

Лабораторная работа № 1.

Анализ влияния сетевых характеристик на качество передачи речи в IP-сетях с помощью программного продукта «IxChariot»

Цель работы. Исследование зависимости субъективной оценки качества передачи MOS в IP-сети от величины потерь и задержек для трех разных типов речевых кодеков.

Краткая теоретическая справка. Главная задача сетей нового поколения заключается в обеспечении наилучшего качества предоставляемых услуг. В настоящее время особое внимание для обеспечения требуемого качества обслуживания, следует уделять тестированию и мониторингу. Существует множество программных продуктов по оценке работоспособности сети. Анализ сети был произведен с помощью одного из таких программных продуктов – IxChariot. Программный продукт компании IXIA IxChariot показал свои преимущества по отношению к аналогам других компаний:

- помогает измерить ключевые функциональные характеристики, такие как пропускная способность, время запаздывания, потеря пакетов, джиттер, MOS для VoIP и MDI для видео в реальных условиях.
- измерения рабочих характеристик проводятся путем передачи реальных потоков данных между парами компьютеров, подключенных к сети.
- IxChariot эмулирует разные типы распределенных приложений, затем собирает и анализирует полученные результаты.

Методика проведения эксперимента.

- Собрать экспериментальный стенд.
- Создать речевой поток.
- На поток оказать ухудшающие воздействия.
- Оценить важнейшие сетевые характеристики и работоспособность сети.

Описание экспериментального стенда. Экспериментальный стенд представляет собой три персональных компьютера, изображенных на рисунке 1.1.

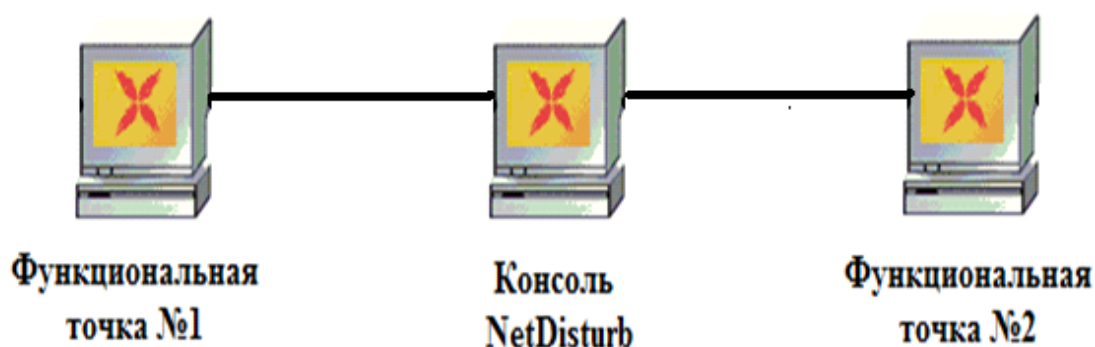


Рисунок 1.1 - Схема экспериментальной установки

На функциональной точке №1 установлен программный продукт IxChariot, который позволяет генерировать различные типы трафика из функциональной точки №2 в функциональную точку №1, образуя сквозное соединение через третий персональный компьютер, на котором установлена консоль NetDisturb.

NetDisturb – программный продукт, который позволяет произвести ухудшения на IP-сети, тем самым влияя на её сетевые характеристики и работоспособность. На рисунке 1.2 представлен интерфейс программы.

В верхней части интерфейса можно задать тип потерь и величину, рядом задаются тип задержки и ее величина в одну сторону, внизу в обратную сторону.

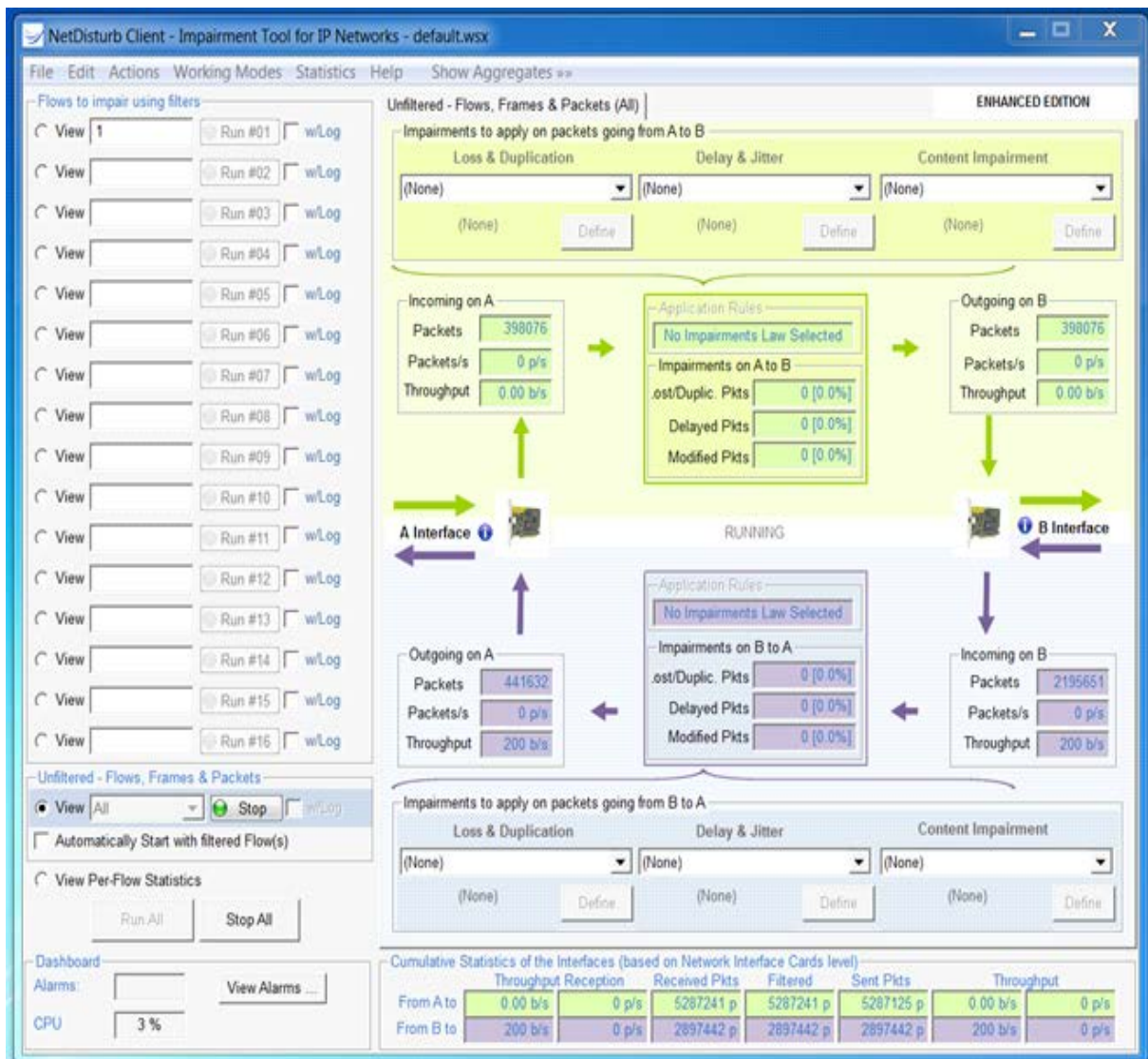


Рисунок 1.2 - Интерфейс программного продукта NetDisturb

Проведение эксперимента. Для проведения эксперимента и для анализа функциональных и качественных показателей от одной машины до другой необходимо создать и запустить речевой поток. При создании речевого потока использовать различные типы кодеков, эмулирующих:

- Разные алгоритмы сжатия
- Скорость передачи данных
- Размеры дейтаграмм

1.1. Для начала эксперимента нужно запустить три виртуальные машины. Для этого на рабочем столе нажать на ярлык "Oracle VM VirtualBox" и поочередно запустить две виртуальные машины для создания окончательных

точек IxChariot (ixChariotXP1 и ixChariotXP2) и netDisturbXP, который вносит ухудшение в работу сети.

