

Работа с пакетом моделирования QualNet

Дунайцев Р.А.

Кафедра сетей связи и передачи данных СПбГУТ
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

roman.dunaytsev@spbgut.ru

Лекция № 3

- 1 История создания
- 2 Этапы моделирования
- 3 Пример 1
- 4 Пример 2
- 5 Готовые сценарии

- 1 История создания
- 2 Этапы моделирования
- 3 Пример 1
- 4 Пример 2
- 5 Готовые сценарии

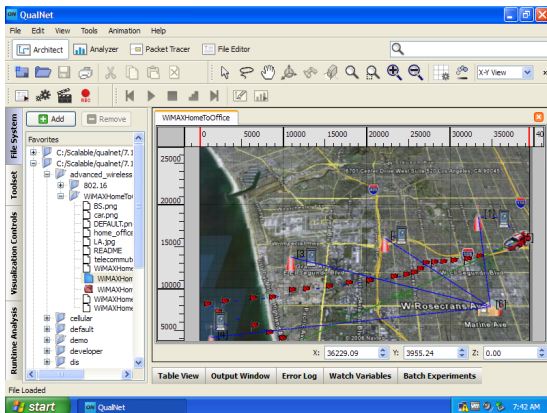
- **Global Mobile Information System Simulator (GloMoSim)** – имитатор сети
 - Проект: 1997 – 2000
 - Заказчик: Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)
 - Разработчик: University of California, Los Angeles (UCLA)
 - Язык: PARSEC
 - Статус проекта: закрыт
- Требования DARPA к имитатору сети:
 - Высокая скорость работы
 - Хорошая масштабируемость
 - Возможность моделирования беспроводных и гетерогенных сетей
- Распространение и лицензирование:
 - Открытый исходный код (open source)
 - Бесплатное ПО (freeware)

- **QualNet** – коммерческое ответвление GloMoSim
 - Разработчик: Scalable Network Technologies, Inc. (SCALABLE)
 - Год основания: 1999
 - Руководитель: Rajive Bragodia (UCLA)
 - <http://web.scalable-networks.com>
 - В 2021 **Keysight Technologies** приобрела Scalable Network Technologies, Inc. и все ее разработки
- Область применения:
 - Научно-исследовательская работа (НИР)
 - Проектирование и разработка (R&D)
 - Образование
- Распространение и лицензирование:
 - Открытый исходный код (open source)
 - Коммерческое ПО (commercial)

- Клиенты Scalable Network Technologies, Inc.:
- ① **Провайдеры сетей и услуг**
 - AT&T, France Telecom, NTT DoCoMo, ...
- ② **Корпорации и государственные службы**
 - Microsoft, Panasonic, TOSHIBA, TOYOTA, ...
- ③ **Производители сетевого оборудования**
 - Lucent Technologies, ...
- ④ **Военные и оборонные ведомства**
 - NASA, US Air Force, US Army, US Navy, ...
- ⑤ **ВУЗы**
 - **SCALABLE EDU Program**

- Официальный сайт:
 - <https://www.keysight.com/us/en/products/network-test/network-modeling.html>
- Последняя версия:
 - **qualnet-9.3**, 2021, ~ 200 МБ
- Поддерживаемые ОС:
 - Windows
 - Linux

- Имитационное моделирование в среде QualNet позволяет:
 - Исследовать протоколы и технологии в реалистичных условиях
 - Анализировать нововведения при работе в стандартном окружении
 - Разрабатывать новые протоколы и технологии



- **Графический интерфейс**
 - Простота в работе
- **Отладка программы и анализ данных**
 - Широкий набор возможностей
- **Высокоточное имитационное моделирование**
 - Моделирование беспроводных технологий с учетом погоды и рельефа местности
- **Масштабируемость**
 - Поддержка 32- и 64-битных ОС
 - Распределенные вычисления
- **Интеграция и открытость**
 - Возможность интеграции с реальными сетями и устройствами
 - Открытый интерфейс для экспорта/импорта данных и т.п.

- 1 История создания
- 2 Этапы моделирования**
- 3 Пример 1
- 4 Пример 2
- 5 Готовые сценарии

- **Этапы моделирования в среде QualNet :**

- ① Создание исходного сценария

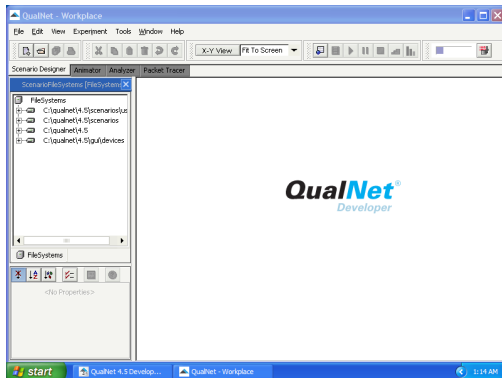
- Импорт или создание топологии сети
- Импорт или создание трафика
- Выбор метрик для сбора статистики
- Запуск имитационного моделирования
- Просмотр результатов

- ② Создание копии сценария

- Внесение изменений
- Повторный запуск имитационного моделирования
- Сравнение полученных результатов

- ③ Вернуться на шаг №2, если требуется

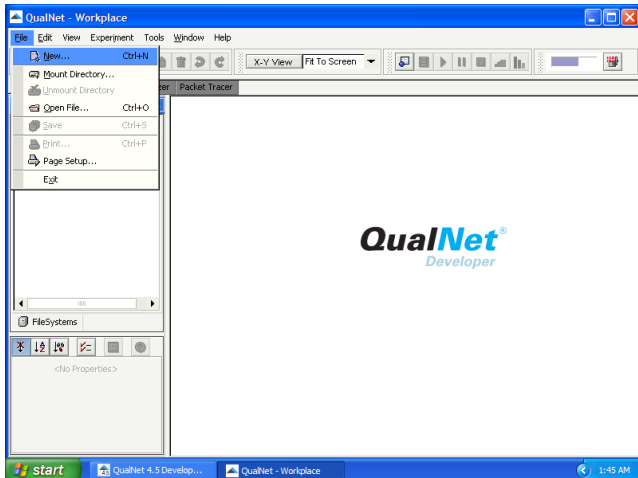
- Графический интерфейс QualNet 4.5.1
 - **Scenario Designer** – создание модели сети и ее настройка
 - **Animator** – анимация работы модели сети
 - **Analyzer** – просмотр и анализ статистики
 - **Packet Tracer** – просмотр и анализ передававшихся пакетов



