

**Тестирование технологий и протоколов L2-L3.
Тестирование решений пакетных транспортных
сетей (ядро, CG-NAT, BRAS, агрегация).
Нагрузочное тестирование (приложения для
тестирования IXIA и Spirent)**



И.А. Бухарев
ФГУП ЦНИИС

Введение

- Тестирование технологий и протоколов L2-L3
- Тестирование решений пакетных транспортных сетей
- Нагрузочное тестирование сетевой инфраструктуры IP/Ethernet
- Эмуляция работы определенных узлов сети в лабораторных условиях

Всё это важные задачи, стоящие при разработке и внедрении новых технологий, построении сетей связи, проведении аудита существующих сетей связи и научных исследований.

Основные потребители

- Операторы связи
- Системные интеграторы
- Разработчики оборудования
- Аутсорсинговые организации для аудита технических решений
- Силовые структуры
- Сертификаторы и регуляторы
- Профильные факультеты высших учебных заведений

Решения для проведения тестирования

1) Аппаратно-программная платформа Spirent



Система для выполнения нагрузочного тестирования телекоммуникационных систем и устройств с акцентом на анализ на уровнях L2-L7 модели OSI,

а также для стрессового тестирования систем с высоким уровнем нагрузки на производительность и качество услуг (QoS), а также для оценки восприятия пользователями качества этих услуг (QoE).

Решения для проведения тестирования

2) Аппаратно-программная платформа IXIA



Платформа, для которой доступен широкий спектр различных модулей, обеспечивающая использование различных сетевых интерфейсов, позволяющих анализировать сетевой трафик.

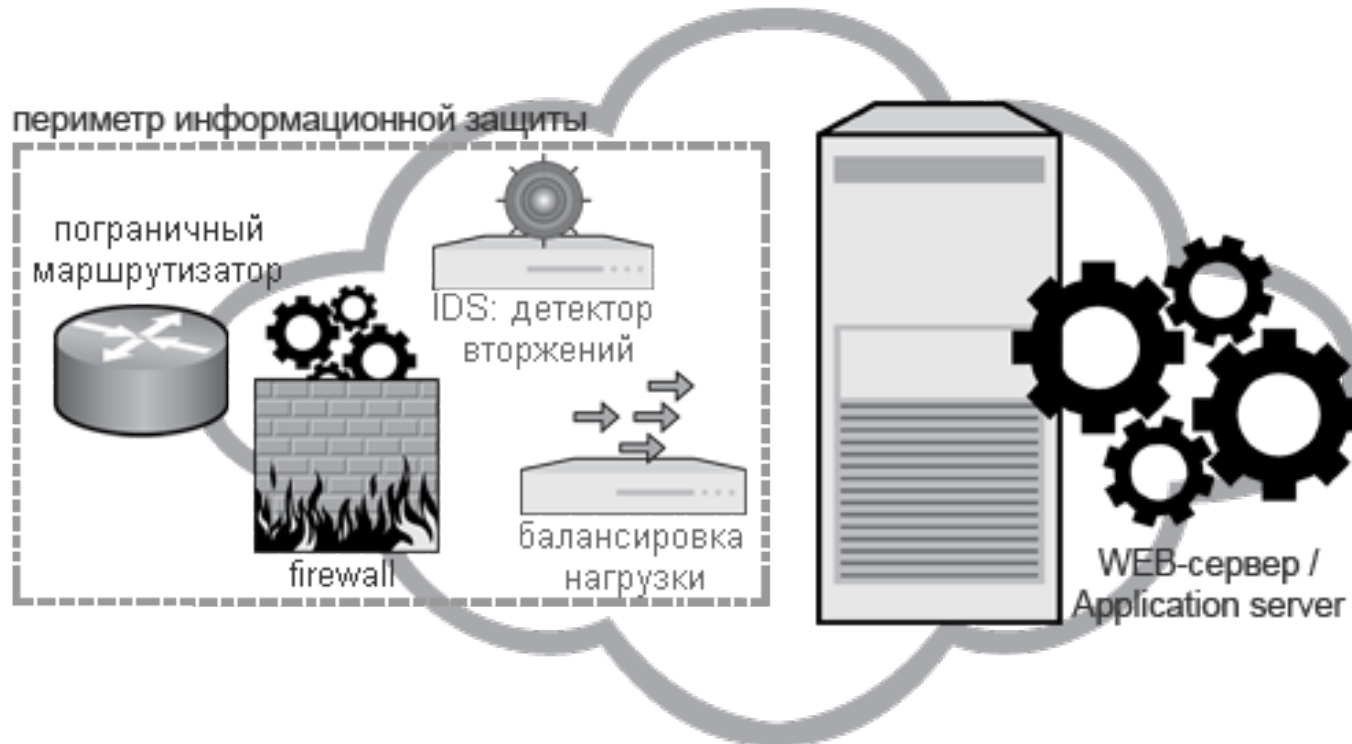
Система обеспечивает всестороннее функциональное и нагрузочное тестирование устройств и сетей Ethernet/IP на уровнях L2–L7.

Опции тестирования

- 1/10 Gigabit Ethernet
- IPv6 и IPv4
- тестирование с применением сотен протоколов прикладного уровня, включая нестандартные и пользовательские протоколы
- создание смешанных профилей трафика
- пакетная телефония
- протоколы маршрутизации и MPLS
- генерация различных типов хакерских атак и вредоносного трафика
- технологии TriplePlay
- технологии conformance-тестов для различных сетевых протоколов
- анализ QoE
- различные методологии бэнчмаркинга в соответствии с рекомендациями RFC (RFC2544 и проч.)

Принцип выполнения тестирования

Шаг 1 – берём исследуемую систему, которую хотим протестировать:

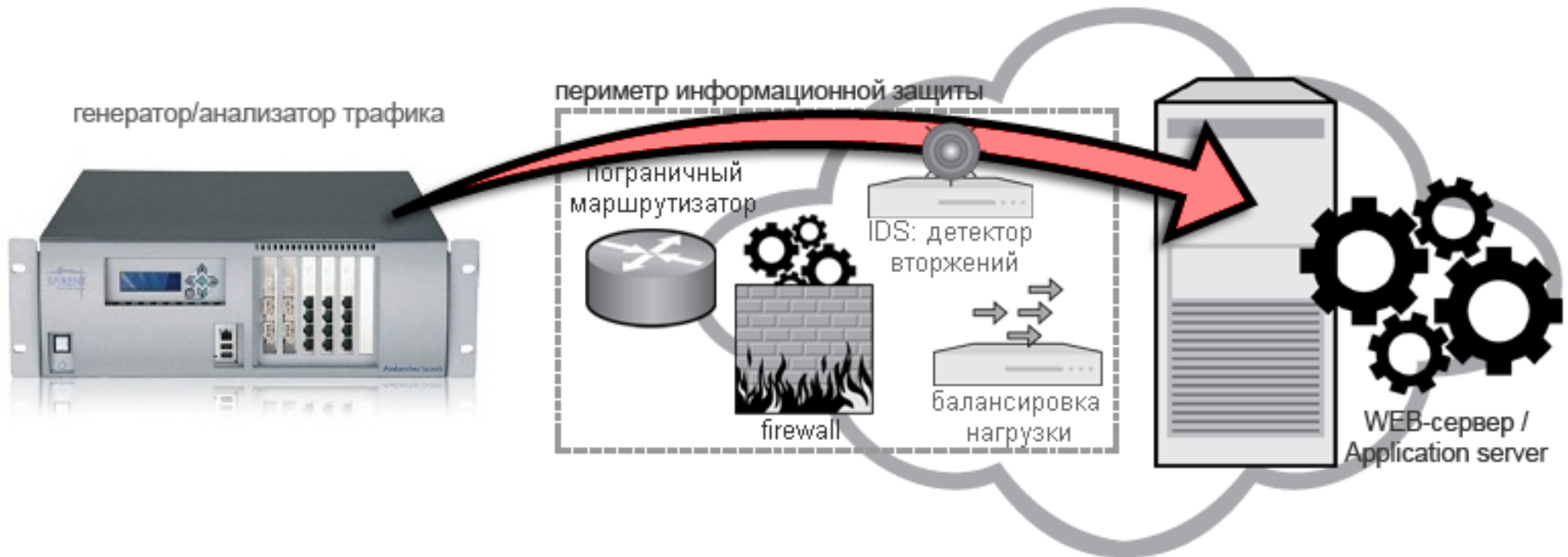


Например, Web-сервер с периметром информационной защиты.

Цель тестов: определить поведение Web-сервера и качество приложений (QoE) при большом количестве запросов пользователей и одновременном присутствии DDoS-атак.

Принцип выполнения тестирования

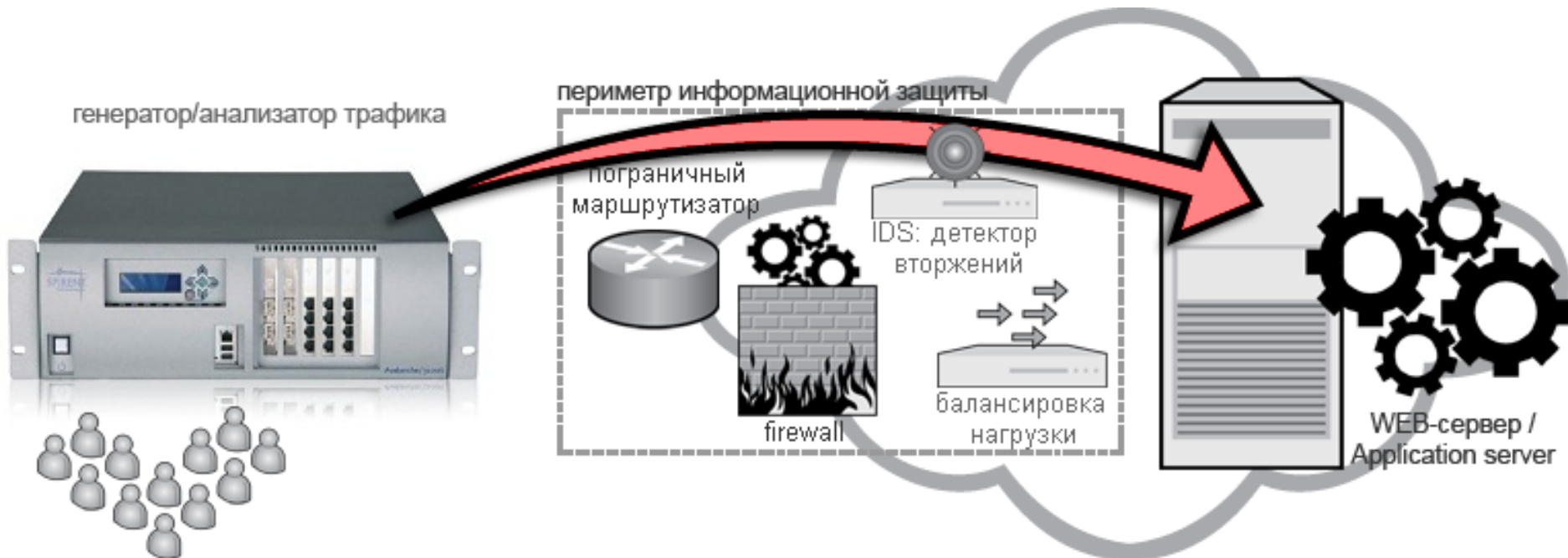
Шаг 2 – берём программно-аппаратный комплекс Spirent или IXIA:



Всё подключение выполняется локально, в рамках лаборатории.

