

А.Дж. Сатыбаев, А.Н. Ермаков
Д.ф-м.н., проф. ОшТУ, соискатель ОшТУ
A.Zh. Satybaev, A.N. Ermakov
D.ph.-m.s., prof. OshTU, aspirant OshTU

АНАЛИЗ СЕТЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛИНИИ T1 СОГЛАСНО МЕТОДОЛОГИИ ТЕСТИРОВАНИЯ RFC 2544

Исходя из объема данных, а так же роста разнообразных сервисов Ethernet сегмента, со временем, в рамках предприятия появляется необходимость в расширении каналов связи. В статье рассматривается тестирование канала связи T1, который составляет 1,544 Мбит/с, посредством сетевого анализатора EXFO-1 и методологии тестирования RFC 2544.

Ключевые слова: сети связи, Мбит/с, сетевой анализатор, контрольно-измерительные программы.

ANALYSIS OF NETWORK PARAMETERS T1 LINE ACCORDING TO THE TEST METHODOLOGY RFC 2544

Based on the amount of data, as well as the growth of a variety of Ethernet services segment, over time, there is a need to expand the channels of communication within the enterprise. The article deals with testing a communication channel T1, which is 1.544 Mbit / s, via Network Analyzer EXFO-1 and RFC 2544 testing methodology.

Keywords: communications network Mbit / s, network analyzer, measuring the program.

Анализатор Ethernet сетей EXFO-1FTB-860 и его основные возможности. В данное время на рынке существует разнообразный выбор контрольно-измерительных приборов для измерения параметров сети и паспортизации Ethernet. Наиболее известные, на данный момент, среди анализаторов и тестеров Ethernet являются EXFO-1[1], BERKUT-ET [2], МАКС-ЕМ [3], Anritsu MT9090A [5] и т.д.

В приведенной статье выбор был остановлен на производителе EXFO, серии измерительных модулей FTB-860. Данный прибор оснащен одним из самых больших, в отрасли анализаторов, 7-ми дюймовым TFT-дисплеем, в качестве операционной системы используется Windows Embedded Standard, достаточно компактный и удобный для проведения полевых тестов. Внешний вид показан на рис. 1.



Рис. 1. Вид EXFO-1 F

Анализатор включает в себя комплекс программно-технических средств для осуществления тестирования сегментов оптоволоконных, а так же Ethernet сетей. Ниже предоставлены основные возможности данного прибора:

- Тестирование от 10 Base-T до 10 Гбит;
- Ether SAM (двунаправленное);
- RFC 2544 (двунаправленное);
- Мониторинг и генерация трафика;
- Интеллектуальное автообнаружение;
- Тестирование IPv6;
- Ping/traceroute;
- Тестирование кабеля;
- Режим тестирования с двумя тестерами;
- Интеллектуальный шлейф.

Данных инструментов вполне достаточно для мониторинга, а так же поиска и решения сетевых проблем.

Описание модели OSI и протокола Ethernet

Ethernet является асинхронным протоколом, основанным на передаче кадров в общей среде, между двумя и более устройствами.

В 1972 году *Institute of Electrical and Electronics Engineers* объявляет о стандарте Experimental Ethernet, пропускной способностью 2.94 Мбит/с, данный стандарт и стал прародителем современных гигабитных сетей [5]. Позже, через 11 лет в 1983 появляется стандарт Ethernet, названный (*IEEE*) 802.3 [6]. Тогда скорость данного стандарта не превышала 10 Мбит/с по тонкому коаксиальному кабелю *thinnet*.

Основывается протокол, на базовой модели OSI (*Open Systems Interconnection Basic Reference Model*), которая является эталонной 7-ми уровневой моделью для передачи данных [7] рис.2 [8].

В данной модели каждый уровень выполняет свою функцию. Информация проходит процесс инкапсуляции и передается на вышестоящий или нижестоящий уровень, в зависимости от того, получатель или отправитель производит действия.

RFC 2544 является одной из методологией тестирования Ethernet. Рекомендация была разработана для проведения оценочных сопоставительных тестов производительности сетевых устройств в лабораторных условиях, однако ввиду того, что это была единственная стандартизованная методология, она стала также применяться и для полевых тестов [9].