- 1 История создания
- 2 Этапы моделирования
- 3 Пример 1**
- 4 Пример 2
- 5 Готовые сценарии

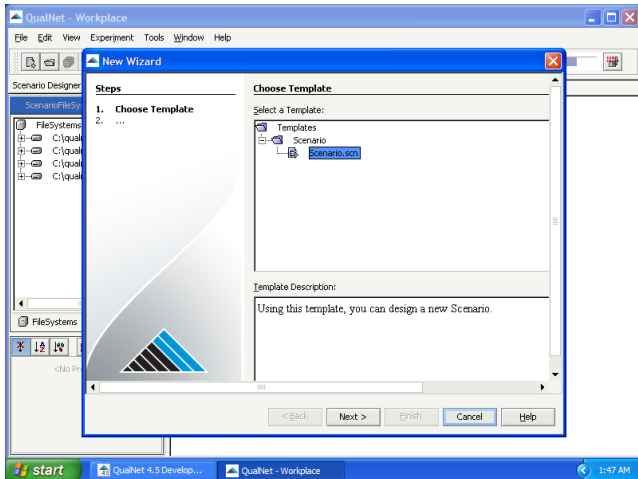
Пример 1

- Создание нового сценария



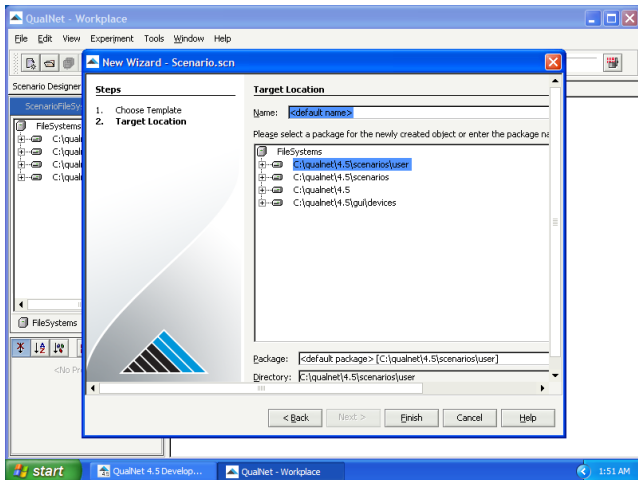
Пример 1

- Создание нового сценария



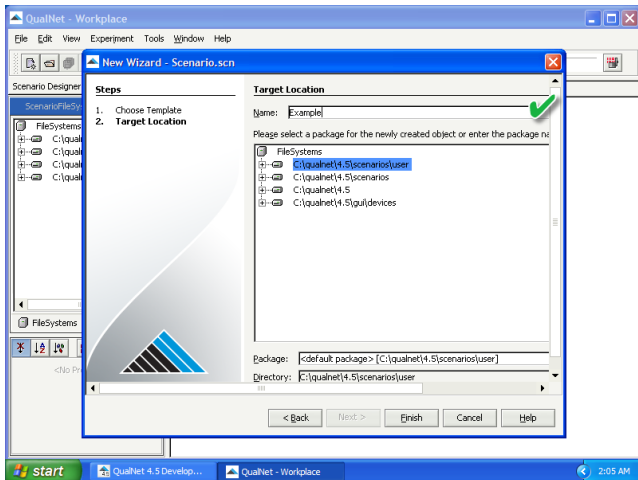
Пример 1

- Создание нового сценария



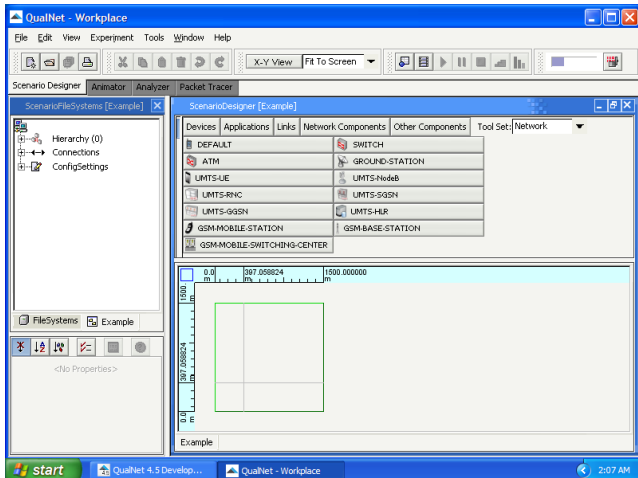
Пример 1

- Сохранение под именем 'Example'