Принцип выполнения тестирования

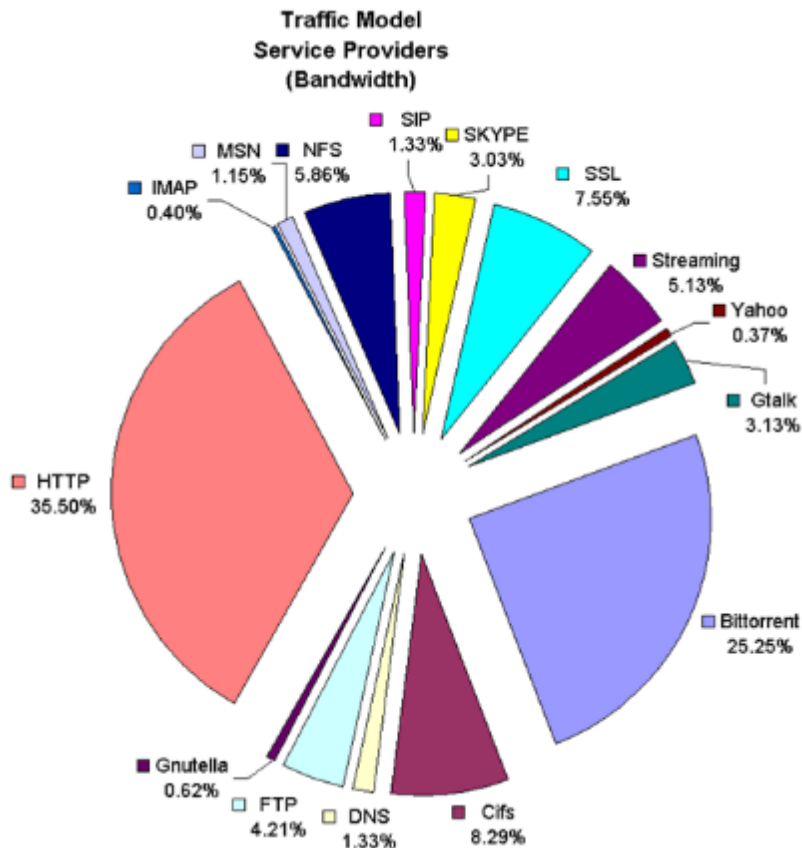
Шаг 3 – создаём 50.000 виртуальных пользователей, которые будут генерировать полезную нагрузку:



Количество задаваемых пользователей может быть различным: как меньшим, так и существенно большим указанной величины. Естественно, что каждый эмулируемый пользователь обладает уникальными атрибутами, включая уникальный IP.

Принцип выполнения тестирования

Шаг 4 – создаём необходимый профиль трафика и интенсивность запросов на тестируемый сервер. Профиль генерируемого stateful-трафика в «трубе» может быть выбран из предустановленных образцов, либо задаваться вручную:

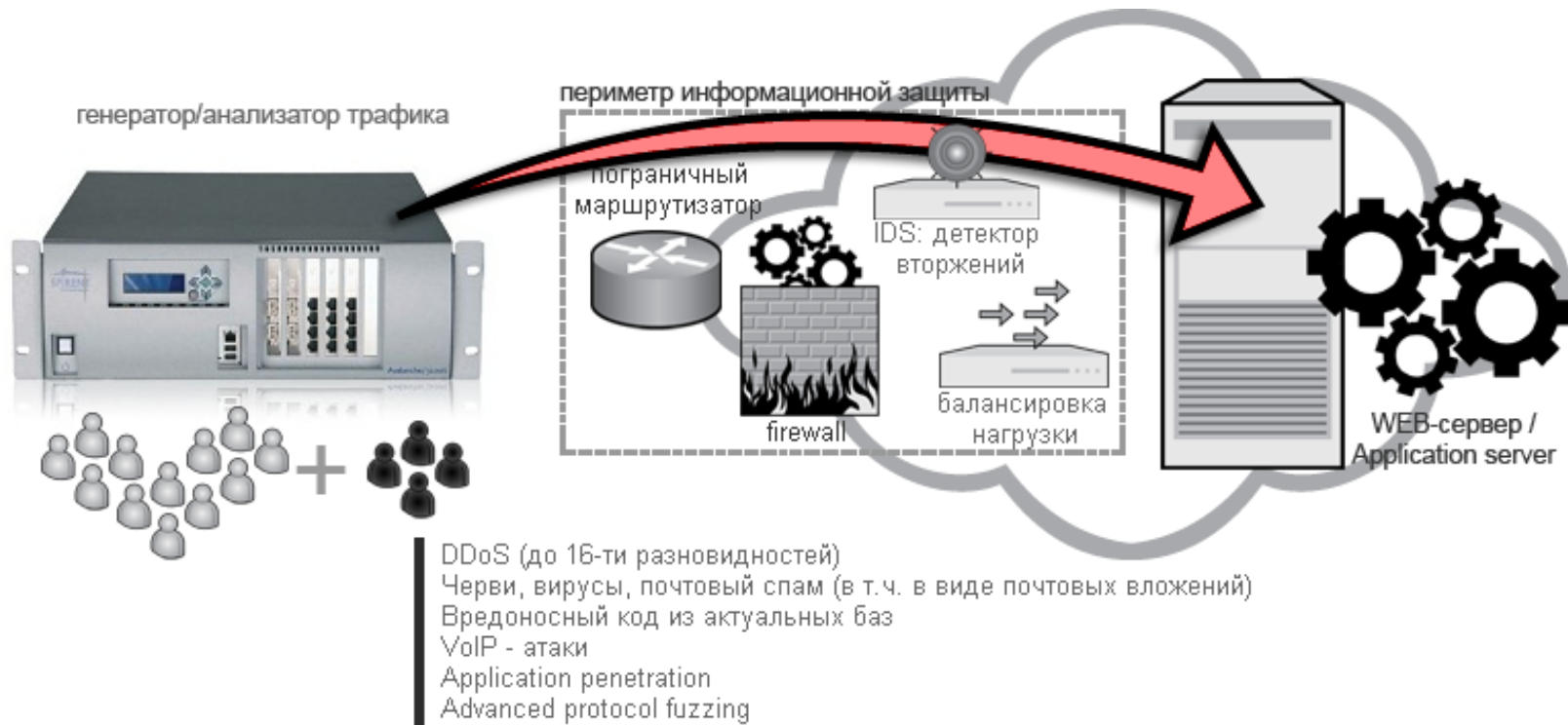


Можно задать следующие условия для теста:

- Скорость создания новых HTTPS-сессий в секунду: 800.000
- Скорость создания новых POP3-сессий в секунду: 200.000
- Скорость создания новых FTP-сессий в секунду: 150.000
- Количество конкурентных HTTP-сессий: 30.000.000
- Количество конкурентных туннелей IPSec: 200.000

Принцип выполнения тестирования

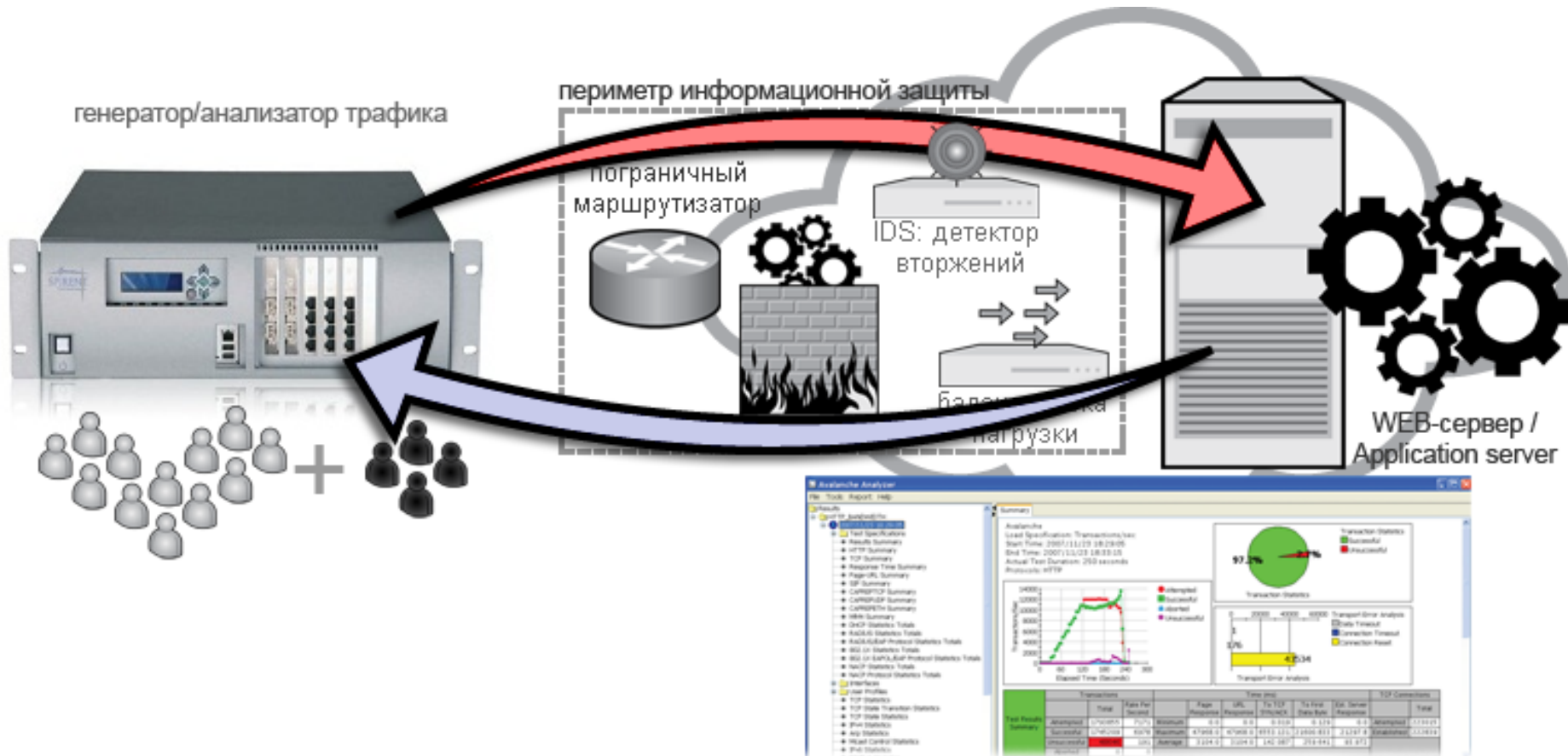
Шаг 5 – добавляем к полезной пользовательской нагрузке вредоносный трафик:



Количество генерируемых приборами типов атак составляет более 7000 и поддерживается в актуальном состоянии посредством обновления базы атак и вредоносного кода.

