

ДЕМЧИНСКИЙ В.В.,  
ДОРОГОЙ Я.Ю.,  
ДОРОШЕНКО Е.С.

## ВИРТУАЛИЗАЦИЯ СЕТЕЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В DYNAMIPS

В статье рассмотрены основные аспекты особенностей методов виртуализации на базе программного обеспечения Dynamips/Dynagen/GNS3, полученные в ходе практических исследований, как подходов моделирования, так и вариантов построения сложных конвергентных корпоративных сетей на базе оборудования Cisco/Juniper.

The article describes the main aspects of virtualization features of the methods based on software Dynamips/Dynagen/GNS3, obtained during the practical research as modeling approaches and options for building a complex converged enterprise networks based on equipment of Cisco / Juniper.

### Введение в проблему

Виртуализация отдельного сетевого оборудования и целых сетевых топологий находит свое применение не только в учебных целях, но и в задачах проектирования крупномасштабных сетей, например в случае капитального строительства современных бизнес центров или расчета затрат для провайдера услуг связи. При этом не требуется физического наличия весьма дорогостоящего оборудования, а виртуальная природа системы позволяет легко менять топологию связей и выбирать оборудование с необходимой функциональностью.

С развитием технологий виртуализации, в последние годы появилась программная эмуляция сетевого оборудования Cisco (маршрутизаторы 1700, 2600, 3600, 3700, 7200 серий, PIX, ASA, IDS и т.д.) и Juniper (серия J).

### Анализ существующих решений

Сейчас существуют такие пакеты для проектирования виртуальных корпоративных сетей:

**Opnet** – мощный пакет моделирования, позволяющий промоделировать основные аспекты поведения сети при использовании широкого круга технологий.

**Boson NetSim** – еще один пакет моделирования, позволяющий моделировать сети, построенные на оборудовании Cisco. Данный пакет имеет достаточно широкий диапазон поддерживаемых технологий и является достаточно удобным для изучения оборудования на базовом уровне.

**Cisco Packet Tracer** – бурно развивающийся современный пакет моделирования

сетей на базе оборудования Cisco. Позволяет моделировать виртуальные сети средней сложности, изучать аспекты проходящих в сети процессов обмена трафика.

Общими недостатками для всех рассмотренных пакетов, является:

- невозможность совмещения реальной сети с виртуализированной;
- медленное пополнение набора доступных технологий для изучения;
- полное отсутствие возможности распределить смоделированную сеть на несколько ПК с целью увеличения ее масштаба и уменьшения ресурсной нагрузки на один ПК.

Все эти проблемы решены в пакете Dynamips в связке с Dynagen и GNS3.

### Скрытые проблемы виртуализации

Как известно, за счет виртуализации можно существенно уменьшить количество оборудования и необходимую площадь дата-центра, а также существенно снизить стоимость необходимого оборудования. Однако при всех известных преимуществах виртуализации после ее реализации возникает целый ряд специфичных проблем, о которых поначалу иной раз просто не задумываются.

*Проблема 1.* На не виртуализованной платформе усредненный серверный процессор работает с нагрузкой 10–15%. В случае виртуализации этот показатель возрастает примерно до 70–80%.

*Проблема 2.* При виртуализации падает скорость обмена информацией между устройствами.

*Проблема 3.* Не все можно виртуализировать.

### Цель работы

В данной статье будут рассмотрены аспекты применения Dynamips [1] в задачах моделирования, наряду с возникающими в процессе моделирования проблемами и возможными их решениями.

### Виртуализация при помощи Dynamips

Поскольку продукт написан на Python, это позволяет переносить его на любую платформу, для которой существует интерпретатор языка.

Естественно, что сетевая производительность виртуализированного в Dynamips оборудования отстает от реального в сотни раз, что ограничивает его применение. Та же причина затрудняет использование эмулятора для исследования механизмов, требующих realtime-производительности при высокой нагрузке (например, QoS и VoIP).

Однако, можно констатировать, что к 2008 году продукты Dynamips достигли зрелого состояния, достаточного для применения в практических целях.

Наряду с ранее перечисленными сериями устройств, Dynamips эмулирует около 20 разнообразных сетевых модулей (NM) и WIC – карт.

Следует сказать, что эмуляция коммутационного оборудования (коммутаторы Ethernet, Frame Relay, ATM) в моделирующей среде почти отсутствует. Это объясняется закрытым характером архитектур специальных плат коммутации (ASIC) фирмы Cisco. Исключением является базовая коммутация второго уровня. Большой набор функций коммутаторов LAN обеспечивает эмулируемый Dynamips сетевой модуль **NM-16 ESW**.

Остальные виды коммутации потоков пакетов между маршрутизаторами обеспечиваются самой средой (фактически, без эмуляции коммутаторов). Поэтому Dynamips обеспечивает основные возможности коммутаторов Ethernet (с VLAN), Frame Relay, ATM. Возможность захвата потока пакетов с одного или нескольких каналов топологии будет полезна при подробном исследовании сетевых протоколов.

Второй продукт из связки (Dynagen) [2] позволяет экспортировать / импортировать как настройки одного виртуального устройства, так и всей топологии в целом (настройки топологии плюс настройки маршрутизаторов в виде одного файла).