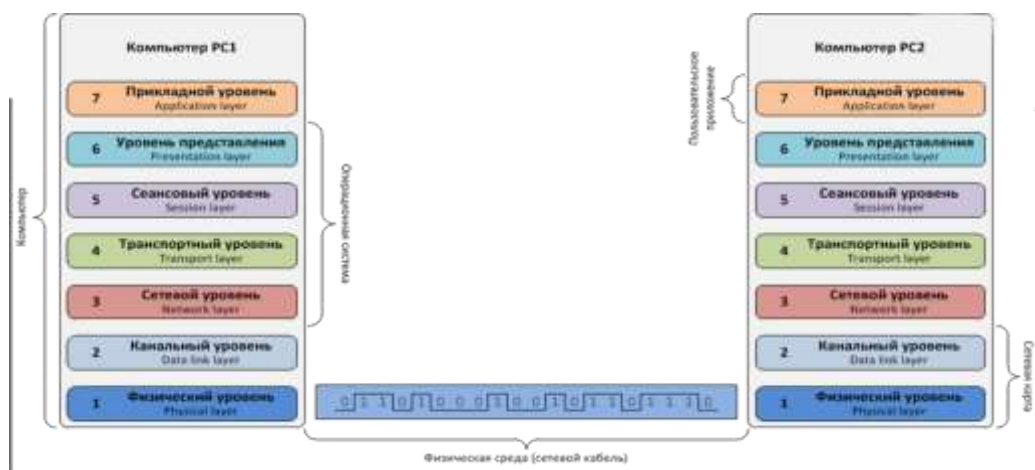


Рис. 2 Эталонная модель OSI

Описание методологии RFC 2544

Методология представляет собой последовательность субтестов для измерения **пропускной способности канала, круговой задержки, потери фреймов и т.д.**

Тестирование пропускной способности канала

В ходе данного теста определяется максимальное количество кадров в секунду, которое может передать устройство без ошибок. Этот тест выполняется, чтобы определить реальную максимальную скорость передачи данных.

Проведение тестирования начинается на максимальной скорости. В ходе тестирования измеряется количество переданных тестером кадров и количеством принятых кадров. Если хотя бы один кадр потерялся, скорость передачи кадров уменьшается в два раза. Если в ходе очередной попытки ни один кадр не потерялся, скорость удваивается по сравнению с предыдущей попыткой. Таким образом, ищется максимальная скорость, на которой устройство может передавать данные без ошибок.

Тестирование пропускной способности должно быть проведено для кадров каждого из семи заданных размеров 64, 128, 256, 512, 1024, 1280, 1518.

Тестирование устойчивости к всплескам трафика

Тестирование устойчивости к всплескам трафика оценивает ёмкость буфера оборудования. В ходе тестирования кадры передаются на скорости интерфейса (с минимальными межкадровыми интервалами) и измеряется максимальное количество кадров, полученных до того как потеряется первый кадр. Продолжительность испытания должна быть не менее 2 секунд. Если в течение этого времени число переданных кадров совпадает с числом пересланных устройством на протяжении всего пика, пакет кадров увеличивается и испытание повторяется. Если число пересланных устройством кадров меньше числа переданных, размер пакета уменьшается и испытание повторяется. Испытания следует повторять не менее 50 раз с усреднением значений.

Тестирование частоты потери кадров

Измерение частоты потери кадров необходимо для оценки способности оборудования, работать в условиях перегрузки, что является критическим показателем возможности поддерживать приложения реального времени, в которых большое количество потерь резко снижает качество.

Первое испытание проводят на максимальной скорости. При следующих испытаниях скорость снижается сначала до 90% от максимальной скорости, а затем до 80% и т.д. Снижение скорости на 10% повторяют до тех пор, пока не будет зафиксировано последовательно три результата без потери кадров. Шаг снижения скорости должен быть не более 10% от максимальной скорости, приветствуется снижение скорости с меньшим шагом.

Тестирование опять проводят для всех семи размеров кадров. Результатом является график зависимости частоты потери кадров от скорости.

Тестирование задержки

В ходе тестирования измеряется время прохождения через устройство (или туда и обратно). Если время задержки значительно меняется от кадра к кадру, то это может стать проблемой для работы таких сервисов, как VoIP, IPTV и TDMoIP через данное оборудование. Например, вариация задержки может выразиться в ухудшение качества голоса, передаваемого с помощью технологии VoIP. Большое время задержки также может ухудшить качество работы приложений[10].