Принцип выполнения тестирования

Шаг 6 – запускаем тесты, смотрим отклик системы и получаем исчерпывающую отчетность:



Принцип выполнения тестирования

Резюме:

Мы создаем контролируруемую модель входного тестового трафика и гибко дозируем нагрузку на исследуемый объект. Данная модель нагрузочного трафика обладает максимальным реализмом, поскольку одновременно содержит как полезную составляющую (application stateful traffic), так и различные варианты актуального вредоносного трафика. Мы можем варьировать процентное содержание того или иного типа трафика или протокола, тестируя и настраивая поведение сервера и инфраструктуры в различных условиях.

Конфигурация теста, его повторное использование или модификация занимают несколько минут и выполняются в удобной графической среде генератора, с использованием встроенных шаблонов и пошаговых экранных форм.

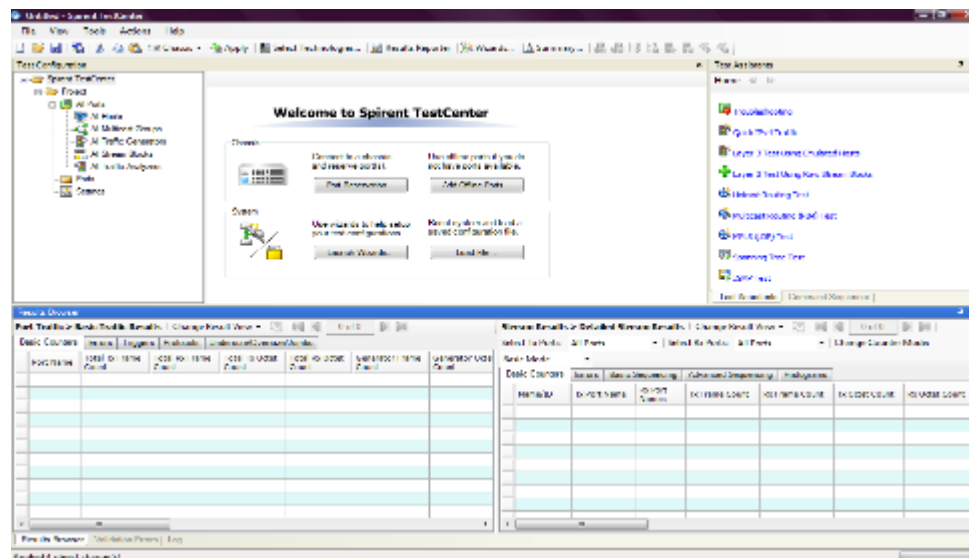
Аппаратные и программные средства генерации нагрузочного трафика

По сравнению с аппаратными средствами генерации стрессового / нагрузочного трафика, программы обладают рядом существенных недостатков:

- существенные ограничения по нагрузочным параметрам трафика;
- сложность эксперимента: создание, изменение, повторное использование;
- существенные ограничения со стороны используемых операционных систем и сетевых карт;
- ограничения по функциональности и разнообразию тестов. Как следствие – чисто «программные» тесты не могут воспроизвести картину реального сетевого трафика;
- ограничения по масштабируемости.

Процесс работы с программным обеспечением Spirent TestCenter

После старта ПО на экране монитора возникает основное окно программы, изображенное на рисунке:



Основное окно программы разбито на три части: Test Configuration, Test Assistants, Results Browser.

В центральной части основного окна программы расположено главное меню, содержащее следующие пункты: Port Reservation, Add Offline Ports, Launch Wizards, Load File.

Окно Test Configuration

Основное окно, в котором производится конфигурация требуемого испытания.

В центральной части окна программы расположено главное меню, содержащее следующие пункты:

Load File – сброс системы и загрузка конфигурации из файла;

Launch Wizards – помощник установки тестовой конфигурации;

Add Offline Ports – позволяет зарезервировать порты, которые не доступны в данный момент по какой-либо причине (выключены, заняты, и т.п);

Port Reservation – резервирование портов требуемых для испытания.

После нажатия на кнопку появляется окно резервирования портов.

Select Ports

Процесс резервирования портов состоит из следующих пунктов:

- В открывшемся окне нажать «Add Chassis...» и ввести IP-адрес TestCenter'a (например, 192.168.1.100).
- Далее «+» рядом с появившимся адресом и поставить галочки у требуемых для теста портов.
- ОК.

После резервирования выбранные порты появятся в левой части окна Test Configuration, где можно будет увидеть их статус (онлайн или офлайн состояние), статус определяется по цвету кружка напротив порта, если он зеленый – порт онлайн; если серый, то офлайн; в этом случае требуется проверить физический уровень соединения (все ли подключено) или, переключившись на окно Port физического состояния порта (нажав на порт левой клавишей мыши), выбрать требуемое соединение, например, в случае подключения оптическим кабелем изменить Copper на Fiber.

Select Ports (3)

The screenshot displays the Spirent TestCenter interface. The main window is titled "Untitled - Spirent TestCenter". The "Test Configuration" pane on the left shows a tree view with "Port //1/1" selected. The "Ethernet General" tab is active, showing settings for "Port //1/1".

Port //1/1 Configuration:

- Media Type: Copper, Fiber
- Auto Negotiate:
 - Speed: 10Mbps, 100Mbps, 1000Mbps
 - Duplex: Full Duplex, Half Duplex
- Auto Negotiate Master/Slave:
 - Mode: Master, Slave
- Auto Negotiate Status: Link Speed: 1Gbps, Duplex: Full

Buttons: "Restart Auto Negotiate", "Break Link", "Restore Link".

The "Results Browser" pane at the bottom shows "Port Traffic > Basic Traffic Results". It contains a table with the following columns:

Port Name	Total Tx Frame Count	Total Rx Frame Count	Total Tx Octet Count	Total Rx Octet Count	Generator Frame Count	Generator Octet Count

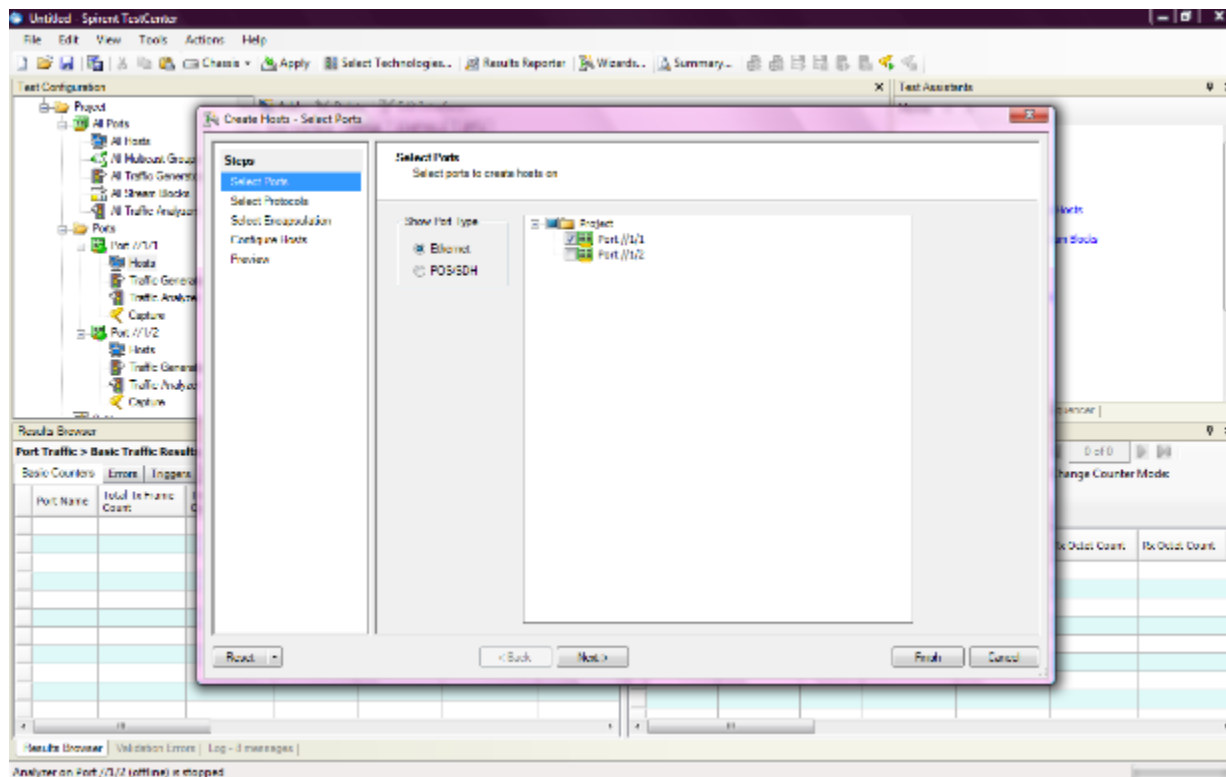
The "Stream Results > Detailed Stream Results" pane on the right shows "Basic Mode" with a table:

Name/ID	Tx Port Name	Rx Port Names	Tx Frame Count	Rx Frame Count	Tx Octet Count	Rx Octet Count

At the bottom, a status bar indicates: "Analyzer on Port //1/2 (offline) is stopped".