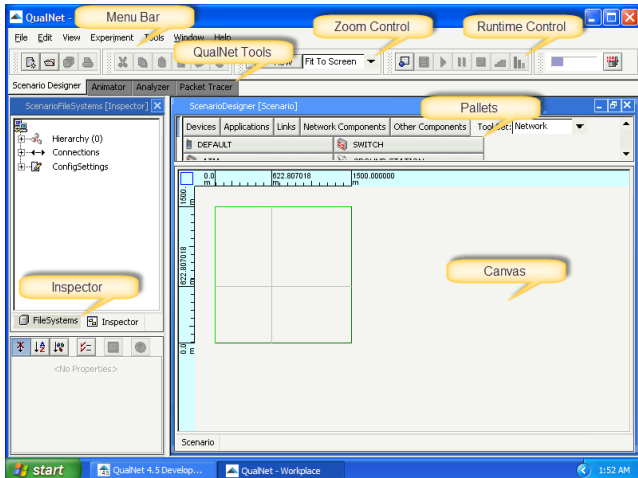
Пример 1

- Пока еще пустой сценарий



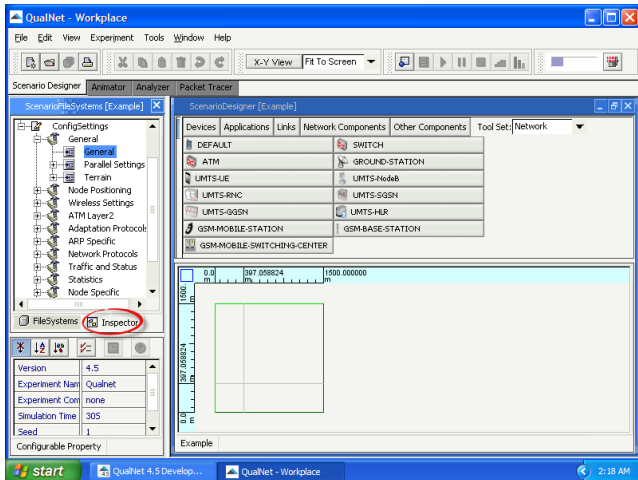
Пример 1

- Панели и инструменты QualNet 4.5.1



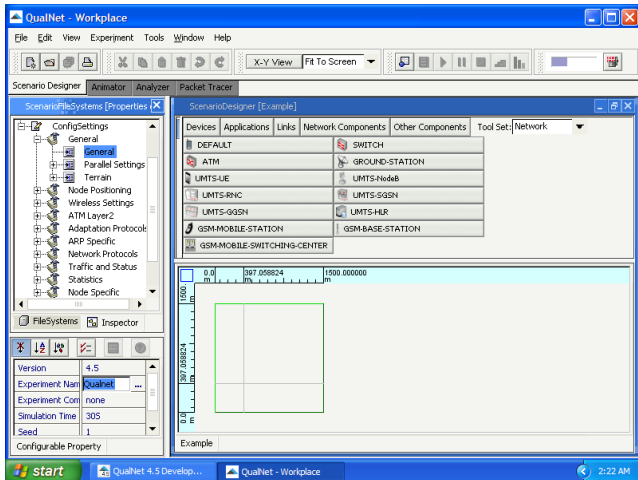
Пример 1

- Сохранение выходных данных как 'Example.date_time.stat'



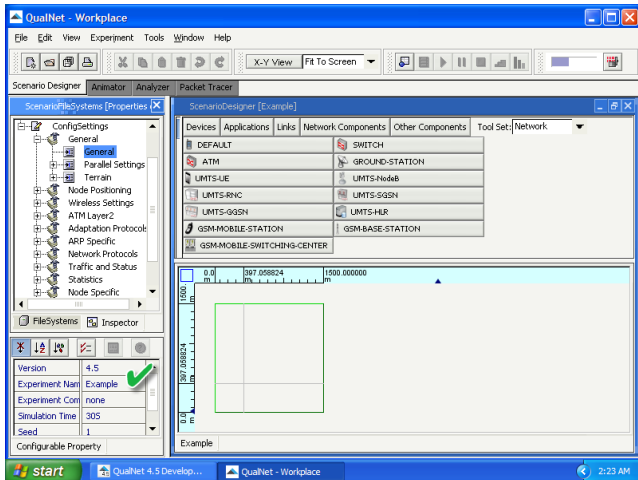
Пример 1

- Сохранение выходных данных как 'Example.date_time.stat'



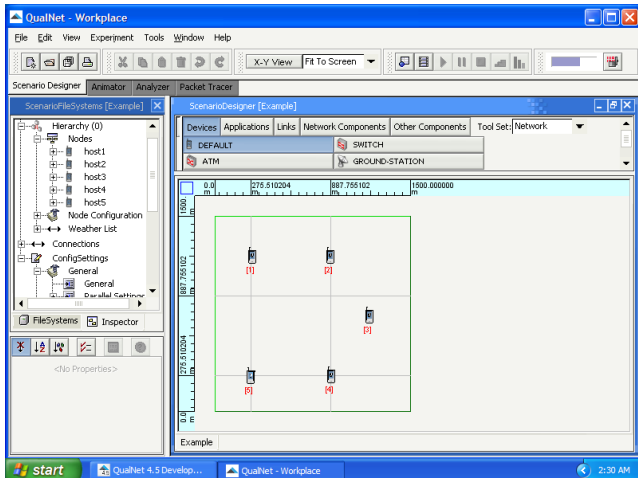
Пример 1

- Сохранение выходных данных как 'Example.date_time.stat'



