

## **RFC 2544: Методология Эталонного тестирования для устройств входящих в состав сети**

RFC-2544 обсуждает и определяет множество тестов, которые могут использоваться для определения производительности сетевых устройств. RFC 2544 обеспечивает стандартную методологию для всех продавцов оборудования, чтобы использовать, разрешая клиентам ясный, сравнение "apples-to-apples" устройств. Описанные тесты могут быть использованы в развитии, производстве, и установке сетевых устройств.

Для изготовителей проводящих тестирование INTERNET, RFC 2544 стал естественной методологией испытаний. В отличие от традиционны базовых услуг TDM и ATM, Ethernet не имеет строгих требований по качеству для каждого класса обслуживания . Необходимые условия тестирования для MAN (Муниципальная Сеть) традиционно ориентировались на параметры производительности, задержки и уровня потери пакетов, а не на битовые ошибки и "пять девяток" надежности. Таким образом, RFC 2544 занимает одно из мест для тестирования качества обслуживания в традиционных сетях. Методика RFC 2544 включает в себя шесть тестов, проводящихся с выводом оборудования из эксплуатации: производительность (throughput), задержка (latency), уровень потери пакетов (FRAMES Loss rate), back-to-back frames, восстановление системы (SYSTEM RECOVERY) и возвращение в исходное состояние (RESET). Эти тесты, управляемые автоматически при различных размерах пакета, обеспечивают ясную картину эксплуатационных характеристик устройств или сети. Тесты могут занять от нескольких минут до нескольких часов в зависимости от производительности сети и испытательных параметров (продолжительность каждого теста, размеров пакета, анализа результатов, и т.д.). Так как RFC 2544 является методикой активного тестирования, связанного с трафиковой генерацией, измерения не могут быть произведены в режиме пассивного мониторинга сети. Если в действующей сети тестовый трафик RFC 2544 "столкнется" с трафиком пользователя это может привести к нарушению сеанса пользователя и к неправильным результатам измерения.

### **Один испытательный прибор и одно испытуемое устройство**

Схема на рис.1 типична для эталонного тестирования устройства сети после принятия или установки. Единственный испытательный прибор посылает трафик на один порт устройств и затем анализирует трафик на выходе устройства.

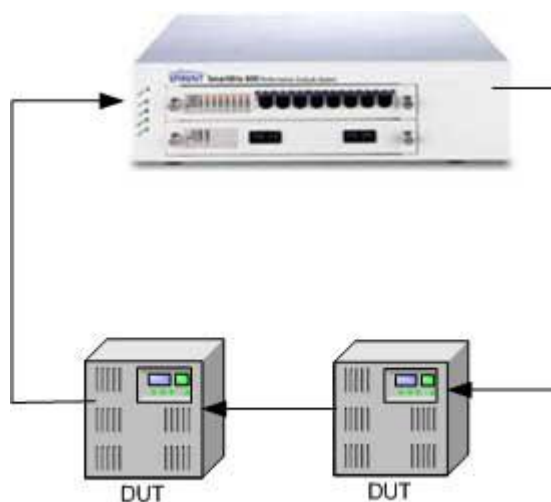


Рис.1

### **Один испытательный прибор и последовательность испытуемых устройств**

Единственный испытательный прибор может охарактеризовать трафик прошедший через последовательность устройств, как показано на Рис.2.

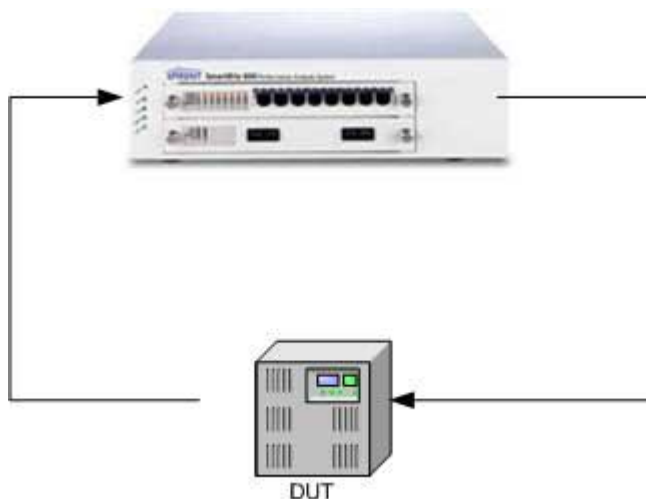


Рис.2

### Два испытательных прибора и одно испытуемое устройство или Сеть

Для существующих сетей наиболее часто применяемая схема тестирования Рис.3

Передающий и принимающий концы сети могут быть сильно удалены друг от друга, что делает применение одного прибора для тестирования невозможным