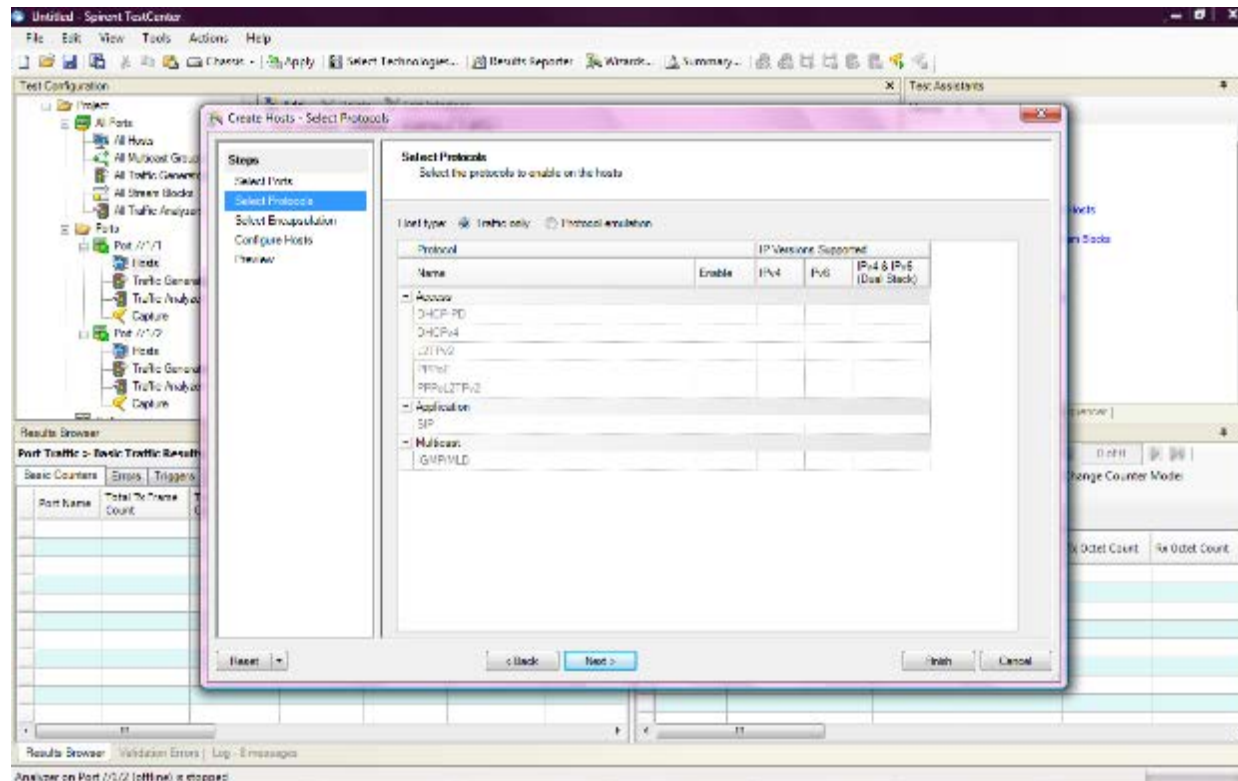
Create Hosts – Select Ports

Для создания тестовой конфигурации нам необходимо перейти на следующее окно Hosts. Затем, нажав на кнопку Add, мы попадаем в программу настройки хостов, работающую в пошаговом режиме конфигурации. Попав в меню Select port, мы выбираем порт, на котором будет создан хост. Далее Next.



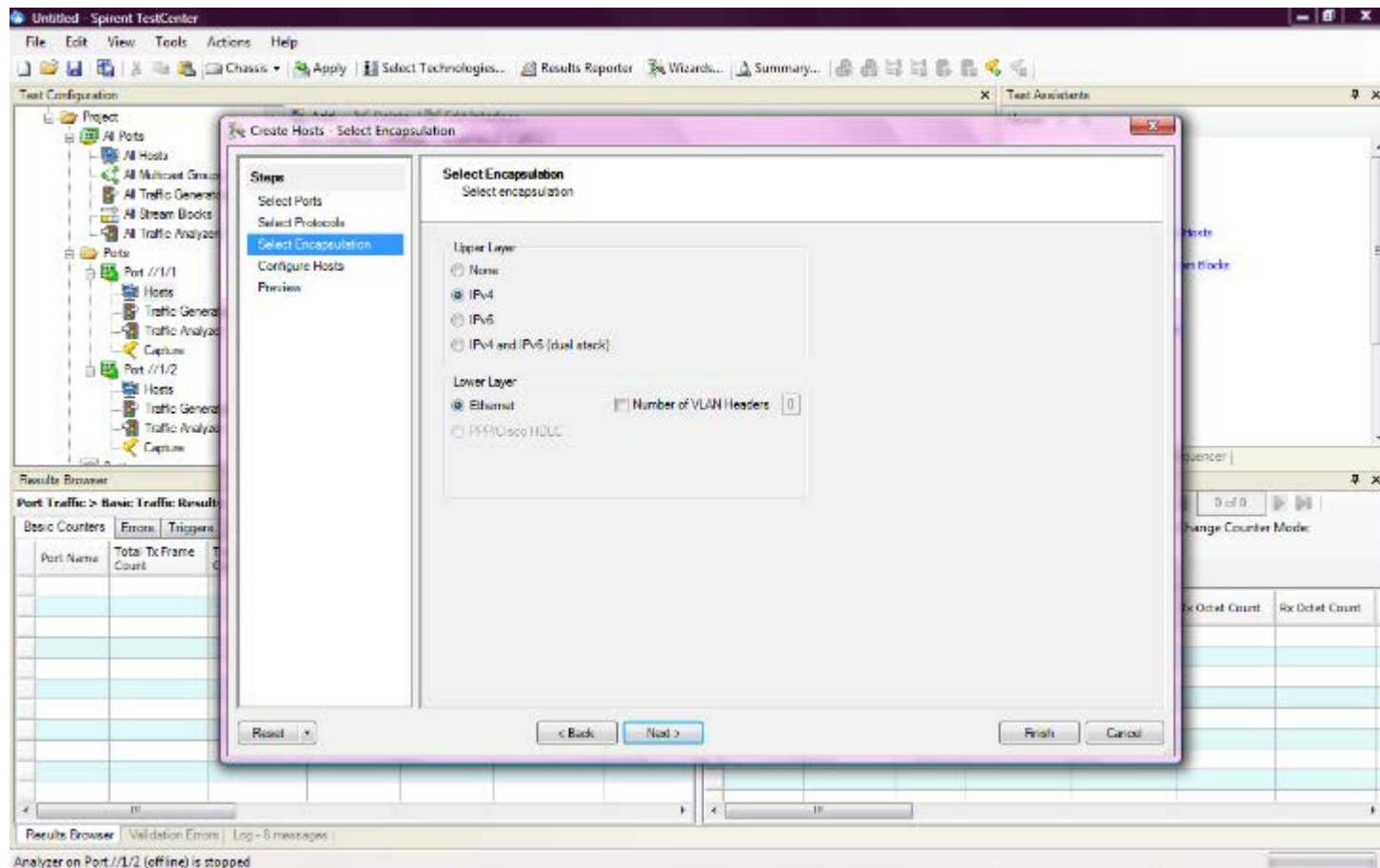
Create Hosts – Select Protocols

Переходим к следующему шагу Select Protocols – выбору протокола. Здесь мы можем выбрать два варианта: Traffic Only (только генерация трафика) или Protocol Emulation (эмуляция протоколов); как правило, для большинства тестов достаточно Traffic Only. Далее Next.



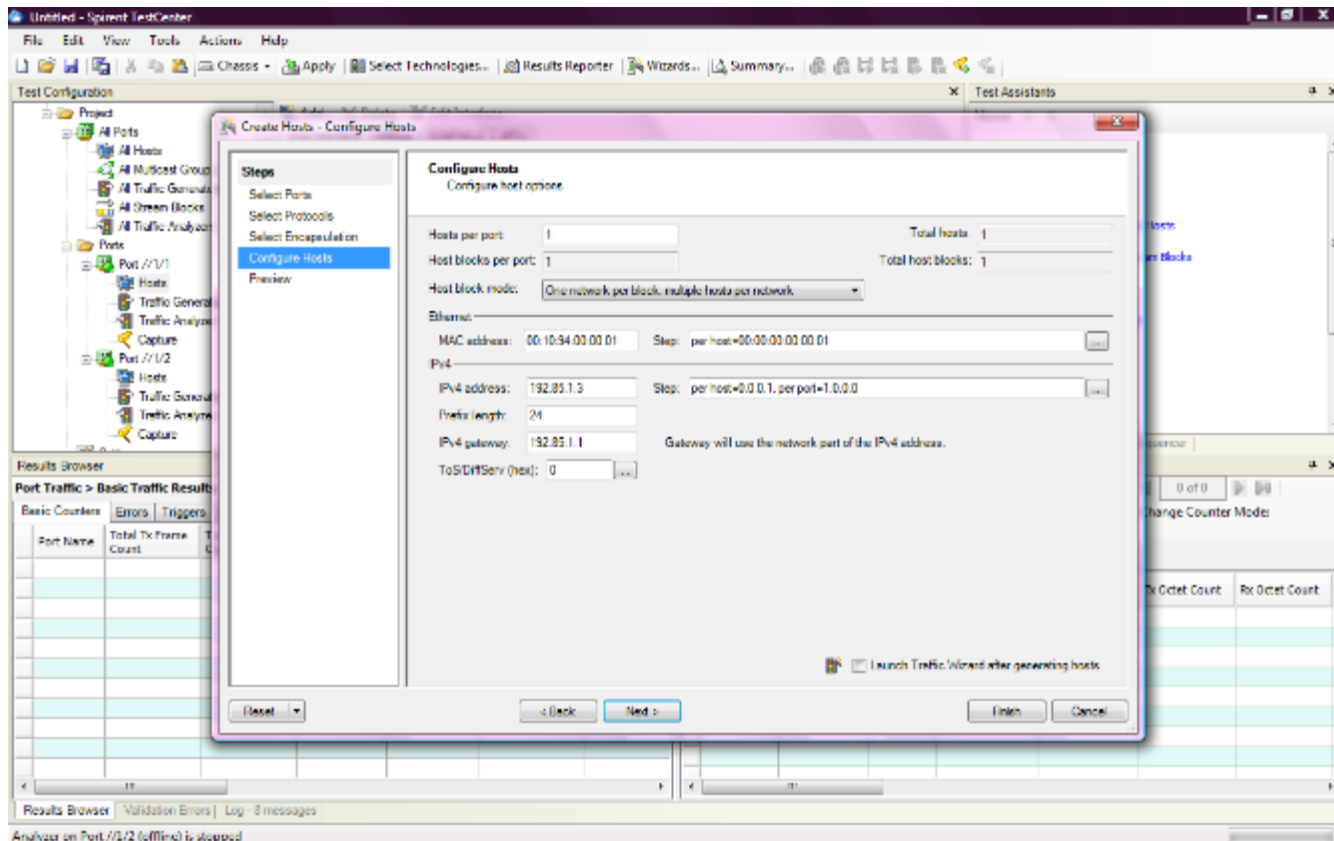
Create Hosts – Select Encapsulation

Переходим в меню Select Encapsulation. Здесь мы должны выбрать требуемый уровень – второй или третий, и выбрать требуемое количество VLAN'ов (если это необходимо). Далее Next.