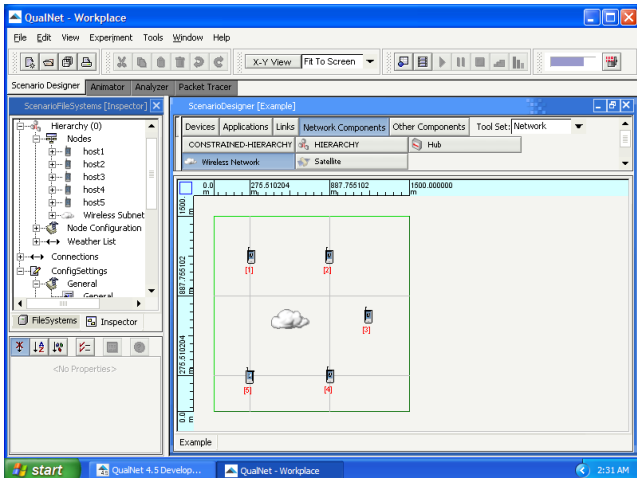
Пример 1

- Создание топологии беспроводной сети



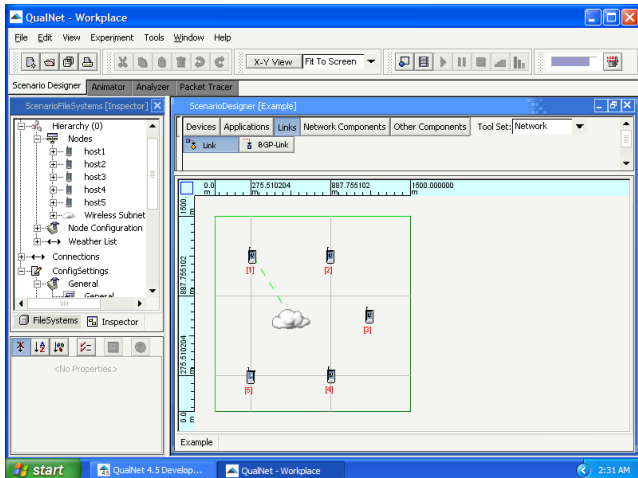
Пример 1

- Создание топологии беспроводной сети



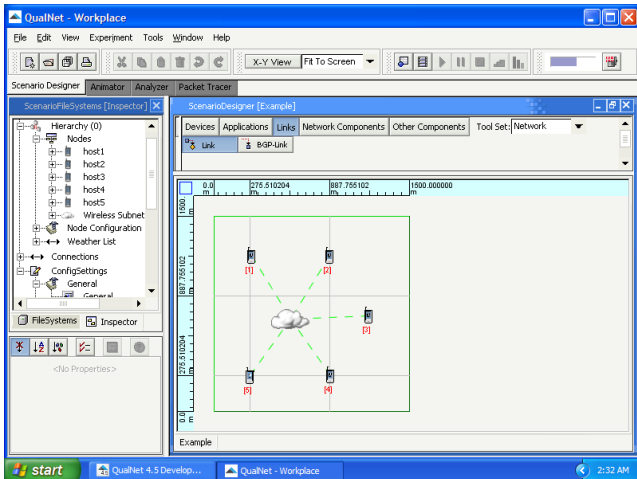
Пример 1

- Создание топологии беспроводной сети



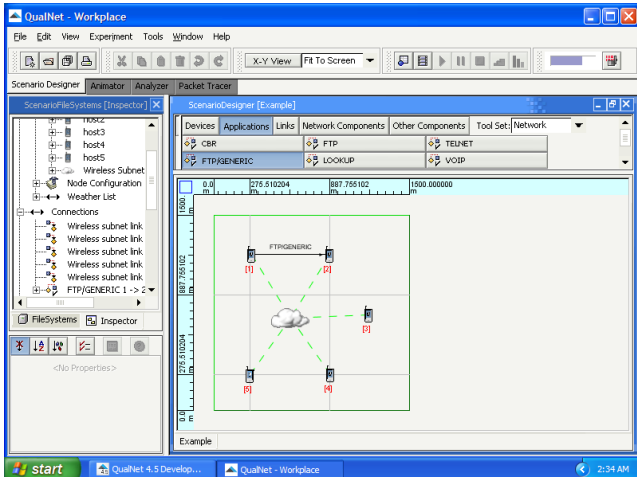
Пример 1

- Создание топологии беспроводной сети



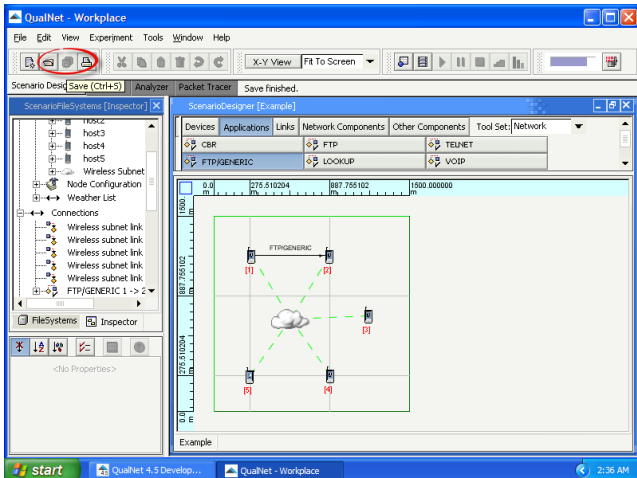
Пример 1

- Создание трафика



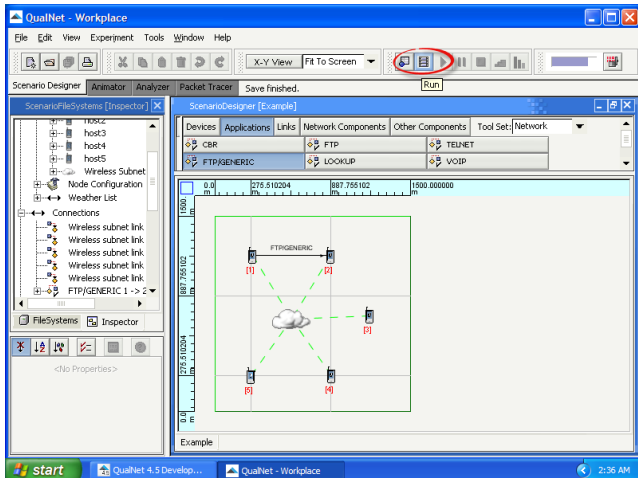
Пример 1

- Сохранение созданного сценария



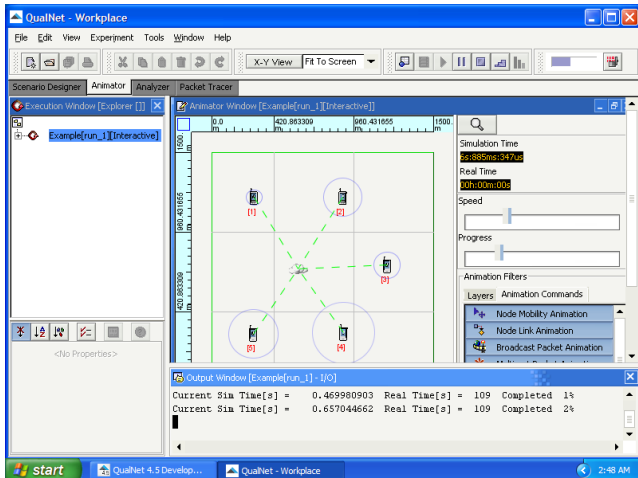
Пример 1

- Запуск моделирования



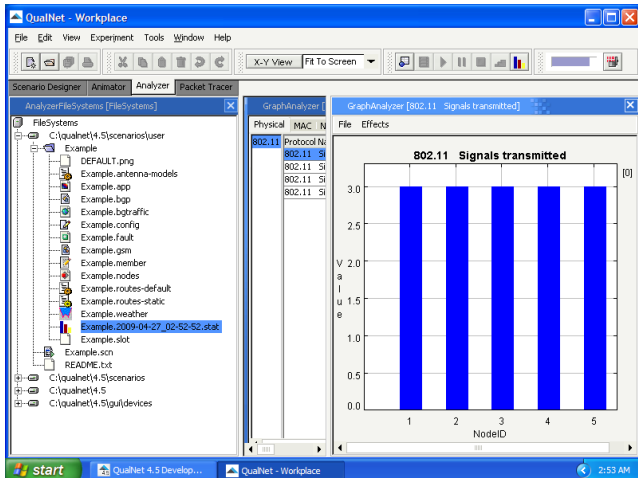
Пример 1

- Просмотр анимации



Пример 1

- Просмотр результатов



Пример 1

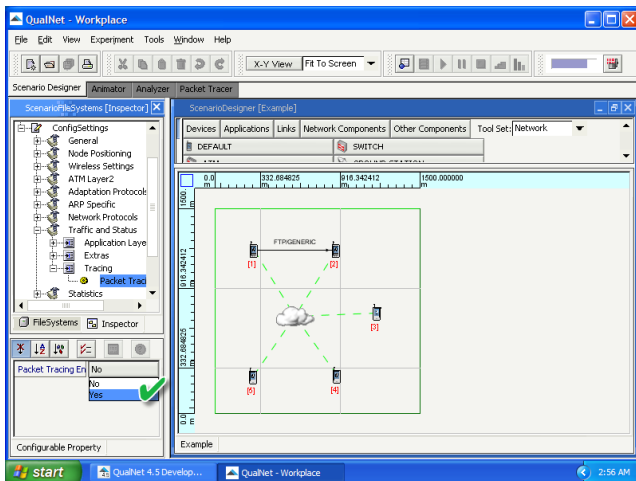
- Статистика для протокола TCP

The screenshot shows the QualNet - Workplace interface. On the left, the Scenario Designer tree shows a project named 'Example' with a file 'Example_2009-04-27_02-52-52.stat' selected. The main window displays the GraphAnalyzer for this file, showing a list of statistics for the TCP protocol. The 'Physical' tab is selected, and the 'TCP' protocol is highlighted in the list.

Physical	MAC	Network	Transport	Application
UDP				Protocol Name & Metric
TCP				TCP Packets Sent to Network Layer
				TCP Data Packets Sent
				TCP Data Packets in Sequence
				TCP Data Packets Retransmitted
				TCP Data Packets Fast Retransmitted
				TCP ACK-only Packets Sent
				TCP Pure Control (SYN FIN RST) Packets Sent
				TCP Window Update-Only Packets Sent
				TCP Window Probes Sent
				TCP Total Packets Received From Network Layer
				TCP Data Packets Received
				TCP In Sequence ACK Packets Received
				TCP Duplicate ACK Packets Received
				TCP Pure Control (SYN FIN RST) Packets Received
				TCP Window Update-Only Packets Received
				TCP Window Probes Received
				TCP Total Packets with Errors
				TCP Packets Received with Checksum Errors
				TCP Packets Received with Bad Offset
				TCP Packets Received that are Too Short

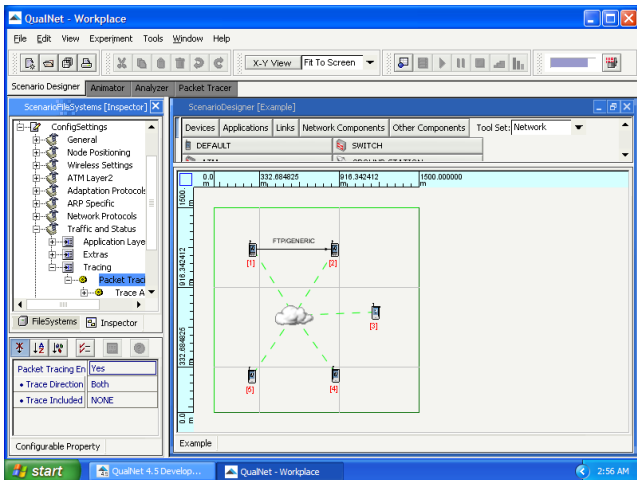
Пример 1

- Захват пакетов



Пример 1

- Захват пакетов



Пример 1

- Просмотр передававшихся пакетов

The screenshot displays the QualNet software interface. The 'Packet Tracer' window is active, showing a list of transmitted packets. The interface includes a menu bar (File, Edit, View, Experiment, Tools, Window, Help), a toolbar, and a taskbar at the bottom.