Далее необходимо запустить соответствующие программы в каждой виртуальной машине.

Для работы необходима одна активная точка ixChariotXP1 (вторая находится в пассивной режиме и с ней не происходит работа) и работающий netDisturbXP.

1.2. Настройка netDisturbXP. При необходимости – сконфигурировать интерфейсы, для этого два раза кликнуть в центре рабочего окна (рис. 1.2) на Interface A, B.

Проверить, чтобы в обе стороны от интерфейса А к В (верхняя часть окна) и от интерфейса В к А (нижняя часть окна) в поле Loss&Duplication стояло значение - none, в поле Delay&Jitter было выбрано Constant Delay и установлено значение 1 мс, поле Content Impairment установлено в none.

После установке необходимых полей в левом нижнем углу нажать на «Run All», тем самым запустив работу сети с заданными характеристиками. Если потоки не запущены, то оконечные точки IxChariot считают, что нет доступа к сети и не видят друг друга.

1.3. Настройка IxChariot. Далее требуется создать сам речевой поток, при этом указать оконечные точки и используемый кодек. Эксперимент проводится для следующих кодеков:

- G.711
- G.723
- G.726

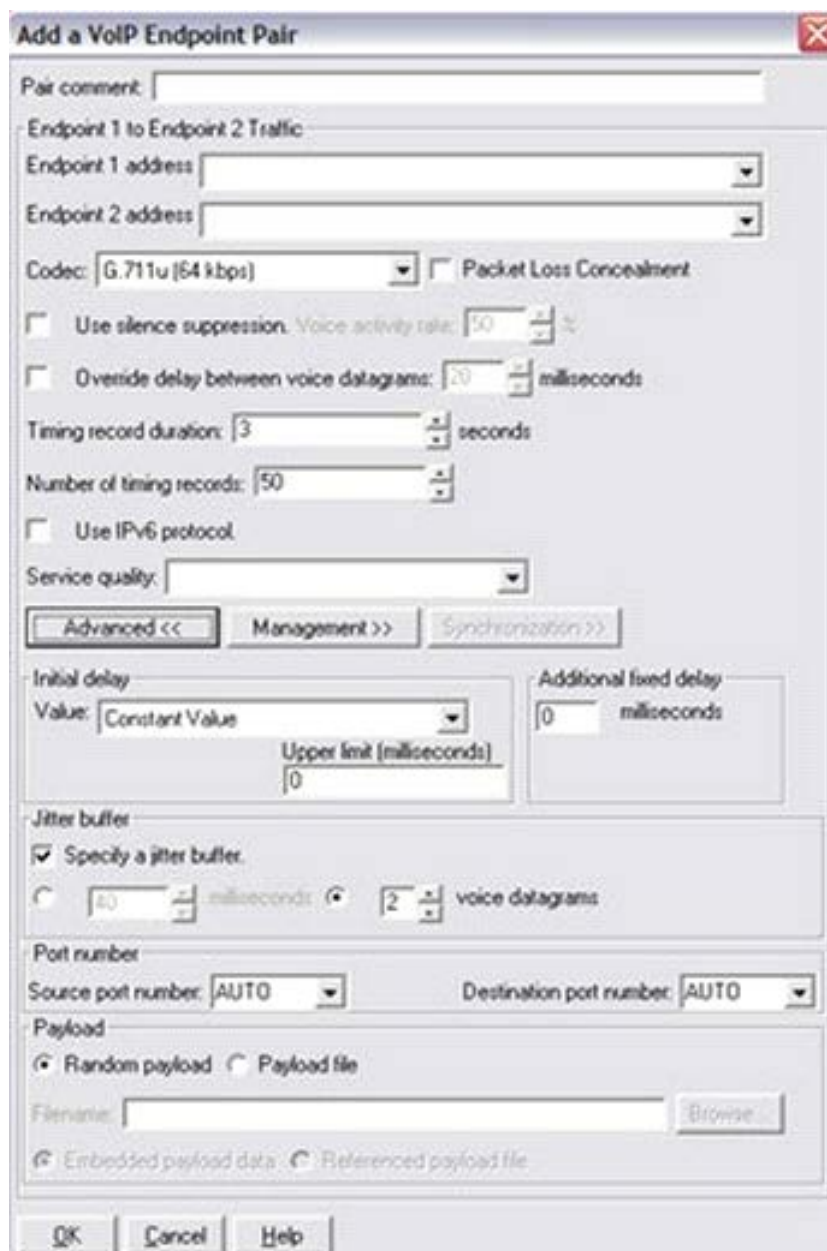


Рисунок 1.3 - Окно создания речевого потока

На рисунке 1.3 представлено окно для создания речевого потока. Pair comment – название потока, можно использовать тип кодека, можно просто пронумеровать оп порядку. Адрес сервера и клиента выбираются из списка при нажатии на стрелочку. В поле Codec установить тип кодека согласно заданию. Поле Number of timing records уменьшить до значения 20-30. В поле Service quality выбрать VoIP. Остальные поля оставить без изменения. Аналогично создать еще 2 потока для других типов кодека.

Затем консоль IxChariot конфигурирует функциональные оконечные точки и запускает процесс передачи данных и отображает результаты в реальном времени (см. рис. 1.4). Переключаясь между вкладками Test Setup, Throughput, Transaction Rate, ... можно увидеть параметры передачи потока в графическом виде в нижней части окна и в табличном виде в центре.