Create Hosts – Configure Hosts

Переходим в меню Configure Hosts, в меню настройки параметров хостов. Здесь мы можем выбрать требуемое количество хостов на порт, режим хоста, MAC-адреса, IP-адреса хостов, IP-адрес шлюза, значения полей ToS. Далее Next.



Create Hosts – Preview

Переходим в меню Preview, меню предварительного просмотра созданного хоста.

The screenshot shows the 'Create Hosts - Preview' dialog box in the Spirent TestCenter application. The dialog is titled 'Create Hosts - Preview' and contains a 'Steps' pane on the left and a 'Preview' pane on the right. The 'Steps' pane lists: Select Ports, Select Protocols, Select Encapsulation, Configure Hosts, and Preview (which is currently selected). The 'Preview' pane shows a table of hosts to be created, with the following data:

No	Port	Eth/MT SrcMac	Ipv4IP Addr	Ipv4IP Gateway
1	Port //1/1	00:10:94:00:00:01	192.85.1.3	192.85.1.1

At the bottom of the dialog, there are buttons for 'Reset', '< Back', 'Next >', 'Finish', and 'Cancel'. The background shows the main interface of the software, including a 'Test Configuration' tree on the left and a 'Results Browser' at the bottom.

Select Ports

После чего нажимаем Finish и созданный хост появляется в списке хостов данного порта.

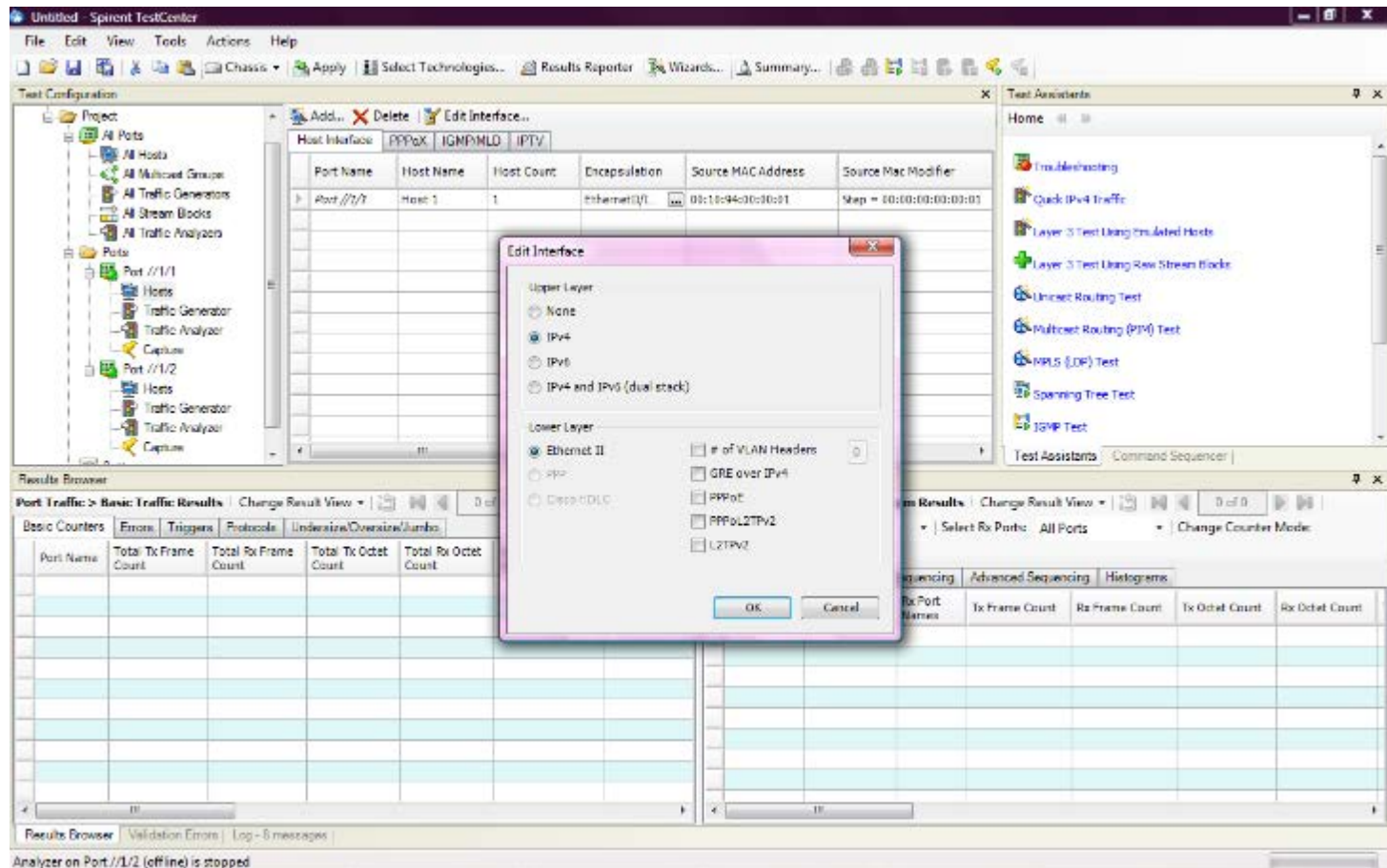
The screenshot displays the Spirent TestCenter interface. The main window is titled "Untitled - Spirent TestCenter". The "Test Configuration" pane on the left shows a tree view with "Ports" expanded to "Port //1/1", which contains a "Hosts" folder. The "Hosts" folder is selected, and the "Hosts" table in the center is populated with one entry:

Port Name	Host Name	Host Count	Encapsulation	Source MAC Address	Source Mac Modifier
Port //1/1	Host 1	1	EthernetII/IPv4	00:10:94:00:00:01	Step = 00:00:00:00:00:01

The "Results Browser" pane at the bottom shows "Port Traffic > Basic Traffic Results" and "Stream Results > Detailed Stream Results". The "Basic Traffic Results" table is empty. The "Detailed Stream Results" table is also empty. The status bar at the bottom indicates "Analyzer on Port //1/2 (offline) is stopped".

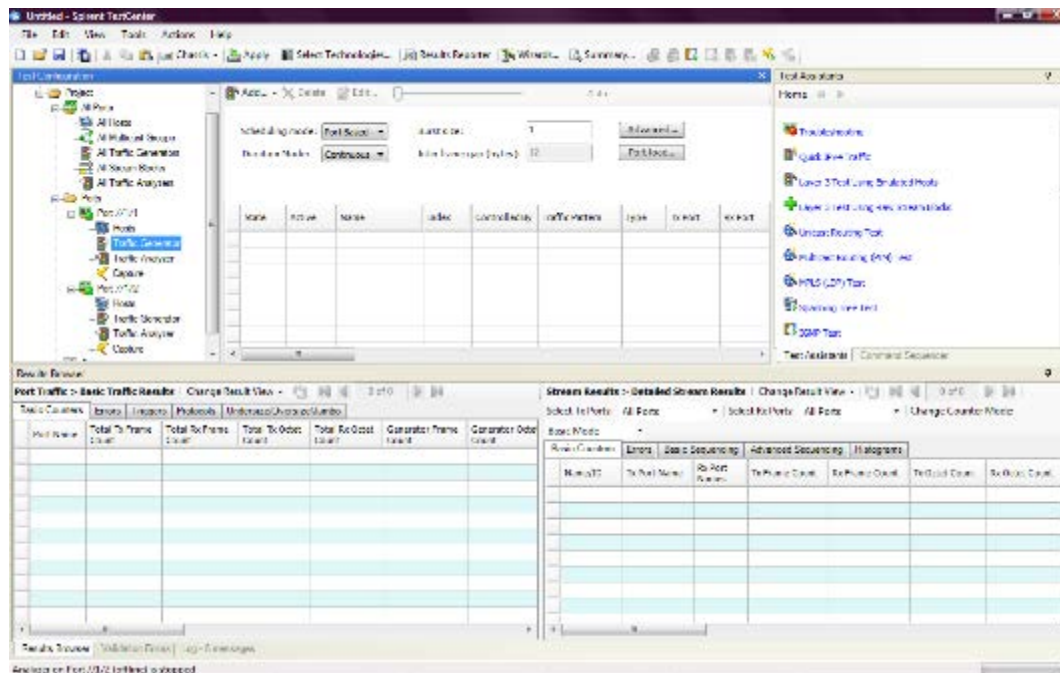
Select Ports

Программа позволяет редактировать созданный хост, для этого требуется выделить нужное поле и изменить его значение на требуемое.