The 'Packet Tracer' window title is 'Packet Tracer [Example.2009-04-27_02-58-51]'. The packet list table is as follows:

S...	T...	CheckTracing ...	Tracing ...	Sim. Time	Originati...	Message...	Originati...	Action	
1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	BELMA...	0.0	1	0	BELMA... SEND
2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	BELMA...	0.0	2	0	BELMA... SEND
3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	BELMA...	0.0	3	0	BELMA... SEND
4		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4	BELMA...	0.0	4	0	BELMA... SEND
5		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5	BELMA...	0.0	5	0	BELMA... SEND
6		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4	UDP	0.01044...	4	0	BELMA... SEND
7		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4	IPv4	0.01044...	4	0	BELMA... SEND
8		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4	IPv4	0.01044...	4	0	BELMA... ENQUEUE
9		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4	IPv4	0.01044...	4	0	BELMA... DEQUEUE
10		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5	UDP	0.04648...	5	0	BELMA... SEND
11		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5	IPv4	0.04648...	5	0	BELMA... SEND
12		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5	IPv4	0.04648...	5	0	BELMA... ENQUEUE
13		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5	IPv4	0.04648...	5	0	BELMA... DEQUEUE
14		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	UDP	0.05370...	2	0	BELMA... SEND
15		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	IPv4	0.05370...	2	0	BELMA... SEND
16		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	IPv4	0.05370...	2	0	BELMA... ENQUEUE
17		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	IPv4	0.05370...	2	0	BELMA... DEQUEUE
18		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	UDP	0.11252...	3	0	BELMA... SEND
19		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	IPv4	0.11252...	3	0	BELMA... SEND
20		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	IPv4	0.11252...	3	0	BELMA... ENQUEUE

Пример 1

- Просмотр передававшихся пакетов

The screenshot displays the QualNet - Workplace interface. On the left, the 'File System [Explorer]' window shows the configuration for a TCP protocol, including source and destination ports, sequence and acknowledgment numbers, flags (URG, ACK, PSH, RST, SYN, FIN), window size, and option fields (MSS).