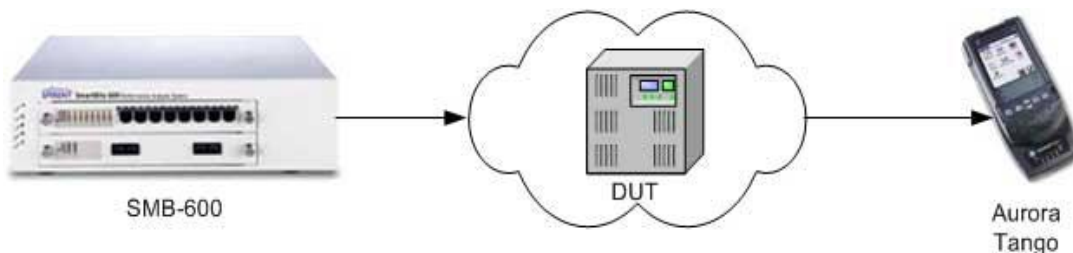


Рис.3

Наиболее простой способ согласования работы двух оконечных тестирующих устройств - это установка на одном приборе режима шлейфа (LOOPBACK) Рис.4

Однако режим loopback произведенный на физическом уровне в традиционной TDM сети (PDH/T-Carrier, SDH/SONET), не достаточен. Ethernet кадры и IP пакеты должны иметь надлежащий адрес источника и получателя, чтобы возвратиться к первоначальному тестовому прибору. В то время как в режиме loopback меняются местами адреса источника и получателя в Ethernet и IP заголовках, поэтому в ряде случаев создать шлейф затруднительно.

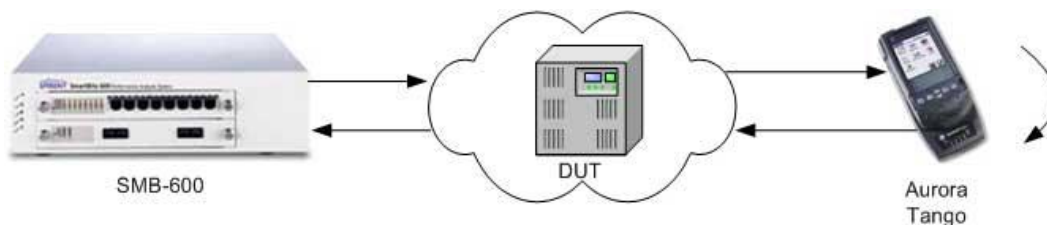


Рис.4

Оператор на дальнем конце может установить режим loopback вручную или прибор на приемном конце может быть переведен в режим loopback по команде от первого испытательного прибора. При завершении теста петля может также быть снята

дистанционно.

## Структура Кадра

### Уровни тестирования

RFC 2544 разработан для тестирования 2 и 3 уровневых сетевых устройств . Так каждая испытательная структура должна иметь правильный адрес MAC в своем заголовке вводную часть, и межпакетный промежуток.

Для проверки устройств уровня 3, таких как маршрутизаторы, требуется также правильный IP заголовок. Хотя поддержка VLAN не упомянута, VLAN является важным элементом Ethernet и не должен быть исключен. Неструктурированный поток данных , где данные полезной нагрузки не инкапсулированы в правильную структуру Ethernet, не совместим с тестами по RFC 2544. RFC 2544 рекомендует использование Запроса Эха (UDP) пакетов, потому что маршрутизатор может пропустить данные если надлежащая последовательность инициализации сессии не была установлена или если полезная нагрузка - неизвестный протокол. Но эти требования не обязательны для устройств уровня 2 и для испытания Ethernet сети, здесь можно использовать любую нагрузку.

### Размер Кадра

Размер кадра представляет собой изменяемый параметр при измерениях в RFC-2544. Согласно методике RFC-2544 рекомендуется проводить измерения для размеров кадра: 64, 128, 256, 512, 1024, 1280 и 1518 байтов. Каждое измерения проводится отдельно для каждого указанного размера кадра.