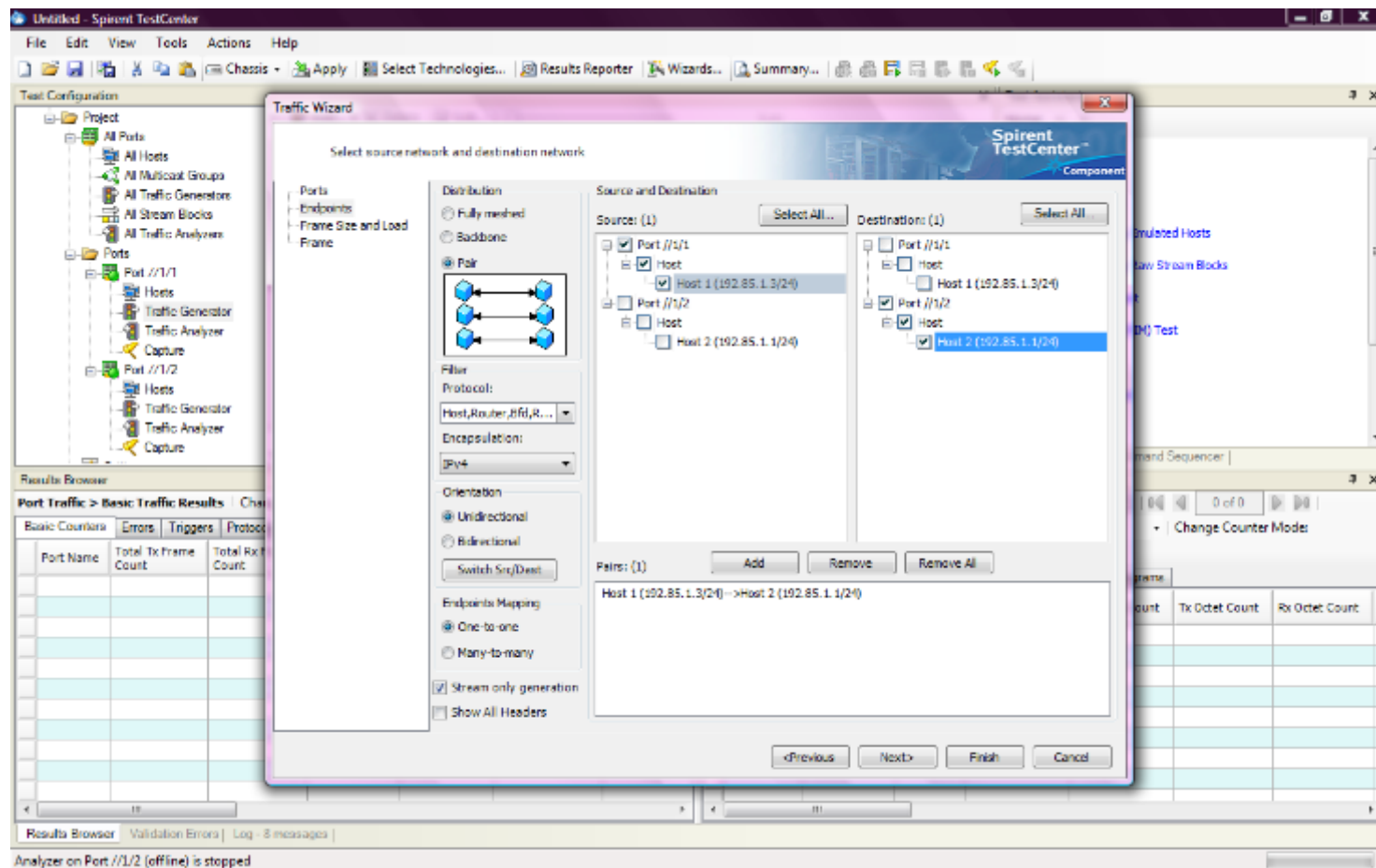
Traffic Generator

Для дальнейшего создания тестовой конфигурации переходим в следующее окно Traffic Generator. Но перед созданием трафика необходимо, чтобы были созданы все требуемые хосты между которыми и будет организован обмен трафиком. Нажимаем на кнопку Add и выбираем пошаговый режим создания трафика Add Bound Stream Block(s), попадаем в пошаговую программу создания трафика.



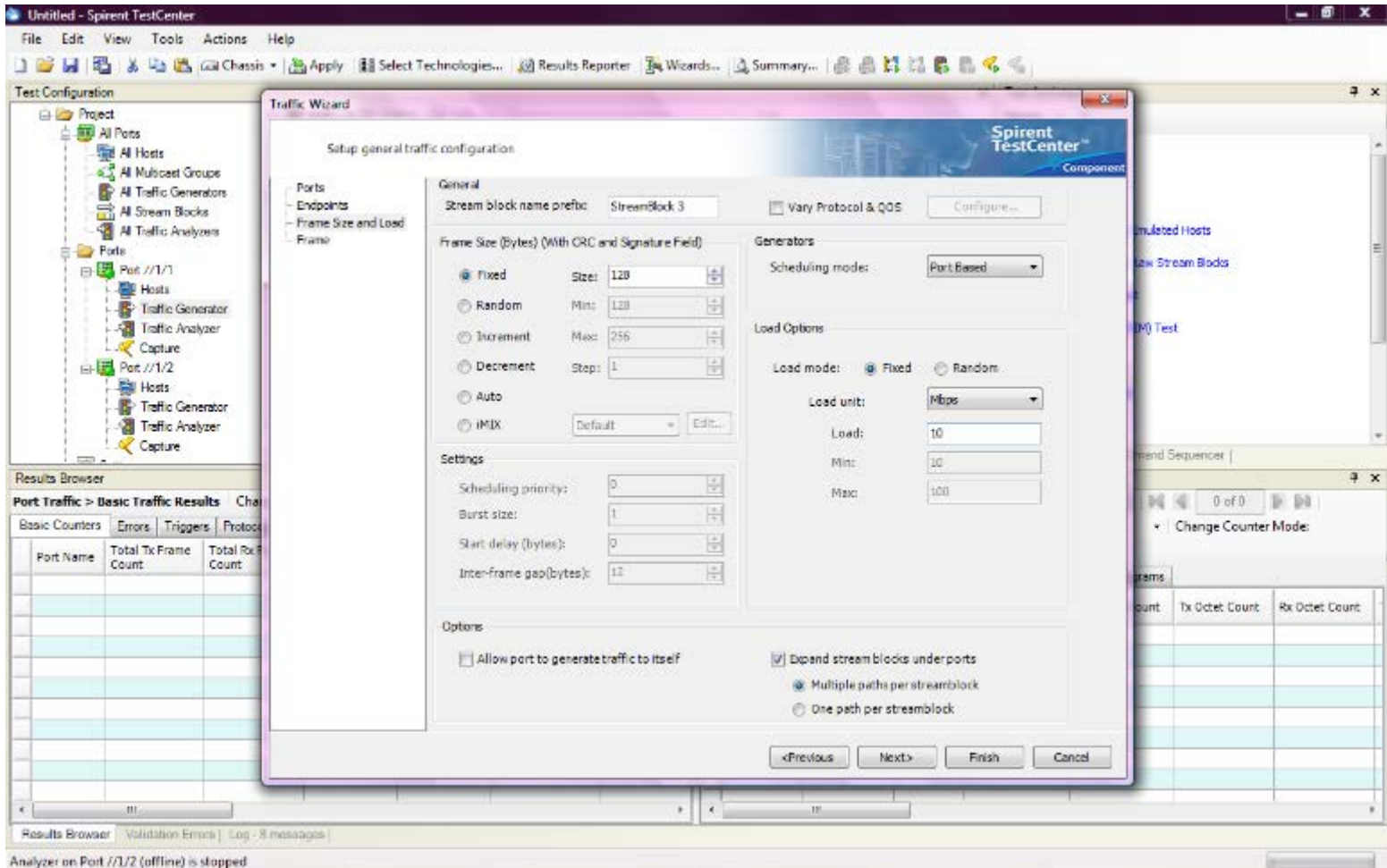
Traffic Wizard (2)

Мы попадаем в окно Endpoints. Это окно позволяет выбрать порты, между которыми мы хотим организовать потоки трафика, также выбрать его направление. Далее Next.



Traffic Wizard (3)

Мы попадем в окно Frame Size and Load. Здесь мы можем настроить размер отправляемых пакетов и загрузку канала. Далее Next.



The screenshot shows the Spirent TestCenter interface with the Traffic Wizard dialog box open. The dialog is titled "Setup general traffic configuration" and is divided into several sections:

- General:** Stream block name prefix: StreamBlock 3. A "Vary Protocol & QoS" button is visible.
- Frame Size (Bytes) (With CRC and Signature Field):**
 - Fixed: Size: 128
 - Random: Min: 128, Max: 256
 - Increment: Steps: 1
 - Decrement
 - Auto
 - IMIX: Default
- Settings:**
 - Scheduling priority: 0
 - Burst size: 1
 - Start delay (bytes): 0
 - Inter-frame gap(bytes): 12
- Options:**
 - Allow port to generate traffic to itself
 - Depend stream blocks under ports
 - Multiple paths per streamblock
 - One path per streamblock

The "Load Options" section is partially visible, showing "Load mode" set to "Fixed" and "Load unit" set to "Mbps". The "Load" value is 10, with "Min" at 10 and "Max" at 100.

At the bottom of the dialog, there are buttons for "<Previous", "Next>", "Finish", and "Cancel".

Traffic Wizard (4)

Мы попадем в окно Frame. Здесь мы можем настроить вид пакета. Далее нажимаем Finish и наш поток появляется в списке.

The screenshot shows the Spirent TestCenter interface with the Traffic Wizard dialog box open. The wizard is in the 'Frame' step, where an IPv4 header is being configured. The 'Preview Frames' section shows 'IPv4' selected. The 'Name' and 'Value' table lists the fields of the IPv4 header, and the 'Hex Editor' shows the corresponding hexadecimal values.

