в библиотеках пакетов моделирования, или, в некоторых случаях, могут быть заданы с помощью настройки соответствующих параметров), различные виды трафика (модели типичного трафика, обычно, содержатся в библиотеках). Требуемые для расчетов характеристики сетевого оборудования имеются в библиотеках большинства пакетов (для основных поставщиков сетевого оборудования) либо могут задаваться непосредственно. Многие программы позволяют импортировать реальные данные о структуре сети и величине трафика от сетевых мониторов (Network General Sniffer, HP NetMetrix, др.) и систем управления (HP OpenView, IBM NetView, Cabletron Spectrum, др.). В некоторых пакетах для целей документирования имеется возможность экспортировать данные о структуре сети в такие программы, как Visio или netViz.

Помимо расчета ВВХ, ряд программ позволяют решать потоковые задачи, распределяя пропускные способности линий и, определяя маршруты, по которым информация должна следовать между тяготеющими параметрами узлов.

Большинство пакетов, позволяющих рассчитывать стоимость создания и эксплуатации различных конфигураций сети, включают в свой состав базу данных о стоимости оборудования основных производителей и о тарифах на услуги операторов связи. Содержимое базы данных, как правило, регулярно обновляется. Однако, российским пользователям трудно воспользоваться информацией, которая отражает состояние западного рынка телекоммуникаций.

Практически все системы имеют достаточно развитый графический интерфейс с возможностями задавать структуру сети в графическом виде, представлять иерархию сложных вложенных объектов, перемещать узлы и линии, выбирать масштаб просмотра.

Еще несколько лет назад системы моделирования, особенно имитационного, были ориентированы, главным образом, на рабочие станции и UNIX. В настоящее время многие из них перенесены на платформу IBM PC, а также созданы новые программные продукты, изначально ориентированные на Windows.

В последние годы наметилась тенденция, вообще характерная для отрасли, когда одни компании поглощаются другими. Ранее самостоятельная компания BGS Systems входит в состав корпорации BMC Software, а Make Systems сейчас является подразделением компании OPNET Technologies. Последняя приобрела Cadence Design Systems. Отметим также союзы с производителями коммуникационного оборудования. Компании OPNET Technologies и Bay Networks подписали соглашение, по которому последняя включает OPNET в свой набор приложений для управления сетью. Кроме того, осуществлена интеграция OPNET с NetMetrix и Network Node Manager – продуктами, входящими в состав OpenView фирмы Hewlett Packard [4]. Optimal Network и Cabletron Systems заключили соглашение, в соответствии с которым Cabletron использует ПО Optimal для своих консультационных служб [5]. Alcatel приобрела NewBridge вместе с пакетом Network Simulator. Компания NETSYS Technologies перешла в собственность Cisco Systems.

В Табл.1 представлены основные характеристики пакетов, предназначенных для моделирования сетей.

Таблица 1. Программы моделирования работы сетей

Компания	Продукт	Цена, дол.	ОС	Составные и дополнительные модули	Объект моделирования	Метод моделирования	Импорт данных о трафике	Анализ ВВХ	Распределение потоков	Анализ стоимости	Сценарии
Abstraction Software	Prophesy	599	Windows, OS/2	Интегрированная среда	ЛВС, ГС	И	±/	+	-	±	+
Cadence (Opnet)	BONeS	20-40 тыс.	Solaris, HP/UX	Designer, Network Modules	ГС, К/С	И	+/	+		-	+
American Hytech	NetGuru	1495	Windows	Simulator, Manager	ЛВС	И	-/-	+	-	+	+
BGS Systems (BMC Software)	BESTnet	5-79 тыс.	Windows	Boundary, Visualizer, Capture/LAN	ЛВС, ГС (SNA)	А	±/±	+	-	-	+
Bridges & Associates	Hybrid Netw. Design Systems	43-98 тыс.	DOS, UNIX	Data, Broadband, Voice, Integrated	ГС			+		+	+
CACI Products	COMNET III	34-40 тыс.	Windows, AIX, др.	Интегрированная среда	ЛВС, ГС	И	+/+	+		-	+
GRC International	NetworkVUE			Importer, Designer, Simulator, Optimizer, Reporter	ЛВС, ГС	И	+/+	+	-	+	+
Make Systems (Opnet)	NetMaker	6995-14995	AIX, Solaris, SunOS	Designer, Analyzer, Planner, Interpreter, Accountant	ЛВС, ГС	И	±/±	+		+	+
Opnet Technologies	Opnet	16-40 тыс.	Windows, IRIX, др.	Modeler, Planner, Model Library, DecisionGuru	ЛВС, ГС	И	-/-	+	-	-	+
NETSYS Technologies (Cisco)	NETSYS		AIX, HP/UX	Connectivity Tools, Performance Tools	ЛВС, ГС	И	+/+	+	+	-	+
Salestar	MIND	9400-70000	Windows	WindMIND, MIND-Pricer	ГС	А		+		+	+
Network Design and Analysis	AutoNet	4000-65000	Windows, OS/2	Performance-1, -3, Designer, MeshNet, Advisor, Auditor	ГС	А	+/+	+		+	+
Network Tools	Caliper	4995	Windows	Caliper, Chisel, WebRaider	ЛВС, ГС					+	+
NewBridge (Alcatel)	Network Simulator	10000	Solaris, SunOS	Совместим с др. продуктами NewBridge	ГС	И	+/+	-	+	-	+
Optimal Network (Compuware)	Optimal Performance	15-25 тыс.	Windows	Performance, Surveyor	ЛВС, ГС	И	+/+	+		-	+
Quintessential Solutions	Network Performance Analyzer	от 8500	UNIX	Netw. Performance Analyzer, Pricer Circuit Designer	ГС		-/-	+		+	+