При перегрузке физического процессора моделирующего компьютера могут наблюдаться эффекты, аналогичные перегрузкам физического оборудования или аппаратным проблемам (эмуляция аппаратных ошибок) – interface flapping (перманентный переход интерфейса между включенным и выключенным состоянием, приводящий к сбросу логических соединений между соседними маршрутизаторами и повторному установлению соединения протоколом маршрутизации и последующему пересчету маршрутной информации, т.е. к нестабильности канала и усугублению перегрузки эмулируемого процессора). Другое следствие перегрузки физического процессора – нарушение пакетов, принимаемых виртуальными устройствами (не совпадение контрольной суммы).

При использовании Dynamips/Dynagen полезным будет придерживаться нескольких рекомендаций:

- образы IOS обязательно нужно распаковать перед использованием – это уменьшит нагрузку на физический процессор;
- использовать `idlepc` – параметр, обеспечивающий оптимальную загрузку процессора путем вычисления среднего времени простоя и функционирования;
- использовать `ghostios` – параметр, использование которого заставит эмулятор хранить в оперативной памяти только одну копию IOS (для каждого используемого feature set);
- использовать `sparsmem` – параметр, позволяющий оптимизировать использование физической памяти путем выделения количества памяти только в размере, который используется операционной системой устройства. В случае, когда данный параметр отключен для каждого устройства выделяется столько памяти, сколько указано в настройках. Зачастую такого рода распределение является не оптимальным.

Количество оперативной памяти физического компьютера должно позволять полностью разместить данные памяти всех виртуальных устройств, поскольку использование подкачки критически замедляет производительность моделирующей системы. Таким образом, требуется не допустить вытеснения страниц памяти, содержащей данные виртуальных устройств.

Использование библиотек libcap (Linux) и winpcap (Windows) позволяет связать модель сети в Dynamips с другими хостами физической (или аналогичной виртуальной) сети т.е. "подключать" один из ethernet-портов виртуальных устройств к физической сети. Это свойство необходимо при использовании распределенных топологий моделируемых сетей (части одной топологии выполняются на нескольких Dynamips-серверах), а также при подключении к виртуальным маршрутизаторам других физических или виртуальных (VMWare, Virtual PC, Virtual Box) компьютеров или внешнего ПО (в частности, SDM – Security Device Manager – web - утилита администрирования маршрутизаторов), а также реального оборудования CISCO.

Однако только один из портов эмулируемых маршрутизаторов может быть подключен к физическому сетевому порту компьютера. Это ограничивает построение распределенных сетевых топологий на нескольких Dynamips-серверах. Естественно, можно задействовать несколько сетевых карт на физическом компьютере. Однако существует более простое решение – подключить все порты, которые необходимо вывести во внешнюю сеть, к одному виртуальному коммутатору, а затем еще один порт данного коммутатора подключить во внешнюю сеть. Аналогично подключаются порты в других частях распределенной топологии.

Третий пакет из связки (GNS3) [3] представляет собой средство для построения топологии виртуальной сети при помощи интуитивно-понятного дружелюбного графического интерфейса. Работа связки этих программных пакетов выглядит приблизительно так:

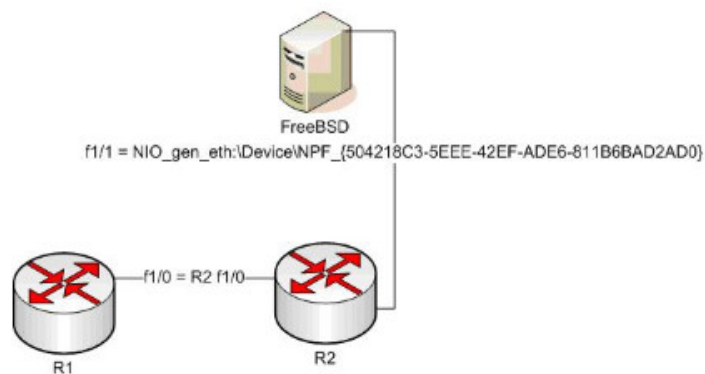
- при помощи пакета GNS3 создается топология виртуализированной сети;

- GNS3 создает по топологии специальную подпрограмму «скрипт», который автоматически выполняется в Dynagen с использованием Dynamips-сервера.

Для полноценной работы набора также необходимы образы операционных систем используемого оборудования.

### Эксперименты и результаты

С целью исследования работы данного набора была собрана следующая топология сети (рис. 1).



**Рис. 1. Топология виртуализированной сети**

Устройства R1 и R2 представляют собой два маршрутизатора Cisco 3640, причем эмуляция каждого из них запущена на разных ПК. Сервер FreeBSD является реальным физическим устройством.

В результате эксперимента была построена сеть с использованием виртуальных и физических устройств. Поведение смоделированной сети полностью соответствует ожидаемому (т.е, можно передавать трафик между устройствами, настраивать политики доступа и тд).

### Выводы

Таким образом, средства Dynamips / Dynagen / GNS3 обеспечивают широчайший набор возможностей для изучения сетевого оборудования и технологий в учебных целях и при моделировании реальных систем, например, на производственных площадках, где для проверки поведения сети в определенных ситуациях необходимо иметь возможность собрать недорогой макет.

### Список литературы

1. [http://www.ipflow.utc.fr/index.php/Cisco\\_7200\\_Simulator](http://www.ipflow.utc.fr/index.php/Cisco_7200_Simulator)
2. <http://dynagen.org>
3. <http://gns3.org>

Поступила в редакцию 16.12.2009