Для систем, использующих пакеты расширенного размера (Jumbo frame) размера 4096 или 9000 байтов, измерения проводятся по дополнительным методикам

### Перечень проводимых измерений

RFC 2544 определяет шесть стандартных измерений:

- • Throughput
- • Latency
- • Frame loss rate
- • Back-to-back frames
- • System recovery
- • Reset

### Пропускная способность (Throughput)

Тест производительности определяет максимальную пропускную способность которую обеспечивает DUT без потери кадров. Испытание начинается со 10%-ой загрузки канала, передачей определенного количества кадров определенной длины. Если был потерян хоть один кадр, испытание повторяется на более низкой скорости загрузки кадров, причем уменьшение скорости производится по принципу деления интервала пополам, что соответствует бинарному алгоритму поиска (5%, 2,5% и т.д.). Этот процесс продолжается пока максимальная производительность не определена. SmartBits использует бинарный алгоритм поиска для определение производительности и по линии вверх, т.е. если при условии, что на 10% не было потерь пакетов следующий шаг тестирования составляет 55% и т.д. по бинарному алгоритму в сторону повышения пропускной способности.

В рек.RFC-2544 обозначен также стандартный метод измерения, который уменьшает

производительность с шагом 10 %. Это не самый эффективный доступный алгоритм, особенно для того, чтобы определять производительность с более лучшим шагом, типа 1 %. При бинарном алгоритме поиска последующий шаг уменьшается в двое: 50 %, 25 %, 12.5 %, 6.25 %, 3.125 %, и т.д. Производительность увеличивается или уменьшается в зависимости от результатов предыдущих испытаний. Алгоритм продолжает работать, пока производительность не достигнет пределов типичных для 1 - 10 %. Как только максимальная производительность определена для каждого размера, результаты можно отобразить на соответствующей диаграмме Рис.5.

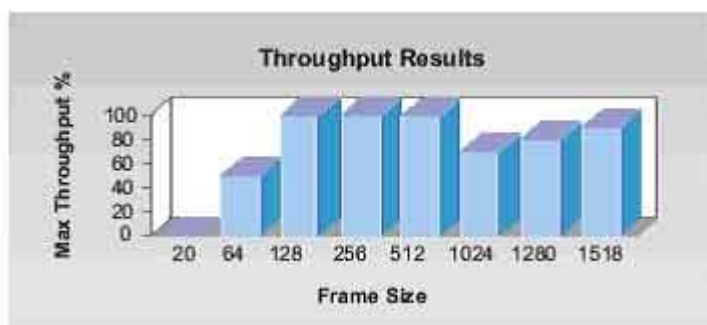


Рис. 5.

### Время задержки (Latency)

Стандартный тест времени задержки сигнала выполняется при фиксированном уровне нагрузки канала в течение двух минут. В процессе теста измеряют время задержки отдельных кадров с временными метками и фиксируют минимальную задержку в течении одной минуты. Время задержки вычисляется как среднее из двадцати таких испытаний. Строгое соответствие стандарту требует 280 минут — более чем 4 часа — чтобы завершить тест для всех размеров кадра. Однако на практике используются различные варианты оптимизации теста задержки, так что общее время измерения значительно сокращается и составляет не более 15-30 мин.

Существует также возможность соединить методически измерения пропускной способности и задержки, если при тесте пропускной способности использовать тестовые пакеты с временными метками. Тогда во время теста пропускной способности измеряется и усредняется время задержки тестовых пакетов. Общее время задержки измеряется при максимальной пропускной способности (без потери кадров), которая была достигнута во время теста **throughput**. Результаты теста времени задержки заносятся в таблицу, как функция от размера кадра и пропускной способности Рис.6.

Frame Size	Throughput	Quick Latency (ms)		
		Average	Minimum	Maximum
64	100.00%	0.014	0.007	0.014
128	100.00%	0.021	0.009	0.021
256	100.00%	0.020	0.009	0.020
512	100.00%	0.020	0.009	0.020
1024	100.00%	0.020	0.008	0.020
1280	100.00%	0.020	0.009	0.020
1518	100.00%	0.020	0.009	0.020
4018	100.00%	0.020	0.008	0.020

Рис.6.

### Уровень потери кадров (Frame Loss Rate)

Тест потери кадров отображается как график зависимости количества потерянных кадров от загрузки канала. Подобное испытание производительности начинается со 100%-ой загрузки канала, посылкой установленного числа кадров и регистрации процента потерянных при этом кадров. Загрузка канала уменьшается на заданное количество, 10 % или меньше, и

испытание повторяется. Если два следующих друг за другом результата проходят без потерь то тесты с более низкой загрузкой канала не производятся и им присваивается нулевое значение потерянных кадров. Этот тест повторяется для каждого размера кадра.