Продолжение Табл.1

HyFormix	Strategizer		Windows	Strategizer, Workbench	ЛВС, К/С	И	++	+	-	-	+
StrataCom (Cisco)	Modeler		SunOS		ГС	И		+			+
University of Michigan	NetMod	500	Windows, System 7	Интегрированная среда	ЛВС, ГС	А	-/-	+	-	-	+
WANDL	Network Planning and Analysis Tool	10-65 тыс.	UNIX		ГС			+		+	+
Zitel (FORTEL)	Capacity Planer	6995-80000	Windows	Datametrics, NetArchitect, Planer	К/С	А, И		+		-	+

Примечание: А - аналитическое моделирование, И - имитационное моделирование, ЛВС – локальные сети, ГС - глобальные сети, К/С - системы клиент/сервер.

5. ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ РАЗРАБОТКИ

Несколько слов об отечественных разработках в данной области. В прошлые годы многие академические и отраслевые институты проводили серьезные исследовательские работы, связанные с математическим моделированием коммуникационных сетей. Ряд научных коллективов сохранились (ВЦ РАН, ИПИ РАН, ИППИ РАН, НИИАА, РУДН, ЦНИИС, некоторые другие) и участвуют в проектировании информационно-управляющих и телекоммуникационных систем в интересах государственных органов, ведомств и коммерческих организаций. Однако полученные разработки не являются коммерческими программными продуктами, т.е. предназначенными для широкого использования – именно о них идет речь в статье.

6. ПРОГРАММЫ РИСОВАНИЯ СЕТЕЙ

Помимо ПО для моделирования, имеется ряд программ, имеющих богатые возможности для графического представления структуры сети, используя для этих целей большой набор инструментов рисования и манипулирования объектами. Их стоимость на порядок ниже, чем у систем моделирования. Эти программные средства также могут оказаться полезными при проектировании сети. Не рассматривая их подробно, перечислим только наиболее известные: Visual Thought (Confluent), CANE (ImageNet), Professional Design (NetSuite), netViz (netViz Corp.), Visio (Visio Corp.), а также дополнительные библиотеки для САД-пакетов. Некоторые из этих программ, например, NetSuite Professional Design [6], имеют средства для проверки согласованности устройств между собой (сколько и каких имеется портов, какие

карты могут быть вставлены, какая среда для соединения может использоваться и т.п.).

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Программные системы моделирования являются мощным инструментом исследования и проектирования телекоммуникационных сетей. Продукты данной категории позволяют провести объективный предварительный анализ для обоснования рассматриваемых проектов и предложений с точки зрения их технико-экономических показателей.

Дополнительную информацию об упомянутых в статье программах можно получить в сети Internet по адресам, указанным в Табл.2.