The main window, 'Packet Tracer [Example.2009-04-27_02-58-51]', shows a table of transmitted packets. The table has columns for S... (Source), T... (Destination), CheckTracing..., Tracing..., Sim. Time, Originati..., Messag..., and Action. The table contains 18 rows of data, with the 29th row highlighted in blue.

S...	T...	CheckTracing...	Tracing...	Sim. Time	Originati...	Messag...	Originati...	Action
15	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.05370...	2	0	BELLA...	SEND
16	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.05370...	2	0	BELLA...	ENQUEUE
17	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.05370...	2	0	BELLA...	DEQUEUE
18	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.11252...	3	0	BELLA...	SEND
19	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.11252...	3	0	BELLA...	SEND
20	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.11252...	3	0	BELLA...	ENQUEUE
21	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.11252...	3	0	BELLA...	DEQUEUE
22	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.14966...	1	0	BELLA...	SEND
23	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.14966...	1	0	BELLA...	SEND
24	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.14966...	1	0	BELLA...	ENQUEUE
25	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.14966...	1	0	BELLA...	DEQUEUE
26	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.0	1	1	TCP	SEND
27	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.0	1	1	TCP	SEND
28	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.0	1	1	TCP	DROP
29	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6.65372...	1	2	TCP	SEND
30	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6.65372...	1	2	TCP	SEND
31	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6.65372...	1	2	TCP	DROP
32	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10.0283...	5	1	BELLA...	SEND
33	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10.0474...	4	1	BELLA...	SEND
34	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10.0661...	3	1	BELLA...	SEND

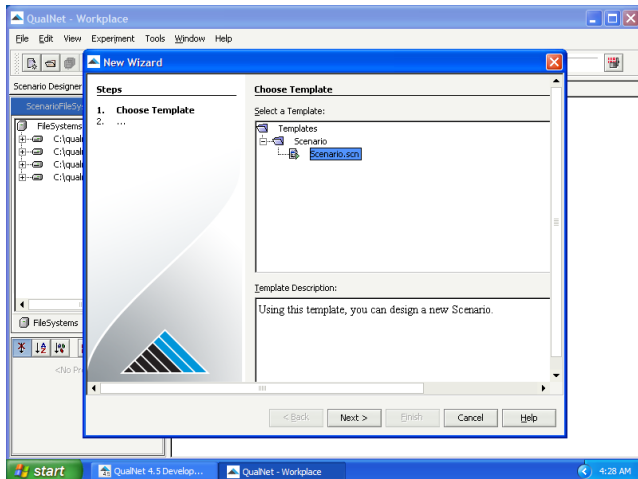
- 1 История создания
- 2 Этапы моделирования
- 3 Пример 1
- 4 Пример 2**
- 5 Готовые сценарии

Пример 2

- **Топология:** точка-точка
- **Количество узлов:** 2
- **Скорость передачи:** 2 Мбит/с
- **Время распространения:** 1 мс
- **Приложение:** Constant Bit Rate (CBR)
- **Отправитель:** узел №1
- **Получатель:** узел №2
- **Время моделирования:** 10 секунд
- **Трафик:** 10 пакетов размером 512 байт с интервалом в 1 секунду

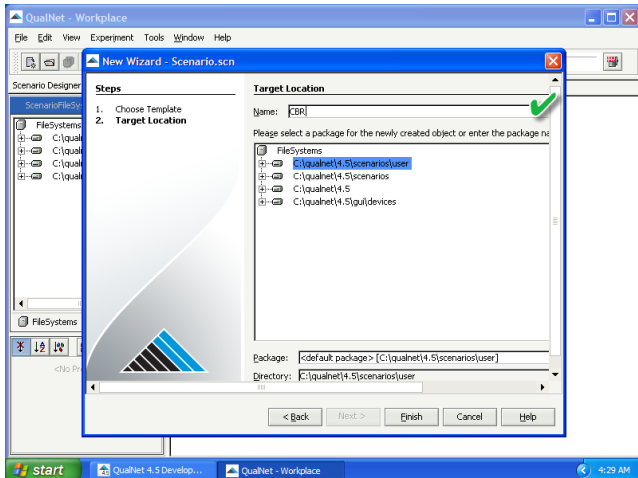
Пример 2

- Создание нового сценария



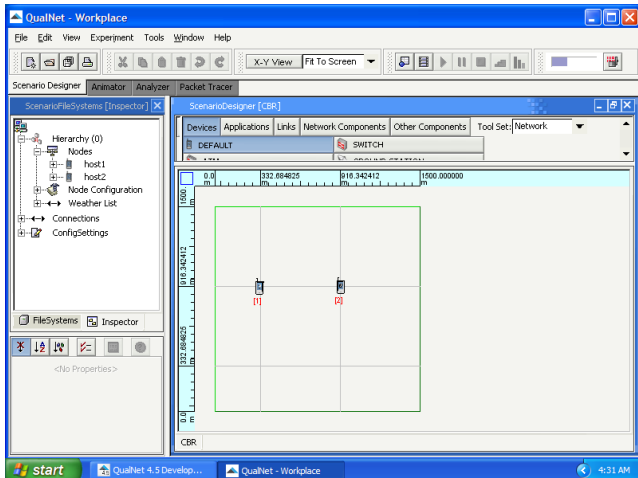
Пример 2

- Сохранение под именем 'CBR'