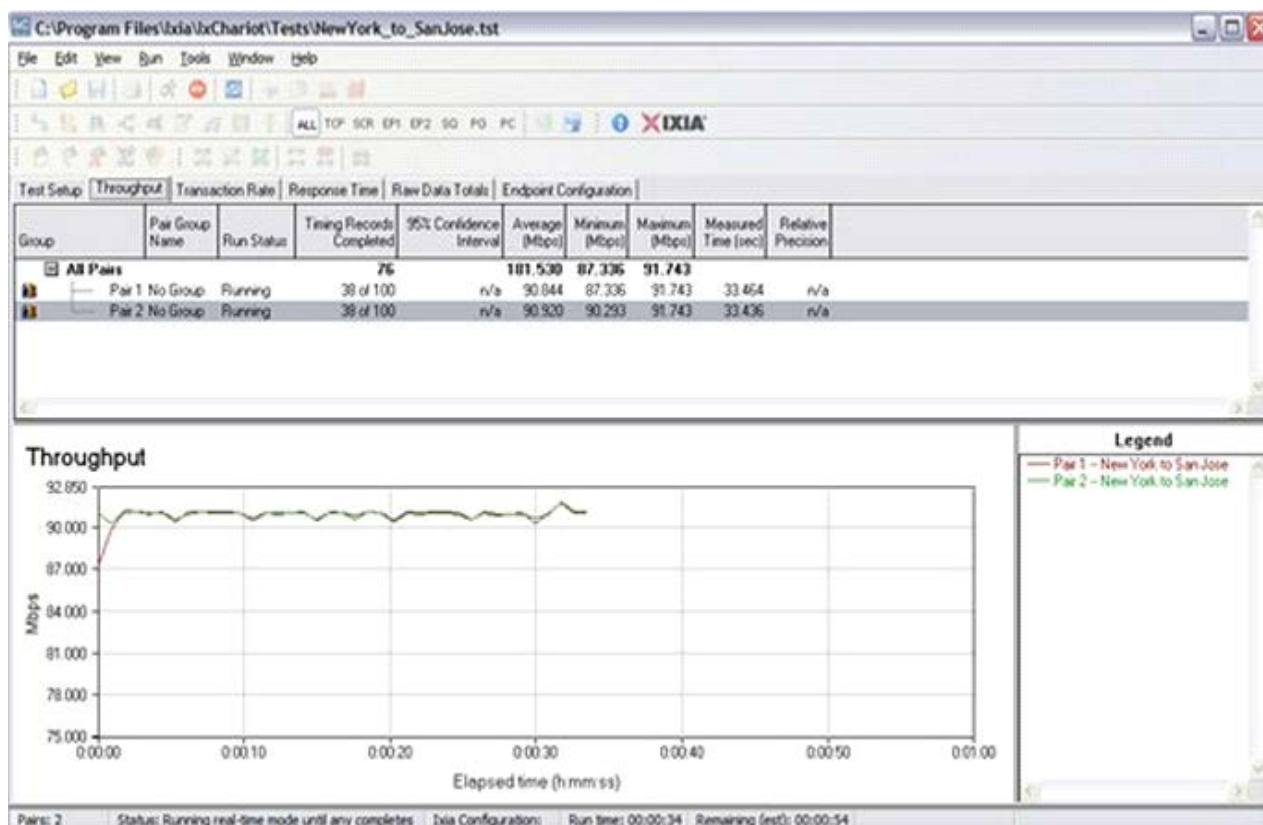


Рисунок 1.4 - Результаты эксперимента в реальном времени

1.4. Задание.

1) Оценить влияние задержки на качество передачи речи. Провести 5 экспериментов, изменяя задержки в диапазоне от 50 до 400 мс с помощью консоли NetDisturb. В результате заполнить таблицу 1.1.

Таблица № 1.1 - Влияние задержки на сетевые характеристики при передаче речи

Задержки,	G 711	G 723	G 726
-----------	-------	-------	-------

мс	Скорость потока, (Mb/s)	MOS	Скорость потока, (Mb/s)	MOS	Скорость потока, (Mb/s)	MOS
Без влияния						
50мс						
100мс						
200мс						
300мс						
400мс						

2) Оценить влияние величины потерь на качество передачи речи.

Для этого установить обратно значение поля «Delay&Jitter - Constant Delay» - 1 мс. Выбрать в поле «Loss&Duplication» значение «Percentage of Loss» и установить в указанном ниже диапазоне. Провести 5 экспериментов, изменяя потери в диапазоне от 0,5 % до 4,5 % с помощью консоли NetDisturb. В результате заполнить таблицу 1.2.

Таблица № 1.2 - Влияние потерь пакетов на сетевые характеристики при передаче речи

Потери, %	G 711		G 723		G 726	
	Скорость потока, (Mb/s)	MOS	Скорость потока, (Mb/s)	MOS	Скорость потока, (Mb/s)	MOS
Без влияния						
0,5						
1,5						
2,5						
3,5						
4,5						

В ходе изменения значений задержки и потерь, т.е. ухудшения характеристик работы сети, будут и снижаться оценки качества передачи речи. На основе разработанной E-модели есть однозначное соответствие

объективной оценки R-фактор (в основе которой лежит анализ характеристик сети и кодека) и субъективной оценки MOS (которая позволяет оценить степень удовлетворенности пользователя услугой). На рисунке 1.5 представлена оценка MOS для речевого потока.

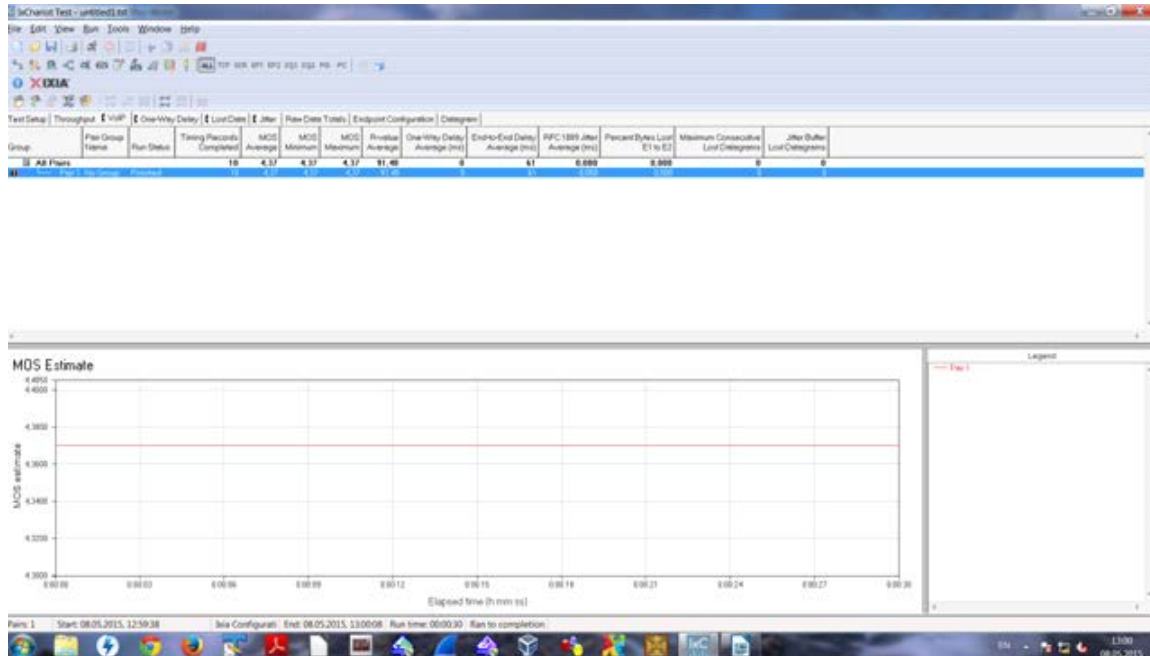


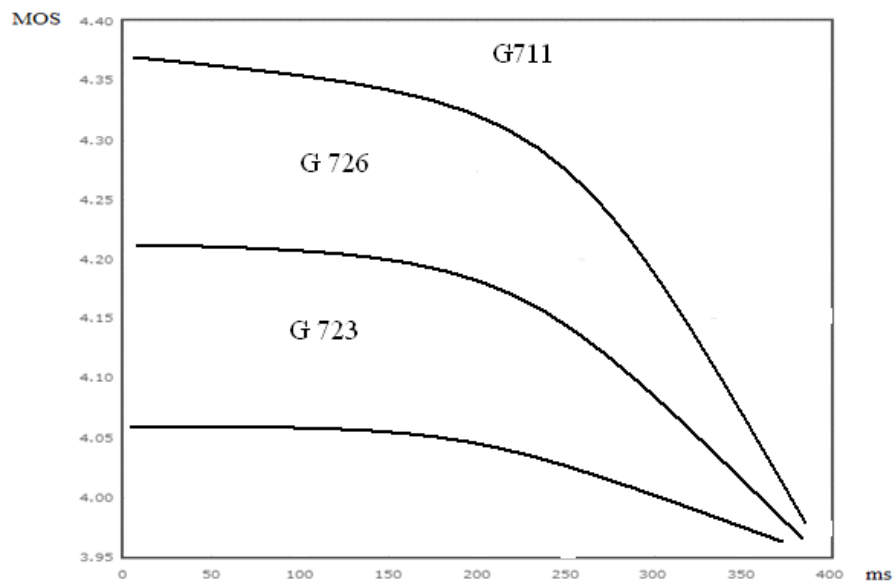
Рисунок 1.5 - Оценка MOS при анализе речевого потока

К защите:

- Знать показатели QoS, к которым чувствительна речь.
- Знать нормы на показатели QoS для передачи речи.
- Представить отчет, содержащий таблицы исследований и графики MOS от величины задержек и от величины потерь. Пример представлен на рисунке 1.6.