Таблица 2. Сайты компаний

Компания, программа	Адрес в Internet
Моделирование	
Abstraction Software, <i>Prophesy</i>	http://www.abstraction.com
Cadence (Opnet), <i>BONeS</i>	http://www.cadence.com
American Hytech, <i>NetGuru</i>	http://ahc.net
BGS Systems, <i>BESTnet</i>	http://www.bgs.com
CACI Products, <i>COMNET III</i>	http://www.caciasl.com
GRC Int., <i>NetworkVUE</i>	http://www.grci.com
Make Systems, <i>NetMaker</i>	http://www.makesystems.com
Opnet technologies, <i>Opnet</i>	http://www.opnet.com
NETSYS Techn., <i>NETSYS</i>	http://www.netsystech.com
Salestar, <i>MIND</i>	http://www.salestar.com
Network Design and Analysis, <i>AutoNet</i>	http://www.ndacorp.com
Network Tools, <i>Caliper</i>	http://www.networktools.com
NewBridge, <i>Network Simulator</i>	http://www.newbridge.com

Продолжение Табл.2

Optimal Network, <i>Optimal Performance</i>	http://www.optimal.com
HyFormix, <i>Strategizer</i>	http://www.hyperformix.co
StrataCom (Cisco), <i>StrataSphere</i>	http://www.stratacom.com
University of Michigan, <i>NetMod</i>	http://www.citi.umich.edu
Zitel, <i>Capacity Planer</i>	http://www.zitel.com
Графическое представление сети	
Confluent, <i>Visual Thought</i>	http://www.confluent.com
NetSuite (Visionael), <i>NetSuite Prof. Design</i>	http://www.netsuite.com
netViz Corp., <i>netViz</i>	http://www.quyen.com
Visio Corp., <i>Visio</i>	http://www.visio.com

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Васильев М., Хомков И., Кравченко С., Шаповаленко С. Моделирование и анализ корпоративных информационных систем. // *PC Week/RE*, №34, 1998. – С.34-36.
- [2]. ПО моделирования работы сетей. *Computerweek-Moscow*, №5, 1995. – С.18-19.
- [3]. Том Стернс. Учимся моделировать // *Сети*, №5, 1998.
- [4]. Мусич П. HP пересматривает перечень услуг OpenView. // *PC Week/RE*, №25, 1997. – С.26.
- [5]. Мусич П. Cabletron и Optimal Network в одной команде. // *PC Week/RE*, №33, 1997. – С.30.
- [6]. Бар Д. Проектирование сети следующего поколения. // *LAN Magazine /Русское издание*, №5, 1996. – С.106-110

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНОГО ВИРТУАЛЬНОГО КАНАЛА В ШИРОКОПОЛОСНОЙ ЦСИО

Н.Е. Богомолова

Московский Технический Университет связи и информатики, ул. Авиамоторная. 8, Москва, 111024, РОССИЯ, тел. (095) 716-10-55, n_bogomolova@hotmail.com

АННОТАЦИЯ

Архитектура Ш-ЦСИО представляет собой две взаимодействующие сети – информационную и сигнальную, в качестве последней используется SS#7. В работе рассмотрен метод оценки производительности виртуальной сети сигнализации в Ш-ЦСИО, который может использоваться при синтезе сети. Введено понятие коэффициента отношения информационной и сигнальной скоростей.

Производительность сигнального виртуального канала оценена суммарной пропускной способностью обслуживаемых им виртуальных информационных трактов при максимально допустимой сигнальной нагрузке, которая определяется в соответствии с заданными показателями качества функционирования.

Также рассмотрена задача управления ресурсами в тракте передачи с помощью перераспределения скоростей между сигнальной информацией и информацией пользователя при возникновении пачечности сигнальной информации.

1. ВВЕДЕНИЕ

Цифровые сети интегрального обслуживания (ЦСИО) возникли на основе объединения услуг Интегральной цифровой сети связи (IDN), созданной в начале 70-х годов и сетей ЭВМ с коммутацией пакетов. Первоначально

появились узкополосные ЦСИО (У-ЦСИО), работающие на скорости до 2 Мбит/сек, затем широкополосные ЦСИО (Ш-ЦСИО), работающие на скоростях выше 2 Мбит/сек (155 Мбит/сек, 622 Мбит/сек и 2,4 Гбит/сек) [1].

Напомним, что для Ш-ЦСИО была специально разработана технология асинхронного метода передачи (АТМ) [2], как компромисс между методами коммутации каналов и коммутации пакетов. При этой технологии вся цифровая информация запаковывается в ячейки длиной 53 байта (5 байт - заголовок, 48 байт - полезная информация) и передается по виртуальным каналам (VC), которые объединяются в виртуальные пучки (VP).

В АТМ не требуется жесткого выделения ресурсов передачи для конкретных источников информации, поэтому для различных служб на основе анализа направленности потоков и нагрузки определяется необходимая ширина полосы пропускания для каждого направления. По этим характеристикам службы могут быть разделены на: двунаправленные симметричные, двунаправленные асимметричные и однонаправленные.

Услуги широкополосных сетей, например услуги мультимедиа, выдвигают дополнительные требования к сигнализации. Для удовлетворения этих требований в системе сигнализации функции управления вызовом и управле-