Топология для тестирования

В данной статье рассмотрена топология, состоящая из 6 роутеров Cisco 2800, из них CE (CompanuEdge)-роутеры, и C (Companu)-роутеры. Подключение к роутерам CE3.1 и CE3.2 осуществляется посредством линии T1 имеющую пропускную способность 1.544 Mbit/s, роутеры CE3.1, C3.1, C3.2 и CE3.2 подключены используя FastEthernetlink 100Mbit/s. Рис.3.

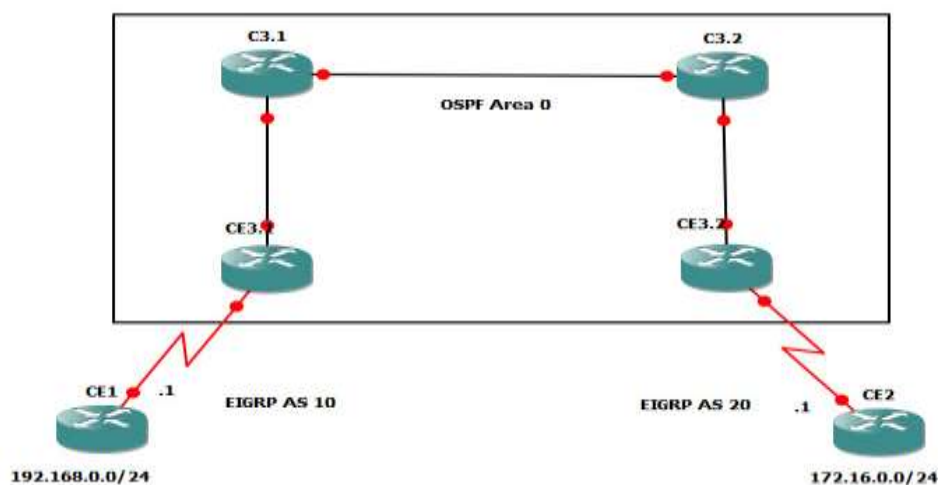


Рис. 3. Топология подключения

Как видно на рисунке роутеры *CE3.1*, *CE3.2*, *CE3.1* и *CE3.2* сконфигурированы в зоне 0 протокола маршрутизации OSPF, кроме того на *CE3.1*, *CE3.2* сконфигурирован протокол маршрутизации EIGRP. Настроено двустороннее перераспределение маршрутов OSPF в EIGRP и с EIGRP в OSPF. Используя данную топологию, были проведены измерения основных показателей сети согласно стандартам тестирования RFC-2544, используя измерительный модуль EXFO-1 FTB-860. Целью тестирования будет определение максимальной пропускной способности, потери фреймов линии T1 генерируя трафик 5, 10 и 100 Mbit/s.

Настройка модулей EXFO-1 для измерения согласно методологии RFC 2544

Для начала тестирования необходимо сконфигурировать модули EXFO для совместной работы. Для этого нажимаем **Discover Remote**, приведенные модули имеют функцию авто обнаружения, тем самым если сеть настроена правильно, удаленный модуль должен появиться в списке обнаруженных при нажатии кнопки **Scan Subnet**. Далее необходимо нажать кнопку **Loop Up**, Рис. 4.