- Объяснить

полученные



результаты.

Рисунок 1.6 - Зависимость оценки MOS от величины задержки для разных кодеков

Лабораторная работа №2

Анализ влияния сетевых характеристик на качество передачи видео в IP-сетях с помощью программного продукта «IxChariot»

Цель работы. Исследование зависимости объективной оценки качества передачи видео в IP-сети от величины потерь и задержек для трех разных типов кодека.

Краткая теоретическая справка. В настоящее время сложно представить себе развитие бизнеса без современных телекоммуникаций. Так широкое распространение получила видеоконференцсвязь, также весьма популярны видеозвонки для общения между друзьями и родственниками и просмотр различных роликов с видеохостингов социальных сетей. Часто при просмотре пользователи сталкиваются с проблемами, например, зависание изображения, воспроизведение видео рывками, заикание звука, рассинхронизация видео и аудио. Причин может быть несколько, это могут быть аппаратные проблемы, например, нехватка оперативной памяти, перегрузка процессора и ли видеокарты. Могут быть и программные, например, при одновременном запуске большого числа приложений,

программные конфликты и т.д. В данной работе исследуется третий вид проблем – это влияние характеристик сети на качество передачи видео. Особенность данного вида трафика заключается в том, что скорость видеопотока небольшая и качество видео низкое, тем не менее из-за высокой степени сжатия видеопотока, трафик чувствителен к сетевым характеристикам.

В качестве метода объективной оценки передачи видеопотока выбран метод Media Delivery Index, MDI, описанный в IETF RFC 4445, и получивший большую популярность в последнее время. Иногда MDI называют «параметр доставки информации». Параметр MDI применяется для контроля сети, предназначенной для доставки потоковой информации, видео в формате MPEG, VoIP, и другой информации, чувствительной к задержкам и потерям пакетов. Параметр MDI определяет критический размер буфера приемника, обусловленный джиттером и потерей пакетов. Время измерений может варьироваться от достаточно большого промежутка, чтобы уловить аномальную ситуацию на сети, до бесконечно большого для постоянного контроля.

Параметр MDI состоит из двух компонент: фактора задержки (DF, Delay Factor), измеряемого в мс, и параметра потерь пакетов (MLR, Media Loss Rate), измеряемого в пакетах за секунду. Фактор задержки представляет собой максимальную разницу между реальным временем прибытия пакета и ожидаемым, наблюдаемую при приеме каждого пакета транспортного потока. Фактор задержки определяет время, на которое поток данных должен помещаться в буфер приемника для достижения постоянной скорости передачи и предотвращения потерь данных. Таким образом, он учитывает джиттер и позволяет получить значение размера буфера, что помогает избежать потерь пакетов из-за опустошения буферов, например в случае большого значения задержки и недостаточного размера буфера. Значение DF может быть в диапазоне от 0 до 50 мс (согласно ITU G.1050, в котором описана хорошо контролируемая сеть для передачи звука и видео).

Параметр потери пакетов определяет количество потерянных или неправильно принятых пакетов данных за исследуемый период времени. Очевидно, что основной задачей для MLR является достижение 0, поскольку потеря нескольких MPEG-2 TS пакетов приводит к видимому ухудшению качества изображения. Однако на практике все сети имеют некоторый уровень потерь IP пакетов, так при потере менее 0,5% пакетов считается, что сеть обеспечивает хорошее качество видео для конечного пользователя. При 5% потерь появляются видимые пользователю проблемы с видео, например, распад изображения на квадраты, смазанность и т.д. Длина каждого пакета транспортного потока MPEG-2 составляет 188 байт. Как правило, если для передачи используется технология Ethernet, для которой размер поля данных не может превышать 1500 байт, то в одном пакете IP передаются семь пакетов транспортного потока MPEG-2. Потеря одного такого кадра Ethernet означает потерю 7 пакетов данных MPEG-2.

Одним из основных достоинств параметра MDI можно назвать локализацию проблем, возникающих на сети, т.к. MDI позволяет проводить измерения в разных точках сети, что позволяет получить данные, указывающие на наличие проблемы в сети, до того как она приведет к ухудшению качества видео. Ещё одним преимуществом MDI является то, что не нужно проводить подробный разбор или декодирование транспортного потока MPEG-2, поэтому для измерения не требуется мощного процессора для обработки данных в реальном времени. Для измерения параметра MDI используется информация транспортного заголовка, при этом MDI не зависит от типа видеокodeка, что позволяет производить измерения одновременно на большом количестве каналов и для зашифрованных видеопотоков. Поскольку параметр MDI основывается на сетевых характеристиках, то он может быть использован для установки пороговых значений в сети, достижение которых сигнализирует о приближении проблемы, влияющей на качество видео. Также он может применяться для контроля сетевого оборудования, например,

маршрутизатора, на котором зачастую происходят задержки и потери пакетов.

Несмотря на ряд достоинств, параметр MDI не дает четкого понимания, что за картинку видит пользователь на экране своего телевизора. По своей сути параметр линейно отображает характеристики сети, в то время как, видео данные в зависимости от алгоритмов сжатия отличаются нелинейностью и, как результат, значения сетевых параметров, удовлетворительные в одном случае, могут оказаться критичными для качества видео в другом. Например, при потере одного I-кадра MPEG-2, происходит потеря целой группы P- и B-кадров, предсказанных на основе этого I-кадра. В то время как, при потере даже группы P- и B-кадров, они могут быть восстановлены на основе I-кадра.

Проведение эксперимента.

1.1. Произведите начальную конфигурацию в соответствии с п.1.1 и 1.2 лаб.раб. № 1.

1.2. Создайте видеопотоки с различными типами кодеков.

В *IxChariot* нажмите кнопку "*Add video pair...*" 

В окне (рис. 2.1) введите название соединения, *IP* адреса, сначала текущей, а затем другой рабочей машин, выберите протокол *UDP* и тип кодека. Нажмите кнопку "*OK*".