Name	Value
Frame	
IPv4 Header	
Version (int)	<auto> 4
Header length (int)	<auto> 5
ToS/DiffServ	tos (0x00)
Total length (int)	<auto> 20
Identification (int)	0
Control Flags	
Reserved (bit)	0
DF Bit (bit)	0
MF Bit (bit)	0
Fragment Offset (int)	0
Time to live (int)	30
Protocol (int)	<auto> Experimental
Checksum (int)	<auto> 11583
Source	<auto> 192.85.1.3
Destination	<auto> 192.85.1.1

Hex Editor:

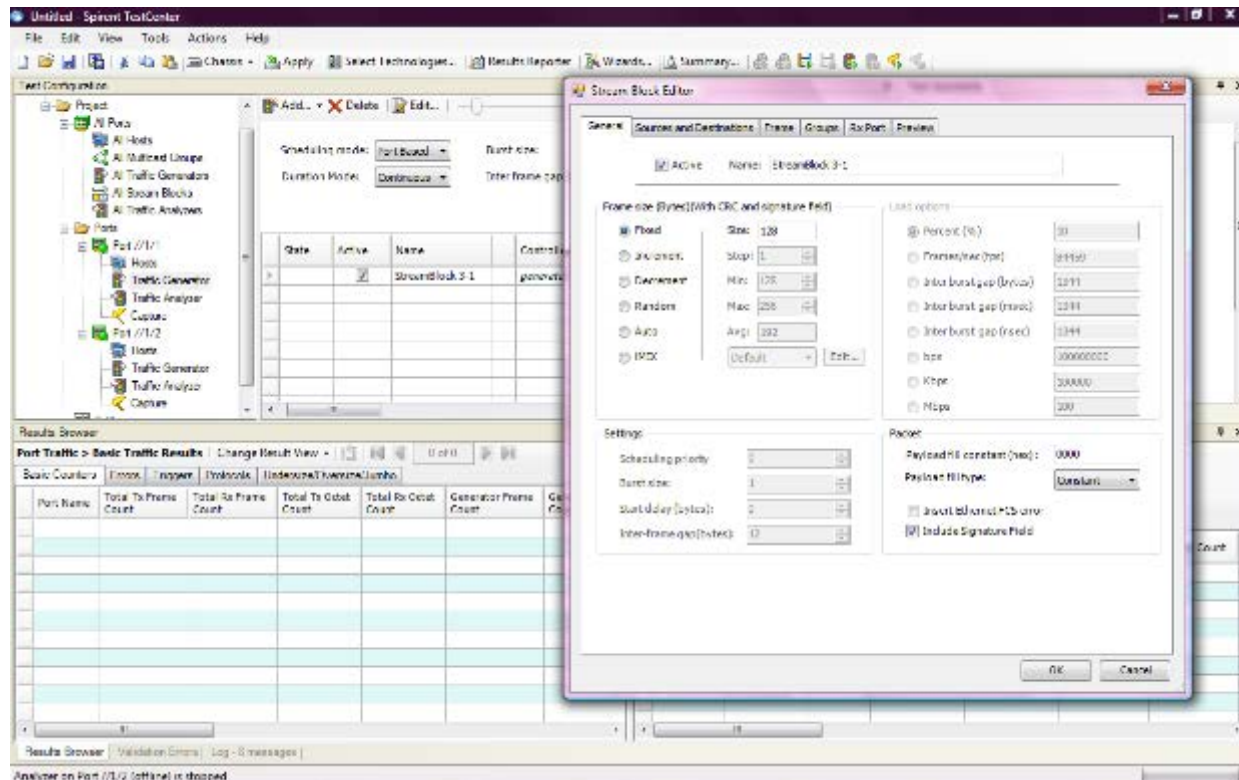
```

0000: 45 00 00 14 00 00 00 0A FD 2D 3F C0 95 01 03 E . . . . . s - 7 A U . .
0010: C0 95 01 01 . . . . . A U . .
  
```

Buttons: <Previous, Next>, Finish, Cancel

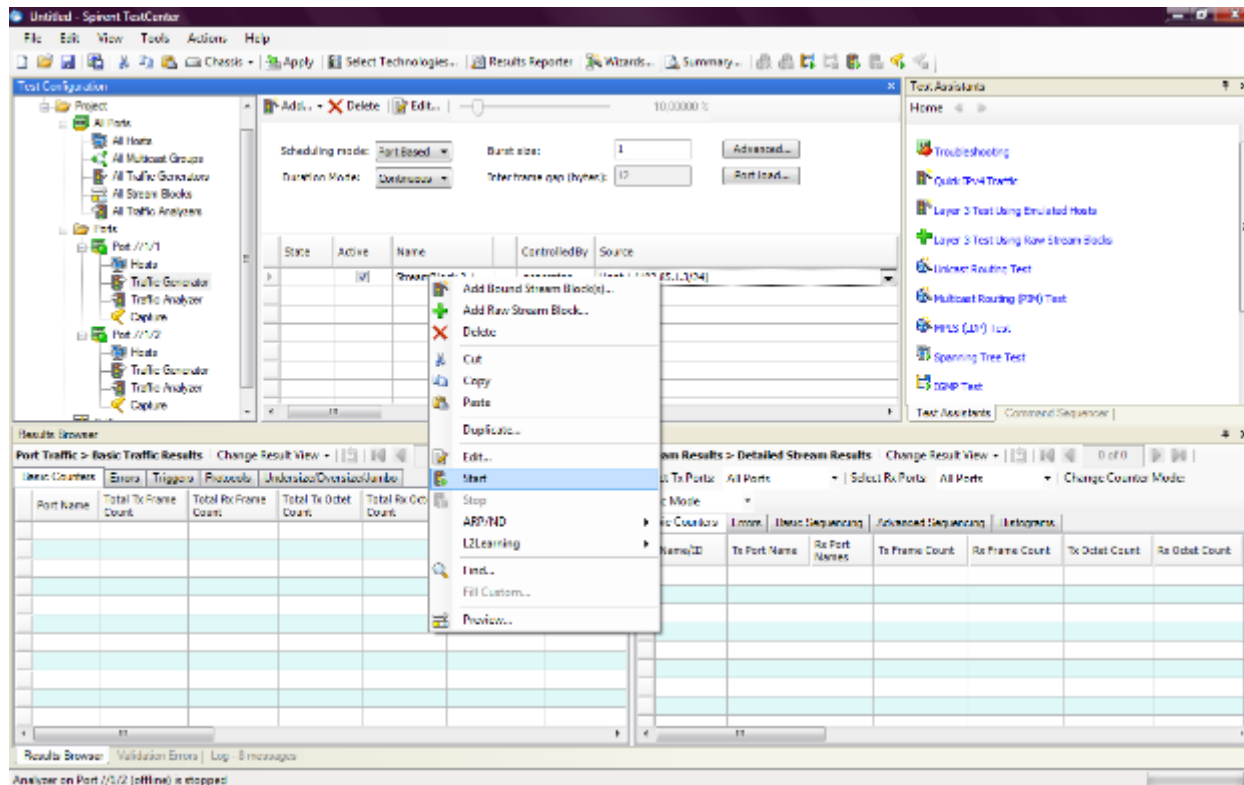
Traffic Wizard (5)

Программа позволяет редактировать созданный поток аналогично редактированию хоста, а также, нажав на него правой клавишей мыши и выбрав в появившемся окне пункт Edit, мы попадаем в редактор данного потока, где можем осуществлять его редактирование.



Traffic Generator

Для начала генерации трафика нажимается кнопка Start traffic on all ports, при этом генерация начинается на всех портах одновременно. Для отдельного включения генерации трафика на нужном порту необходимо зайти в нужный поток в раздел Traffic Generator и, нажав правой кнопкой мыши на требуемом потоке, выбрать кнопку Start.



Traffic Analyzer

В пункте Traffic Analyzer возможно настроить разнообразные фильтры для анализа трафика.

The screenshot displays the Spirent TestCenter interface. The main window is titled 'Untitled - Spirent TestCenter' and features a menu bar (File, Edit, View, Tools, Actions, Help) and a toolbar with various icons. The interface is divided into several panes:

- Test Configuration:** A tree view on the left shows a project structure with 'All Ports' expanded to show 'Port //1/1' and 'Port //1/2'. Each port has associated 'Hosts', 'Traffic Generator', and 'Traffic Analyzer' components.
- Copy All Filters to Ports...:** A dialog box is open, showing filter configuration options. It includes tabs for 'Template Filter', 'Custom Filters', 'Histograms', 'QoS Settings', and 'Advanced'. The 'Advanced' tab is active, showing '16 Bit Filters Used: 0 of 4' and '32 Bit Filters Used: 1 of 1'. A table lists filter components:

Actions	Name	Filter	Mask	Min Value	Max Value
+	Frame				
+	EthernetII				
+	Destina...	<input type="checkbox"/>			
+	Source ...	<input type="checkbox"/>			
+	EtherTy...	<input type="checkbox"/>			
+	IPv4 Head...				
- Test Assistants:** A panel on the right offers various test scenarios such as 'Troubleshooting', 'Quick IPv4 Traffic', 'Layer 3 Test Using Emulated Hosts', 'Layer 3 Test Using Raw Stream Blocks', 'Unicast Routing Test', 'Multicast Routing (PIM) Test', 'MPLS (LDP) Test', 'Spanning Tree Test', and 'IGMP Test'.
- Results Browser:** The bottom section shows 'Port Traffic > Basic Traffic Results' and 'Stream Results > Detailed Stream Results'. The 'Basic Traffic Results' pane contains a table with columns for 'Port Name', 'Total Tx Frame Count', 'Total Rx Frame Count', 'Total Tx Octet Count', 'Total Rx Octet Count', 'Generator Frame Count', and 'Generator Octet Count'. The 'Detailed Stream Results' pane shows a table with columns for 'Name/ID', 'Tx Port Name', 'Rx Port Names', 'Tx Frame Count', 'Rx Frame Count', 'Tx Octet Count', and 'Rx Octet Count'.

At the bottom of the interface, a status bar indicates: 'Results Browser | Validation Errors | Log - 8 messages | Analyzer on Port //1/2 (offline) is stopped'.

Capture

Пункт Capture позволяет производить захват трафика и его просмотр (например, через ПО Wireshark) после окончания генерации.