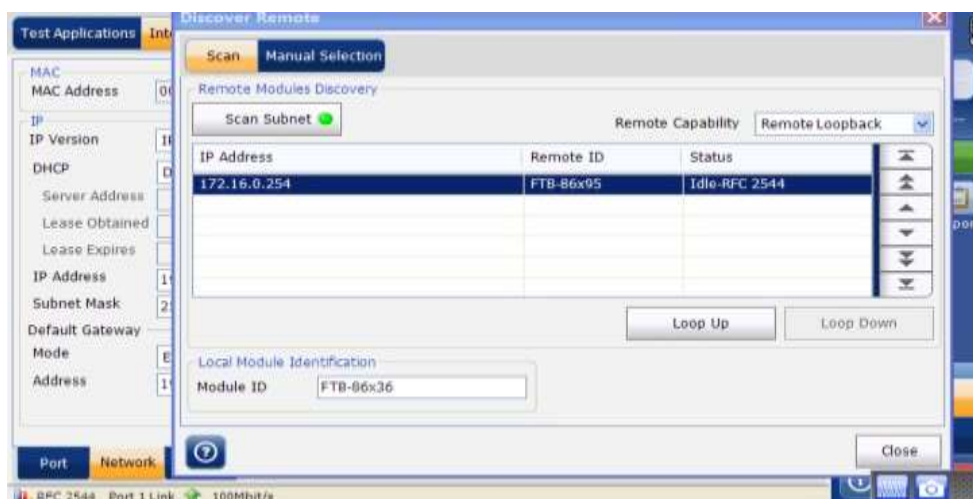


Рис.4 Подключение удаленного

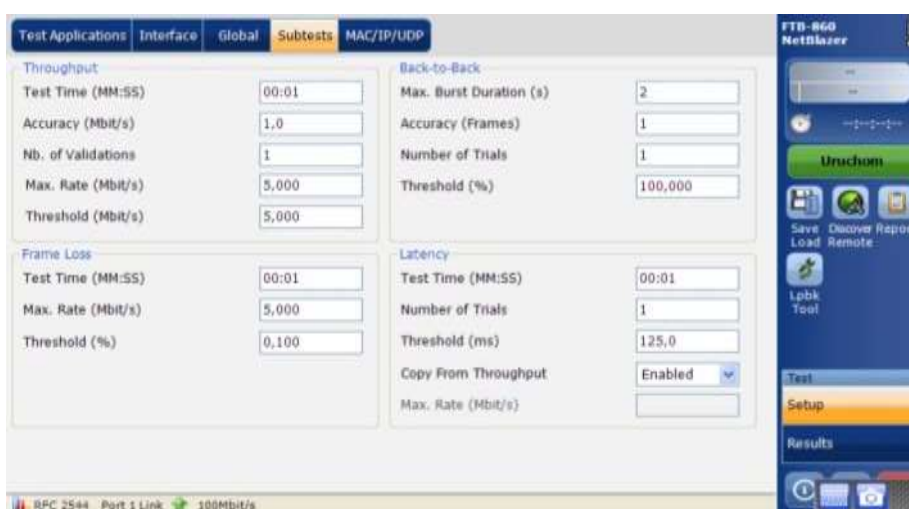


Рис. 5 Настройка субтестов

Во вкладке **Subtest** Рис 5. можно изменять параметры генерации трафика. В данных тестах устройства, предполагается генерация трафика в 5, 10 и 100 Mbit/s, что в разы превышает скорость WAN линка Г1.

Для более достоверных данных необходимо провести тест 3-5 раз и взять среднее значение показателей прибора. Результаты генерации трафика в 5 Mbit/s приведены ниже в табл. 1.

Рисунок наглядно иллюстрирует все показатели состояния канала и как изменяется пропускная способность, а так же потеря кадров при разных их размерах. В таблице видна прямая зависимость между размерами кадра, задержкой и пропускной способностью.

Таблица 1

Результаты тестирования RFC-2544 генерируя 5 Mbit/s трафика

Размер кадра	Пропускная способность (Mbit/s)	Устойчивость к всплескам (Mbit/s)	Потеря кадров %	Задержка (ms)
64	3.000	0.06	34.745	1.27572

128	2.500	0.103	45.537	22.41044
256	2.500	0.19	47.527	60.19985
512	2.500	0.368	43.235	98.20617
1024	3.000	0.718	30.885	245.16955
1280	3.500	0.894	24.117	376.09301
1518	4.000	1.058	17.734	532.14635

Данное поведение связано с необходимостью тратить дополнительные ресурсы для упаковки каждого кадра, к тому же количество кадров значительно возрастает при малом размере.

Далее был сгенерирован трафик 10 Мбит/с, табл. 2, а так же 100 Мбит/с табл. 3.