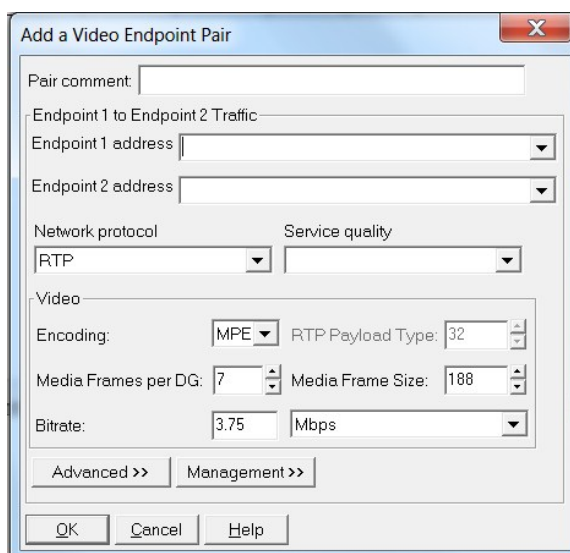


Рисунок 2.1 - Создание видеопотока

Создайте 4 видеопотока с разными кодеками: *H261CIF* , *H261QCIF*, *H263CIF*, *H263QCIF*.

Произведите конфигурацию *NetDisturb* (см. Лаб.раб. № 1) и нажмите кнопку *Run/Run All*. В поле "Delay & Jitter" выберите параметр "Constant Delay" и для него соответствующее значение.

1.3. Оценить влияние задержки на качество передачи речи. Провести 5 экспериментов с шагом 200 мс, изменяя задержки в диапазоне от **200** до **1000** мс с помощью консоли *NetDisturb*. В результате заполнить таблицу 2.1.


- В *IxChariot* нажмите кнопку *Run/Ctrl+R* .
- Произведите замер и запишите результат.
- Измените параметр в *NetDisturb*.

Таблица 2.1 - Влияние задержки на качество передачи видео

Задержки, мс	<i>H261CIF</i>		<i>H261QCIF</i>		<i>H263CIF</i>		<i>H263QCIF</i>	
	Скорость потока, (Mb/s)	Delay Factor, ms	Скорость потока, (Mb/s)	Delay Factor, ms	Скорость потока, (Mb/s)	Delay Factor, ms	Скорость потока, (Mb/s)	Delay Factor, ms
Без влияния	3.757	11	3.754	9	3.757	11	3.757	11

200мс	3.751	9	3.750	9	3.750	9	3.750	9
400мс	3.750	8	3.750	8	3.750	8	3.750	8
600мс	3.750(3.75 6)	10(108)	3.750(3.75 8)	10(108)	3.750(3.75 4)	10(108)	3.750(3.7 55)	10(108)
800мс	3.750(3.75 4)	7(12)	3.750(3.75 8)	7(14)	3.751(3.76 2)	7(14)	3.750(3.7 59)	7(13)
1000мс								

1.4. Оценить влияние величины потерь на качество передачи видео. Провести 5 экспериментов, изменяя потери в диапазоне от 0,5 % до 4,5 % с помощью консоли *NetDisturb*. В результате заполнить таблицу 2.2

Таблица 2.2. Влияние потерь пакетов на качество передачи видео

Потери, %	<i>H261CIF</i>		<i>H261QCIF</i>		<i>H263CIF</i>		<i>H263QCIF</i>	
	Скорость потока, (Mb/s)	Media Loss Rate	Скорость потока, (Mb/s)	Media Loss Rate	Скорость потока, (Mb/s)	Media Loss Rate	Скорость потока, (Mb/s)	Media Loss Rate
Без влияния								
0,5								
1,5								
2,5								
3,5								
4,5								

К защите

- Знать показатели *QoS*, к которым чувствительно видео.
- Знать нормы на показатели *QoS* для передачи видео.
- Знать принципы формирования видеопотока.
- Знать методы объективной оценки качества передачи видео.
- Представить отчет, содержащий таблицы исследований и графики зависимости качества передачи видео от величины задержек и от величины потерь.
- Объяснить полученные результаты.

Лабораторная работа № 3.

Оценка качества передачи видеопотока *IPTV*

Цель работы. Исследование зависимости объективной оценки качества передачи видеопотока в IP-сети от величины потерь и задержек для трафика *IPTV*.

Краткая теоретическая справка. Для того, чтобы оставаться конкурентно способным, операторам приходится постоянно развиваться и разрабатывать новые услуги. Одними из самых привлекательных услуг на сегодняшний день являются услуги *IPTV*, которые открывают новые возможности как для пользователя, так и для оператора. *IPTV* услуги обладают свойством интерактивности, т.е. наличием обратной связи, таким образом пользователь может информировать поставщика услуг о своих предпочтениях. Также расширяются права пользователей по управлению услугами, например, формирование пакета каналов индивидуально под каждого пользователя, создание своей программы телепередач, управление счетом, формирование видеотеки и т.д.

Оператор также может контролировать оконечное устройство пользователя, и отправлять видеопоток нужного формата, мониторить показатели сети, оценивать удовлетворенность пользователя услугами, предлагать новые сервисы и т.д.

Но все эти преимущество теряют смысл без соблюдения норм на значения показателей качества восприятия, QoE. Для того, чтобы не потерять пользователя, он должен быть доволен на всем протяжении предоставления услуги, с момента заключения договора и до момента оплаты счета за услуги. Поэтому в современном мире вопросы оценки качества восприятия выходят на первый план, без решения этой проблемы, не достичь качественных показателей обслуживания.

Проведение эксперимента:

1.1 Произведите начальную конфигурацию в соответствии с п.2.1 и 2.2 лаб.раб. № 1.

Произведите конфигурацию *NetDisturb* (см. Лаб.раб. № 1) и нажмите кнопку *Run/Run All*. В поле "*Delay & Jitter*" выберите параметр "*Constant Delay*" и для него соответствующее значение.

1.2 Создайте 3 видеопотока и 3 аудиопотока.

В *IxChariot* нажмите кнопку "*Add pair...*" или во вкладке «*Edit*» выберите "*Add pair...*".

В окне (рис. 3.1) введите название соединения, *IP*-адреса, сначала текущей, а затем другой рабочей машин, выберите протокол *UDP*. Откройте меню «*Select Script*» и выберите скрипт *IPTVv* для создания видеопотока и *IPTVa* для создания аудиопотока. Нажмите кнопку "*OK*".

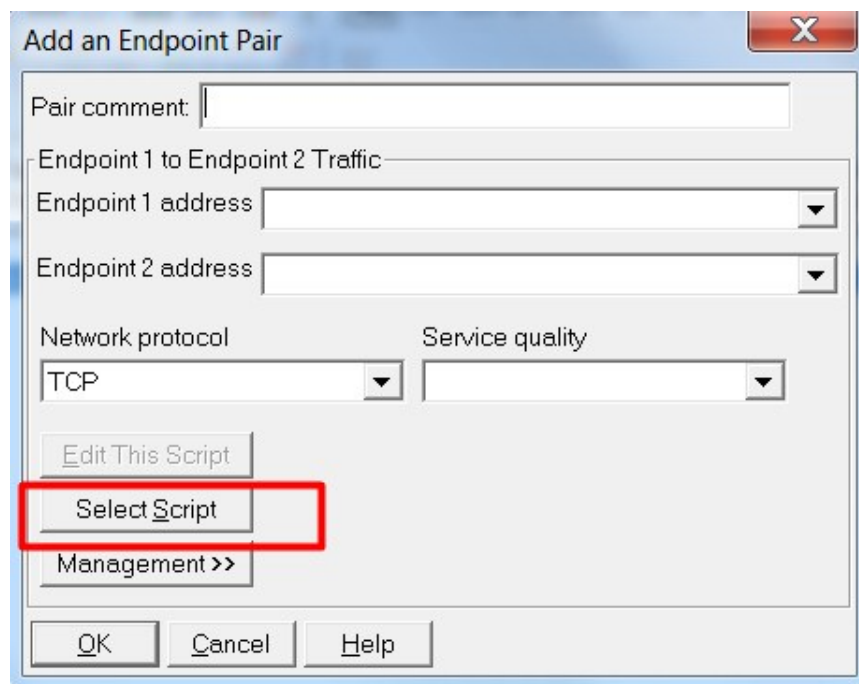


Рисунок 3.1 - Выбор скрипта IPTV

Выделите созданные потоки и выберите во вкладке «*Edit*» пункт «*Replicate*», введите 2 и создайте ещё 2 видео и аудиопотока.