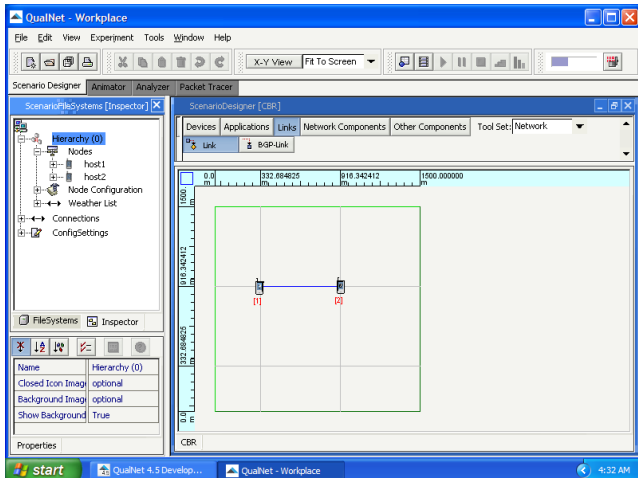
Пример 2

- Создание проводной топологии 'точка-точка'

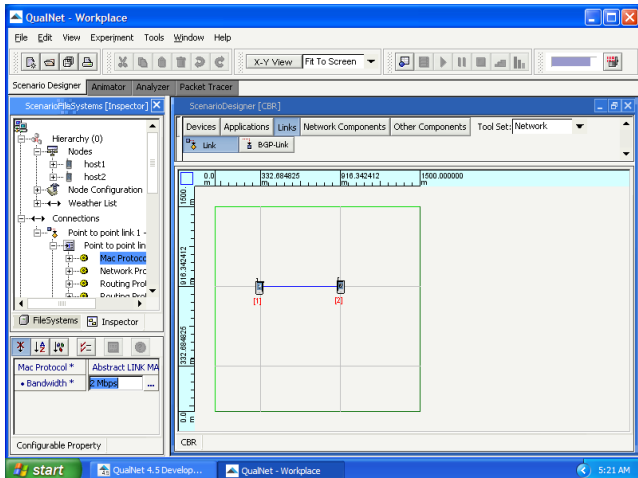


Пример 2

- Создание проводной топологии 'точка-точка'