Таблица 2

Генерация трафика 10 Мбит/с

Размер кадра	Пропускная способность (Mbit/s)	Устойчивость к всплескам (Mbit/s)	Потеря кадров %	Задержка (ms)
64	3.000	0.06	67.368	1,2589
128	2.500	0.103	72.769	2.37459
256	2.500	0.19	73.747	60.19043
512	2.500	0.368	71.618	98.35226
1024	3.000	0.718	65.33	245.44604
1280	3.500	0.894	61.955	376.25983
1518	4.000	1.058	59.041	523.20571

Сравнивая все три таблицы можно заключить, что пропускная способность линии T1 имеет тенденцию немного изменяться в случае генерации 100Мбит/с, при 5 и 10 Мбит/с, но потеря кадров критически меняется с ростом генерируемого трафика. В данной топологии линия T1, будет подвержена проблеме Bottle-neck, где будет скапливаться большое количество пакетов, что в свою очередь послужит потере данных с повторными запросами со стороны клиентов.

Таблица 3

Генерация трафика 100 Мби/с

Размер кадра	Пропускная способность (Mbit/s)	Устойчивость к всплескам (Mbit/s)	Потеря кадров %	Задержка (ms)
64	3.125	0.06	96.741	1.3481
128	2.500	0.103	97.275	2.41667

256	2.500	0.19	97.377	62.03359
512	2.500	0.368	97.157	98.0321
1024	3.125	0.718	96.534	276.68081
1280	3.750	0.894	96.194	437.54563
1518	3.750	1.058	95.891	461.65844

Возможные способы решения проблемы

Данная проблема может быть решена несколькими способами. Первое это, замена линии T1, на более высокоскоростной канал связи, что не всегда возможно, чаще всего из-за финансовых, а так же технических возможностей компании.

Так же возможно конфигурирование и ограничение генерируемого трафика в рамках организации, чтобы в один момент времени он не превышал пропускную способность T1 интерфейса.

Другой способ заключается в использовании QualityofService (QoS), при помощи которого будет возможно предоставить приоритетный доступ, критически важным приложениям в зависимости от политики компании. Это может быть приоритезация голосового трафика или же бизнес приложений, к которым необходим своевременный и беспрепятственный доступ.

В случае интеграции QoS сервисов будет достаточно проблематично подтвердить положительные сдвиги, в сторону улучшения производительности, основываясь на методологии RFC 2544. Для измерения каждого сервиса с конфигурированной политикой QoS необходимо использовать методологию тестирования RFCY1564.

Заключение

Со временем сеть Ethernet перестала быть просто средством доступа в интернет, а трансформировалась в мультисервисную транспортную сеть – возможностей набора тестов RFC 2544 стало не хватать для более точного измерения параметров сети.

Ряд недостатков RFC2544 включает в себя, недоступность встроенных механизмов тестирования джиттера, QoS, качества конфигурации отдельного сервисного потока, а так же нагрузочного одновременного тестирования множества сервисов.

RFC 2544, безусловно, применим для тестирования SLA (Service Level Agreement) в современных сетях Ethernet, однако, требует обязательного выполнения ряда дополнительных тестов, что иногда может привести к трудоемкой многочасовой работе. Для этих целей был выпущен новый набор тестов под названием *EtherSAM ITU-T Y.1564*.

Литература:

1. Официальный сайт компании «EXFO», URL: <http://www.exfo.com> .
2. Официальный сайт компании «НТЦ Метротек», URL: <http://metrotek.spb.ru> .
3. Официальный сайт компании «Бинар-КОМ», URL: <http://binarcom.ru> .
4. Официальный сайт компании «Anritsu», URL: <http://www.anritsu.com> .
5. Чарльз Е., Спурджен, «Ethernet: Полное руководство», США, Февраль 2000 г.
6. Рабочая группа ETHERNET, IEEE 802.3, URL: <http://www.ieee802.org/3/> .
7. ГОСТРИСО/МЭК 7498-1-99. — «ВОС. Базовая эталонная модель. Часть 1. Базовая модель». — ОКС: 35.100.70. — Действует с 01.01.2000. — 62с.
8. Веб-сайт InfoCisco, “Как работают сетевые устройства согласно сетевой модели OSI”, URL: http://infocisco.ru/works_network_devices.html .
9. Сетевая Рабочая Группа, Методология взаимодействия сетевых устройств. RFC 2544, Март 1999.
10. Веб - сайт Компании TestLog, «Как RFC 2544 помогает в тестировании оборудования Ethernet для операторов связи», URL: <http://testlog.ru>

11.Международный союз электросвязи, «Методология активации тестирования Ethernet сервиса Y 1564», Март 2011.