1.3. Оценить влияние величины потерь на общее число принятых пакетов. Провести 5 экспериментов, изменяя потери в диапазоне от 0,5 % до 4,5 % с помощью консоли *NetDisturb*. В результате заполнить таблицу 3.1.

Таблица 3.1. Влияние потерь пакетов на число принятых пакетов

Потери, %	Поток1		Поток2		Поток3	
	<i>IPTVv1</i>	<i>IPTVa1</i>	<i>IPTVv2</i>	<i>IPTVa2</i>	<i>IPTVv3</i>	<i>IPTVa3</i>
Без влияния						
0,5						
1,5	543120	505160	531440	30672	11502	5112
2,5						
3,5						
4,5						

1.4. Оценить влияние процента дублированных пакетов на общее число принятых пакетов. В поле «*Loss&Duplication*» выбрать «*Percentage of Duplication*». Провести исследования в диапазоне от 5 % до 4,5 % с помощью консоли *NetDisturb*. В результате заполнить таблицу 3.2.

Таблица 3.2 - Зависимость потока IPTV от числа дублированных пакетов

Процент дублированных пакетов, %	Поток1		Поток2		Поток3	
	<i>IPTVv1</i>	<i>IPTVa1</i>	<i>IPTVv2</i>	<i>IPTVa2</i>	<i>IPTVv3</i>	<i>IPTVa3</i>
Число отправленных пакетов (Sent)						
Число полученных пакетов (Received)						
Без влияния						
5						
10						
15						
20						
25						

К защите

- Знать показатели качества восприятия, QoE.
- Знать методы субъективной оценки качества передачи видео. Их достоинства и недостатки.
- Знать принципы формирования видеопотока.
- Знать принципы функционирования комплекса IPTV.
- Представить отчет, содержащий таблицы исследований и графики зависимости *качества передачи видео* от величины потерь и от величины дублированных пакетов.
- Объяснить полученные результаты.

Лабораторная работа № 4.

Исследование работы алгоритма RED в гетерогенных сетях

Цель работы. Исследование влияния размера на пропускную способность пакета при внесении ухудшающего воздействия на сеть.

Краткая теоретическая справка. В настоящее время можно говорить о гетерогенной природе сетей связи. Это подразумевает использование различных протоколов и технологий при передаче пользовательского трафика, а также принципов и архитектур для построения сетей связи и, соответственно, передача разнотипного трафика по сетям. Очевидно, что, если в сеть может поступать большое количество различного трафика от множества источников в сети образуются заторы. На канальном и сетевом уровне работает ряд механизмов, которые позволяют бороться с перегрузкой, но существенный вклад в решение данной проблемы при передаче пользовательского трафика данных, заключающийся в снижении скорости передачи данных, осуществляется протоколом TCP.

Один из механизмов, позволяющих снизить интенсивность поступающего трафика на узел сети, является алгоритм RED (Random Early Detection), предложенный IETF (Internet Engineering Task Force).

Механизм RED использует превентивный подход к предотвращению перегрузки сети: вместо ожидания фактического переполнения очереди, RED начинает отбрасывать пакеты с ненулевой вероятностью, когда средний размер очереди превысит определенное минимальное пороговое значение. Вероятностный подход к отбрасыванию пакетов позволяет быть уверенными в том, что механизм RED отбросит пакеты всего лишь нескольких произвольно выбранных потоков, помогая избежать эффекта глобальной синхронизации. Отбрасывание пакета представляет собой сигнал источнику о необходимости уменьшить интенсивность передаваемого трафика для соответствующего потока, что достигается за счет перезапуска алгоритма медленного старта.

Если, несмотря на отбрасывание произвольных пакетов, средний размер очереди будет продолжать увеличиваться, это приведет к линейному росту вероятности отбрасывания. В соответствии с механизмом RED вероятность отбрасывания пакетов растет прямо пропорционально увеличению среднего размера очереди от минимального до максимального пороговых значений. Средний размер очереди строго ограничен максимальным пороговым значением, поскольку в этом случае вероятность отбрасывания пакетов достигает своего наибольшего значения (100 %). Т. е. главная цель механизма RED заключается в минимизации среднего размера очереди, а значит, и общей задержки трафика.

Если же средний размер очереди весьма невелик и находится ниже минимального порогового значения, механизм RED не вносит каких-либо изменений в процесс обслуживания очереди. С другой стороны, при затяжном периоде перегрузки сети поведение механизма RED, несмотря на длинную очередь и высокое максимальное пороговое значение, аналогично поведению классического механизма «отбрасывания хвоста». Таким образом, основное предназначение механизма RED заключается в сглаживании временных всплесков трафика.

Алгоритм вычисления среднего размера очереди. При определении вероятности отбрасывания пакетов механизм RED вычисляет не текущий, а экспоненциально взвешенный средний размер очереди. Текущий средний размер очереди определяется на основании предыдущего среднего и текущего действительного размера. Использование механизмом RED среднего размера очереди обусловлено стремлением реагировать только на продолжительную перегрузку сети и не замечать моментальных всплесков трафика.

Средний размер очереди вычисляется по формуле:

$$M_{cp} = M_{cp(t-1)} \cdot (1 - 0,5^n) + M_t \cdot 0,5^n,$$

где $M_{cp(t-1)}$ – предыдущий средний размер очереди, M_t – текущий размер очереди, n – экспоненциальный весовой коэффициент, определяемый пользователем.

Экспоненциальный весовой коэффициент n является ключевым параметром, который определяет относительный вклад предыдущего среднего и текущего размера очереди в новый средний размер очереди. Увеличение экспоненциального весового коэффициента приведет к доминированию предыдущего среднего размера очереди над ее текущим размером в процессе вычисления нового среднего размера очереди. Напротив, уменьшение экспоненциального весового коэффициента приведет к возрастанию значимости текущего размера очереди при вычислении ее нового среднего размера.

Большое значение коэффициента n обуславливает математическую близость нового и предыдущего среднего размера очереди, а также позволяет механизму RED более сдержанно реагировать на моментальные изменения в ее текущем размере.

Алгоритм вычисления вероятности отбрасывания пакетов. Вероятность отбрасывания пакетов представляет собой функцию, линейно

зависящую от среднего размера очереди. Помимо этого, данная функция зависит также от минимального порогового значения M_{\min} , максимального порогового значения M_{\max} и знаменателя граничной вероятности K , определяющего часть отбрасываемых пакетов при достижении средним размером очереди максимального порогового значения. Вероятность отбрасывания пакетов:

$$P = \frac{(M_{\text{cp}} - M_{\text{min}})}{(M_{\text{max}} - M_{\text{min}})} \cdot \frac{1}{K},$$

где M_{cp} – средний размер очереди, M_{\min} , M_{\max} – минимальное и максимальное пороговые значения среднего размера очереди, K – знаменатель граничной вероятности.