Результаты могут изображаться в виде графика зависимости процента потерь от загрузки канала. В графике кривая для определенного размера кадра изображается своим цветом Рис.7

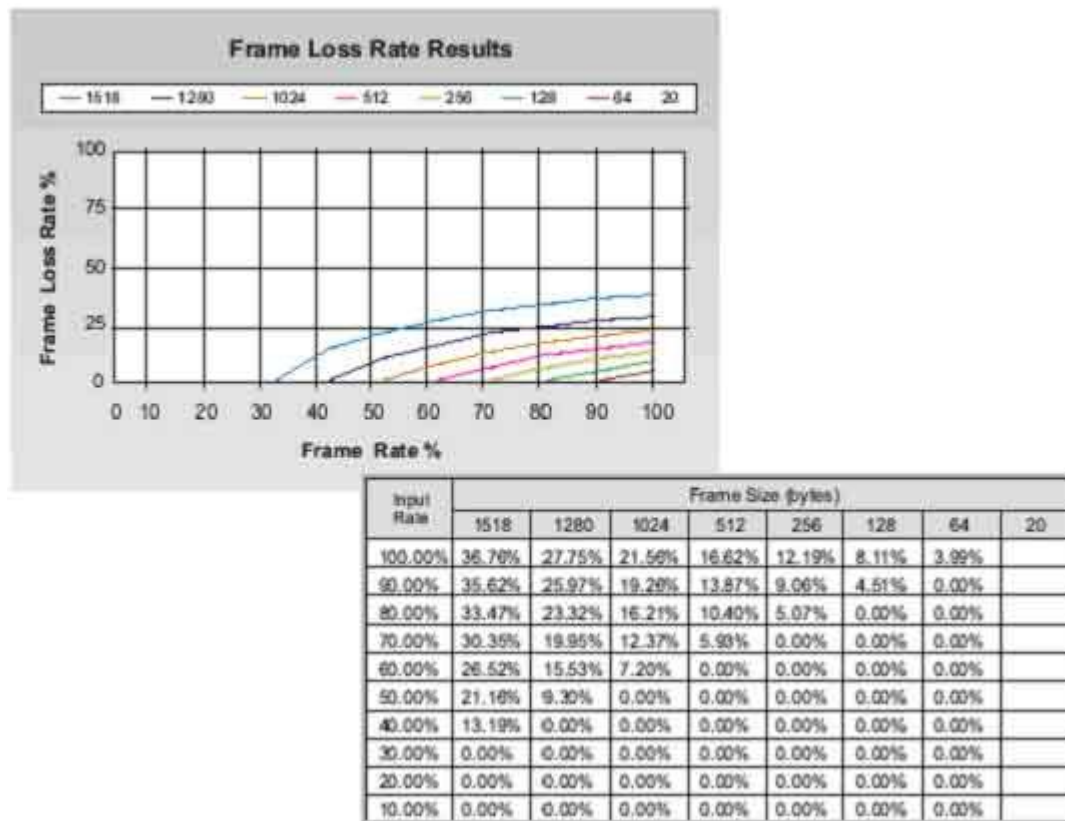


Рис.7

### Тест берстности Back-to-back

Back-to-back тест кадров определяет максимальное количество кадров, посланных back-to-back с минимальным IPG (100%-ой скоростью передачи кадров), которое DUT может обработать без потери кадров. Это соответствует тесту неравномерной передачи данных (берстности), поскольку кадры Back-to-back передаются по схеме "максимальная интенсивность - пауза - максимальная интенсивность". Установка параметров измерения определяет количество кадров и повторений с большим или меньшим числом кадров, пока не определится их максимальное количество. Обычно тест повторяется для каждого размера кадра. Часто измерения Back-to-back идут под другими названиями, типа "burstability" или "максимальная пропускная способность" ("maximum throughput"). Результаты обычно выводятся в виде таблицы.

### Системная скорость восстановления (System Recovery)

Системная скорость восстановления - время, которое требуется DUT для остановки потери кадров, когда скорость передачи кадров уменьшена от стрессового (более 100%) к нормальному состоянию. В процессе измерения устройство подвергается нагрузке в течение не менее одной минуты со слишком большим уровнем трафика, обычно 110 % от нормы, определенной в тесте пропускной способности, то есть с потерей кадров. Потом, трафик уменьшается до 50 % . Время между падением скорости передачи кадров и последним потерянным кадром усредняется для нескольких тестов выполненных для каждого размера

кадра.

### **Reset**

Тест на сброс измеряет время, которое требуется для DUT, чтобы начать передачу кадров после аппаратного или программного сброса или прерывания подачи питания. В отличие от других тестов RFC 2544, тест проводится только для кадров минимальной длины 64кб. Задержка между последним переданным кадром перед сбросом и первым кадром после сброса показывает время сброса. Испытание должно быть выполнено для каждого типа сброса.