The screenshot displays the Spirent TestCenter interface. The main window is titled 'Untitled - Spirent TestCenter'. The 'Test Configuration' pane is active, showing the 'Capture' configuration for a specific port. The configuration includes:

- General Tab:**
 - Capture Engine Modes: Regular Mode
 - Capture Mode: Regular Mode
 - Capture Source: Tx/Rx Mode
 - Real-Time Mode: Disabled
 - Buffer Action (when full): Wrap
 - Statistics: Current state: Ready, Frames captured: 0, Elapsed time: 0:00:00
- Slice Tab:**
 - Slice Mode: Disabled
 - Includes 8-Bytes of preamble
 - Size: Bytes (even): 128

The 'Results Browser' pane at the bottom shows two tables:

Port Traffic > Basic Traffic Results

Port Name	Total Tx Frame Count	Total Rx Frame Count	Total Tx Octet Count	Total Rx Octet Count	Generator Frame Count	Generator Octet Count

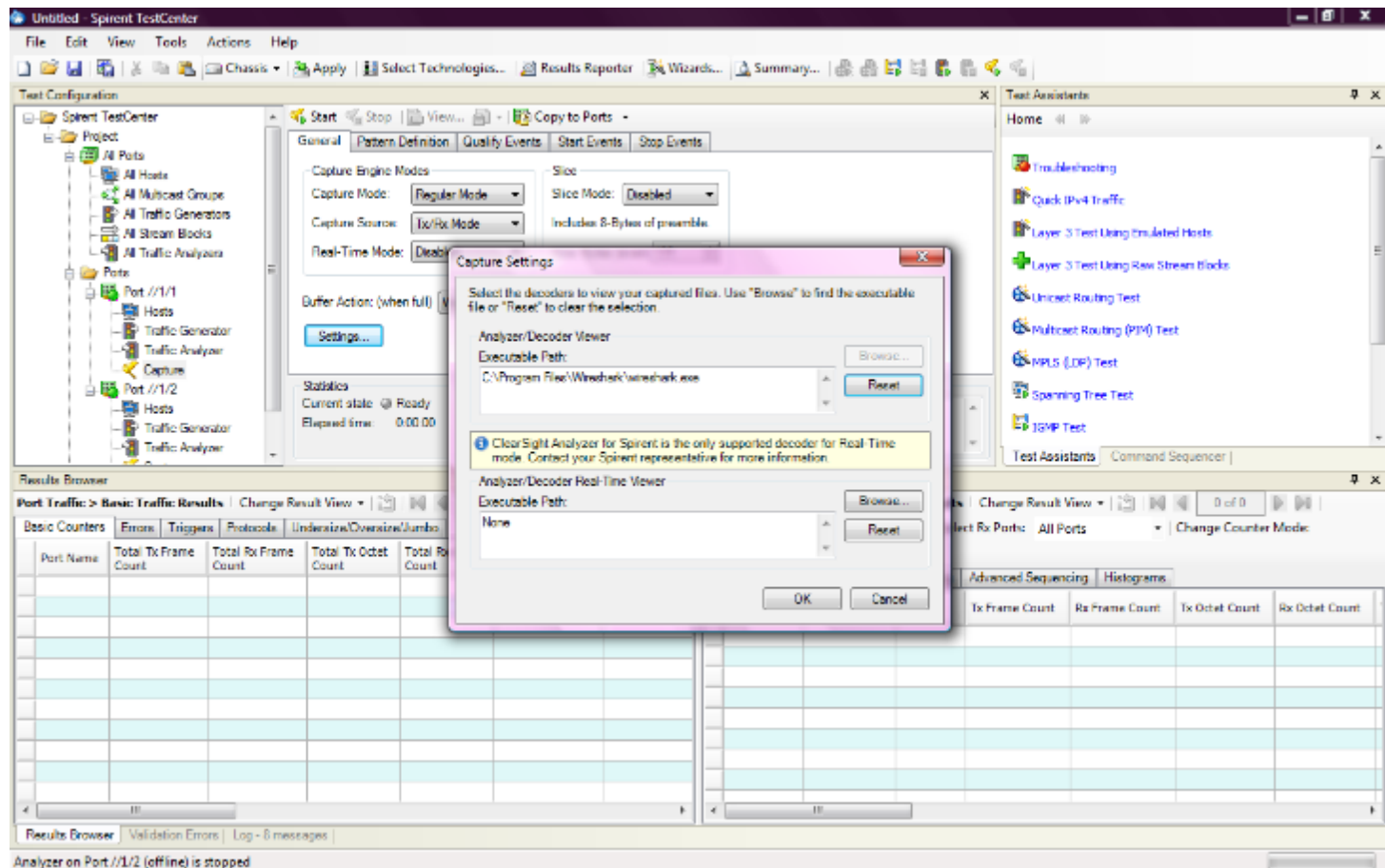
Stream Results > Detailed Stream Results

Name/ID	Tx Port Name	Rx Port Names	Tx Frame Count	Rx Frame Count	Tx Octet Count	Rx Octet Count

At the bottom of the interface, a status bar indicates: 'Analyzer on Port //1/2 (offline) is stopped'.

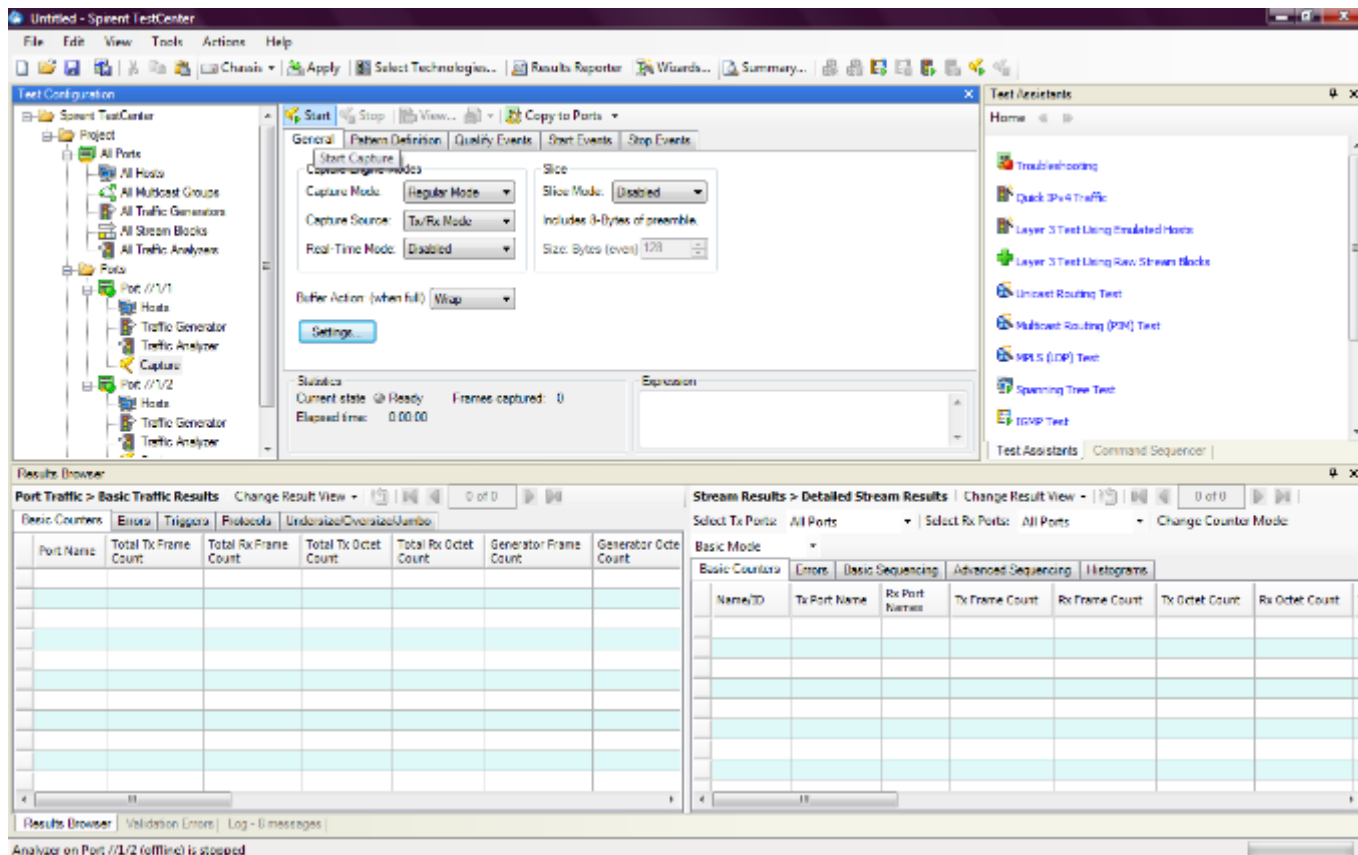
Capture Settings

Для того чтобы указать путь к ехе файлу используемого ПО для просмотра захваченных пакетов, необходимо нажать на кнопку Settings и в появившемся окне ввести путь к ехе файлу.



Capture

Для начала захвата передаваемого трафика необходимо нажать на кнопку Start, для завершения захвата на кнопку Stop, для просмотра захваченных пакетов на кнопку View, все эти кнопки располагаются в верхней части окна.



Results Browser

После начала генерации трафика вся информация о потоке появляется в окне Results Browser. Данное окно позволяет отслеживать информацию о генерируемом и принимаемом трафике.

The screenshot displays the Spirent TestCenter interface. The top section shows the 'Test Configuration' window with settings for 'Scheduling mode: Port Based' and 'Duration Mode: Continuous'. Below this is a table listing active test components.

State	Active	Name	Index	ControlledBy	Source
	<input checked="" type="checkbox"/>	StreamBlock 3-1	0	generator	Host 1 (192.168.1.3/24)

The bottom section shows the 'Results Browser' with two main data tables:

Port Traffic > Basic Traffic Results

Port Name	Total Tx Frame Count	Total Rx Frame Count	Total Tx Octet Count	Total Rx Octet Count	Generator Frame Count	Generator Octet Count
Port //1/1	22 503 616	116	22 503 616	9 949	22 503 616	22 503 616
Port //1/2	0	116	0	9 949	0	0

Stream Results > Detailed Stream Results

Name(ID)	Tx Port Name	Rx Port Name	Tx Frame Count	Rx Frame Count	Tx Octet Count	Rx Octet Count
StreamBlock	Port //1/1	N/A	22 503 616	0	22 503 616	0

At the bottom of the interface, a status bar indicates: 'Generator on Port //1/1 is running'.

Test Assistants

Позволяет просматривать последовательности действий для организации некоторых тестовых конфигураций.

The screenshot displays the Spirent TestCenter interface. The main window is titled "Welcome to Spirent TestCenter" and contains several sections:

- Chassis:** Includes buttons for "Port Reservation..." and "Add Offline Ports...".
- System:** Includes buttons for "Launch Wizards..." and "Load File...".

The **Test Assistants** panel on the right lists the following steps:

- 1. Reserve Ports:** Click **Chassis** → **Port Reservation** on the main toolbar and reserve the ports. Do not close the window.
- 2. Add Default Traffic:** In the **Port Reservation** window, click the **Add Default Traffic** button at the bottom of the **Select Ports** window. This will add one host with a default MAC and IPv4 address to each port in the configuration. It will also create one stream block that generates traffic from this host to all hosts on all other ports. Click the **OK** button to accept the default traffic.
- 3. Configure Physical Parameters of Ports**

The **Results Browser** at the bottom shows two tables:

Port Traffic > Basic Traffic Results

Port Name	Total Tx Frame Count	Total Rx Frame Count	Total Tx Octet Count	Total Rx Octet Count	Generator Frame Count	Generator Octet Count

Stream Results > Detailed Stream Results

Name/ID	Tx Port Name	Rx Port Names	Tx Frame Count	Rx Frame Count	Tx Octet Count	Rx Octet Count

At the bottom of the interface, a status bar indicates "Applied 4 object change(s)".

СПАСИБО!