Когда средний размер очереди превышает минимальное пороговое значение, механизм RED начинает отбрасывать пакеты. Интенсивность отбрасывания пакетов возрастает прямо пропорционально возрастанию среднего размера очереди до тех пор, пока он не достигнет максимального порогового значения.

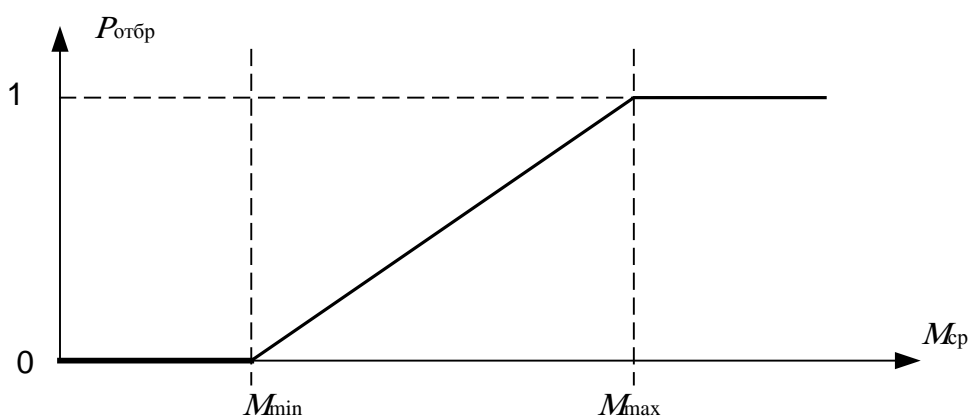


Рис.4.1 Зависимость вероятности отбрасывания пакетов от размера очереди

Когда средний размер очереди превышает максимальное пороговое значение, механизм RED отбрасывает все пакеты, предназначенные для постановки в очередь (механизм «отбрасывание хвоста»). График вероятности отбрасывания пакетов схематически представлен на рис. 4.1.

Проведение эксперимента:

1.1 Произведите начальную конфигурацию в соответствии с п.2.1 и 2.2 лаб.раб. № 1.

Произведите конфигурацию *NetDisturb* (см. Лаб.раб. № 1) и нажмите кнопку *Run/Run All*. В поле "*Delay & Jitter*" выберите параметр "*Constant Delay*" и для него соответствующее значение.

1.2 Создайте 5 потоков трафика *HTTPtext* с разным размером пакета.

В *IxChariot* нажмите кнопку "*Add pair...*" или во вкладке «*Edit*» выберите "*Add pair...*".

В окне (рис. 4.2) введите название соединения, *IP*-адреса, сначала текущей, а затем другой рабочей машин, выберите протокол *TCP*. Откройте меню «*Select Script*» и выберите в папке «*Internet*» скрипт *HTTPtext* для создания потока передачи данных.

Далее зайдите в меню «*Edit Script*» и установите размер пакета в значение 53 байта (строка «*record*»).

Нажмите кнопку "*OK*".

Аналогичным образом создайте ещё 4 потока с размером пакета 64, 512, 1500 и 4000 байт.

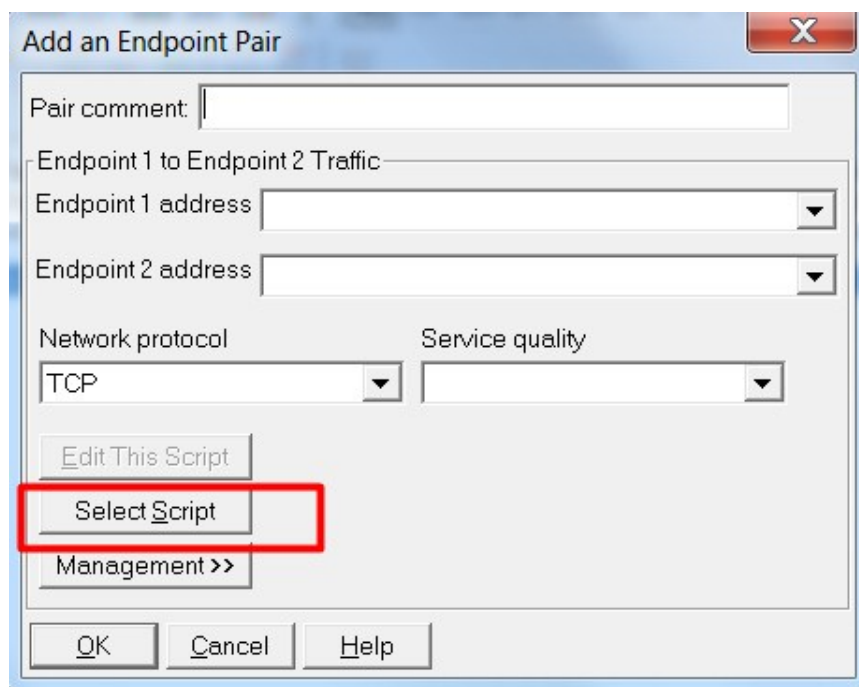


Рисунок 4.2 - Выбор скрипта

1.3. Изучить реакцию механизма профилирования RED при задержке 100, 500, 1000 мс и оценить пропускную способность для каждого потока трафика. В результате заполнить таблицу 4.1 и сделать *PrintScreen* полученных результатов для вкладки «*Throughput*».

Таблица 4.1 - Влияние задержки на пропускную способность для потоков с разным размером пакета

Задержка, мс	Поток 1, кбит/с	Поток 2, кбит/с	Поток 3, кбит/с	Поток 4, кбит/с	Поток 5, кбит/с
100					
500					
1000					

1.4. Изучить реакцию механизма профилирования RED при внесении ухудшающего воздействия на сеть и оценить пропускную способность для каждого потока трафика. В программе «*NetDisturb*» для потерь выбрать закон «*Percentage of Loss*» для задержек «*Exponential Jitter*», значения оставить по умолчанию. В результате заполнить таблицу 4.2. и сделать *PrintScreen* полученных результатов для вкладки «*Throughput*».

Таблица 4.2 - Влияние ухудшающего воздействия на пропускную способность для потоков с разным размером пакета

Percentage of Loss / Exponential jitter	Поток 1	Поток 2	Поток 3	Поток 4	Поток 5
Число отправленных пакетов (Sent)					
Число полученных пакетов (Received)					
Пропускная способность, кбит/с					

К защите

- Знать механизмы профилирования трафика в IP-сетях.
- Знать особенности работы алгоритма RED, цели и области его применения.
- Уметь объяснить причины возникновения перегрузок в IP-сетях, а также причины возникновения и последствия явления глобальной синхронизации.
- Иметь представление о механизме медленного старта и работе протокола TCP.

Лабораторная работа № 5.

Исследование протоколов передачи данных в IP-сетях

Цель работы. Исследование влияния законов возникновения задержек на различные протоколы передачи данных в пакетных сетях.

Проведение эксперимента:

1.1 Произведите начальную конфигурацию в соответствии с п.2.1 и 2.2 лаб.раб. № 1.

Произведите конфигурацию *NetDisturb* (см. Лаб.раб. № 1) и нажмите кнопку *Run/Run All*.

1.2 Создайте 6 потоков трафика передачи данных с разными протоколами: *HTTPtext*, *SMTP*, *POP3*, *DNS*, *FTPget*, *FTPput*.

В *IxChariot* нажмите кнопку "Add pair..." или во вкладке «Edit» выберите "Add pair...".

В окне (рис. 5.1) введите название соединения, *IP*-адреса, сначала текущей, а затем другой рабочей машин, выберите протокол *TCP*. Откройте меню «Select Script» и выберите в папке «Internet» соответствующий скрипт для создания потока передачи данных.

Нажмите кнопку "OK".

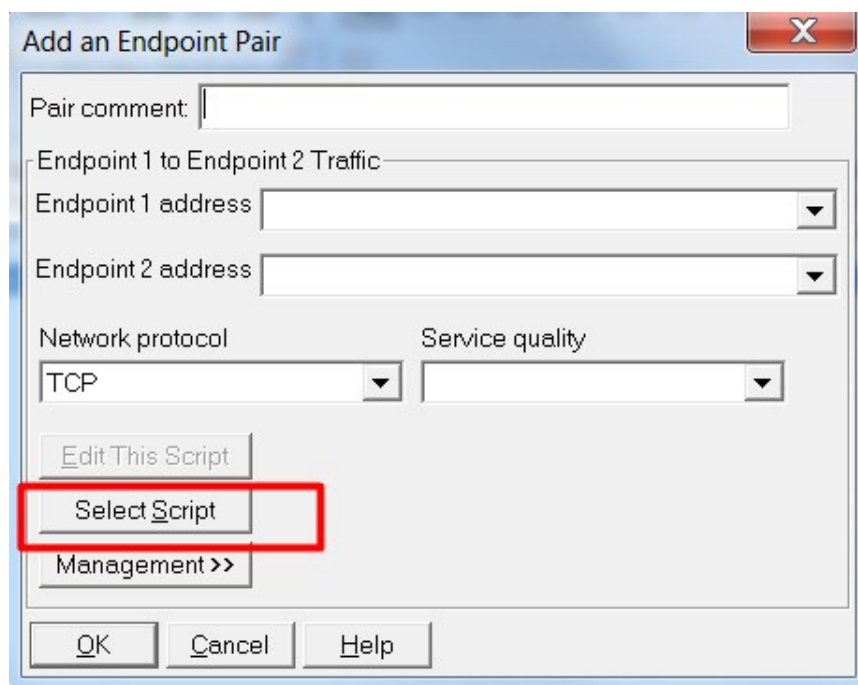
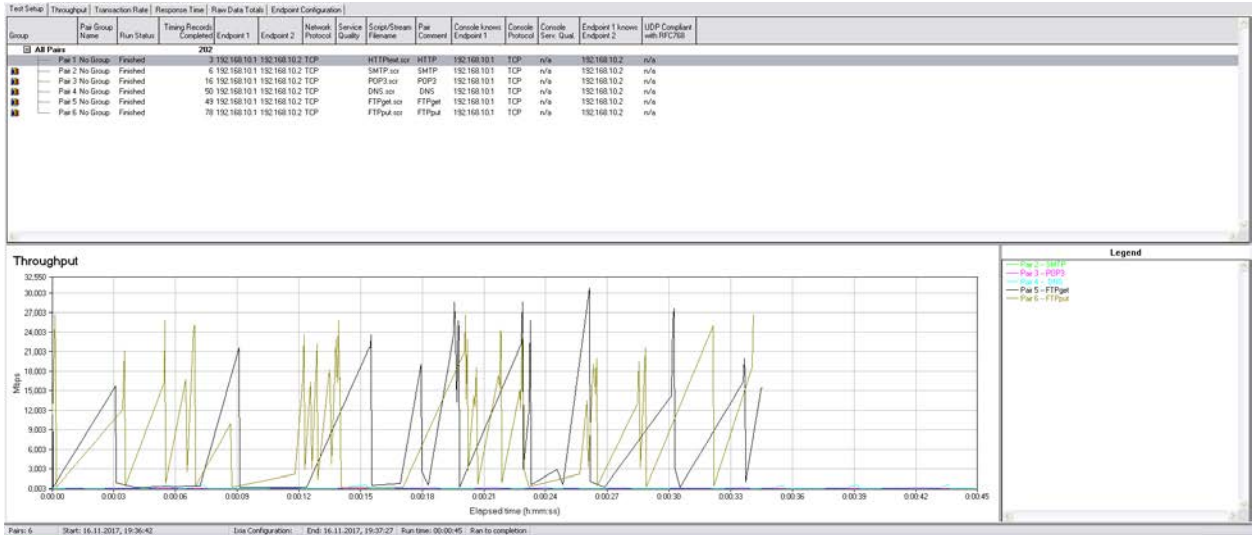


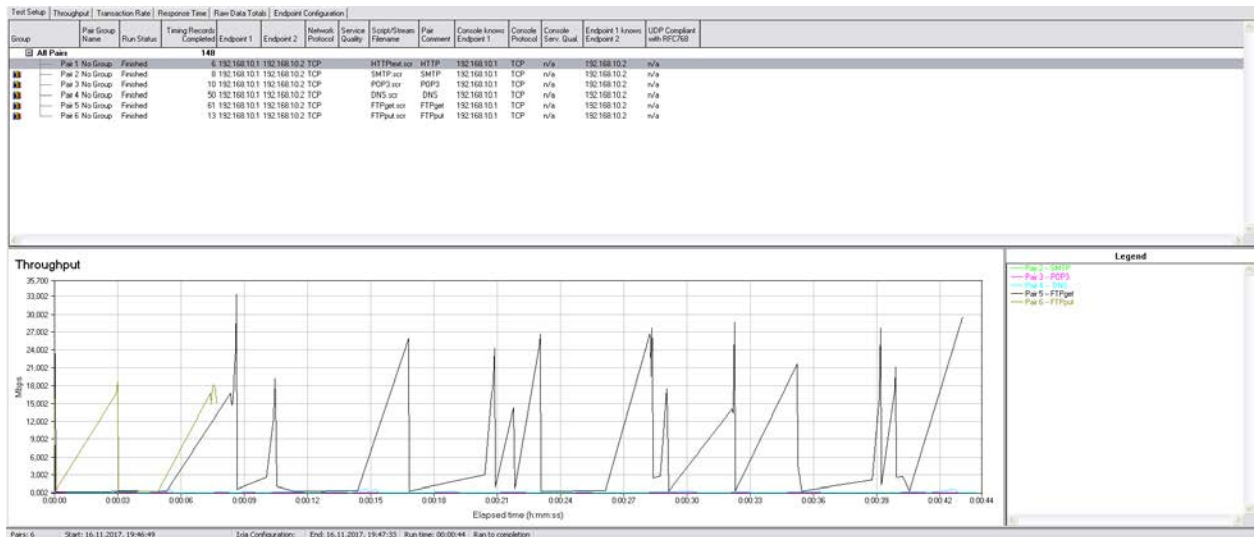
Рисунок 5.1 - Выбор скрипта

1.3. В поле "Delay & Jitter" выберите значение «Constant Delay» и установите значение задержки 100, 500 и 1000 мс. Проведите три моделирования и сделайте *PrintScreen* полученных результатов для вкладки «Throughput».

Далее выберите значение «Exponential jitter», «Uniform jitter», «Constant delay&File», «Jitter&Duration», «Throughput, Jitter, Time» и установите соответствующие значения.

При 100 мс





при 1000 мс

1.4. Изучить влияние различных законов возникновения задержек на передачу данных протоколами Интернет.

К защите

- Знать назначение и особенности протоколов *HTTP*, *SMTP*, *POP3*, *DNS*, *FTP*.
- Знать принципы формирования задержек в IP-сетях и нормы значений задержек для различных классов трафика.
- Уметь объяснить полученные результаты.