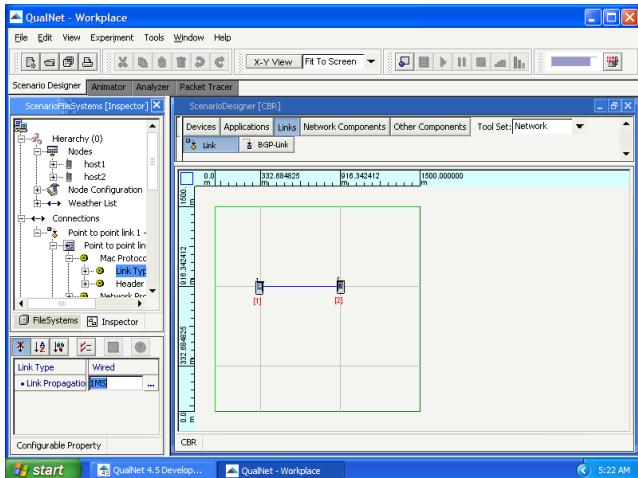


- Задание пропускной способности линии



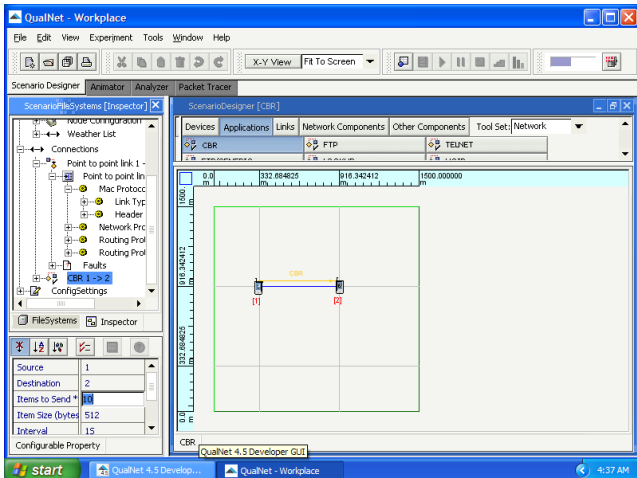
Пример 2

- Задание времени распространения сигнала по линии



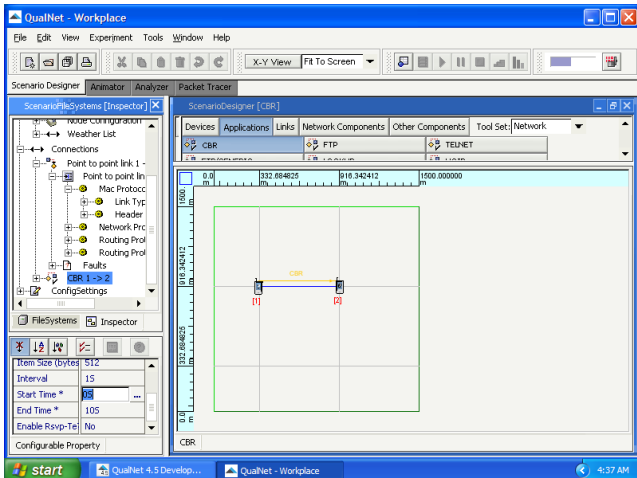
Пример 2

- Создание трафика



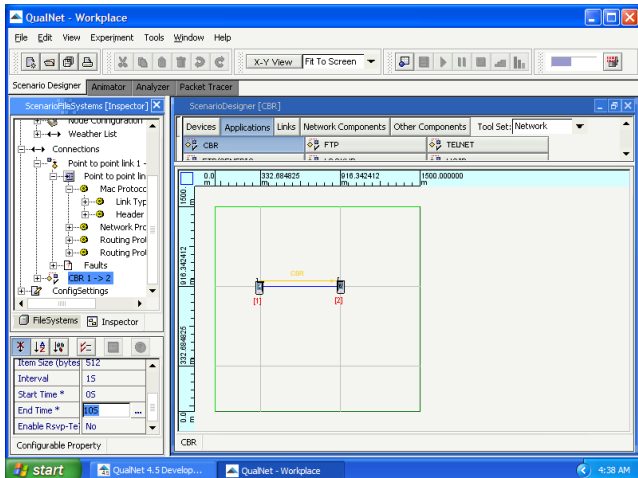
Пример 2

- Установка времени начала передачи



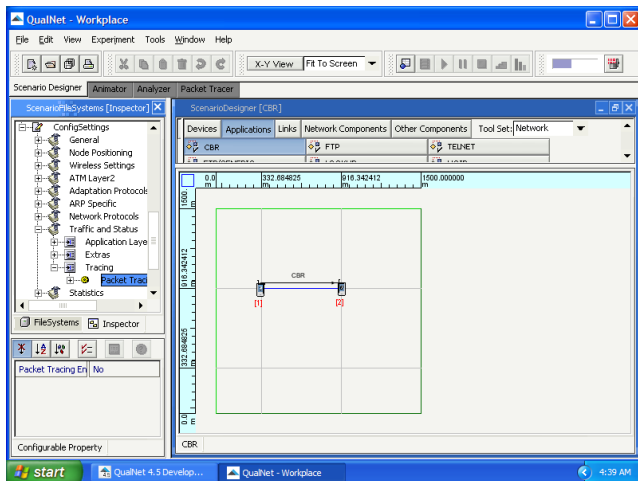
Пример 2

- Установка времени окончания передачи



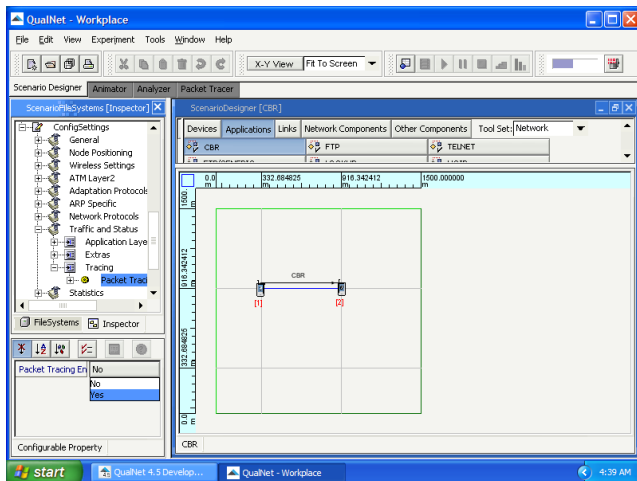
Пример 2

- Захват пакетов



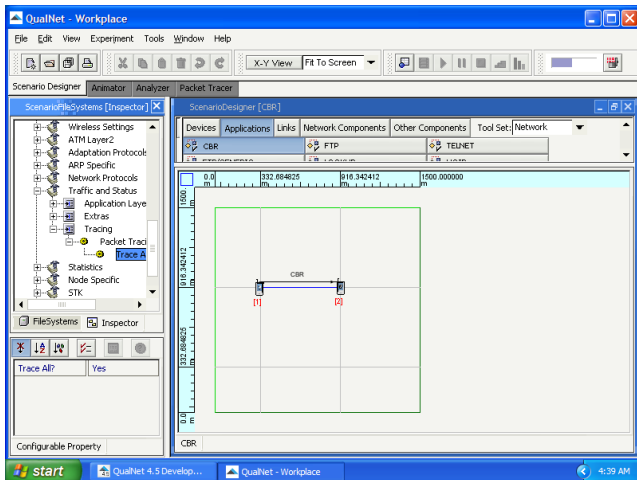
Пример 2

- Захват пакетов



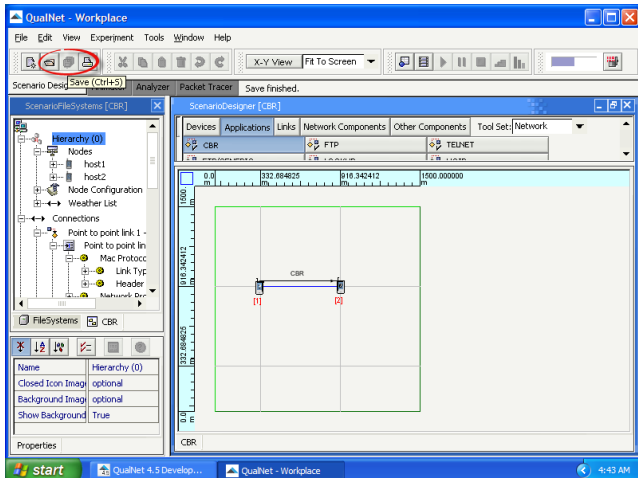
Пример 2

- Захват пакетов



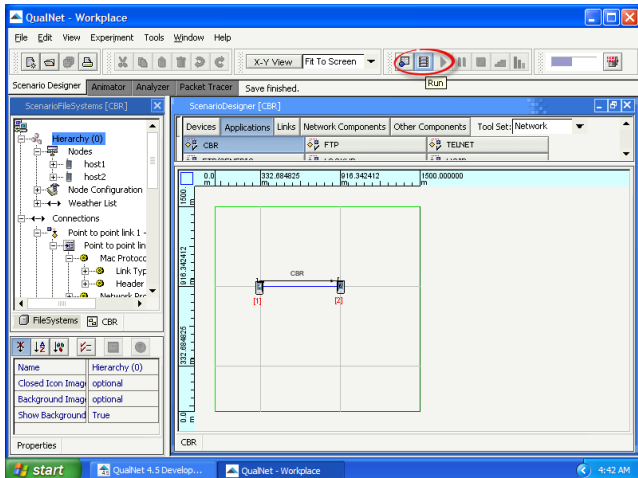
Пример 2

- Сохранение созданного сценария

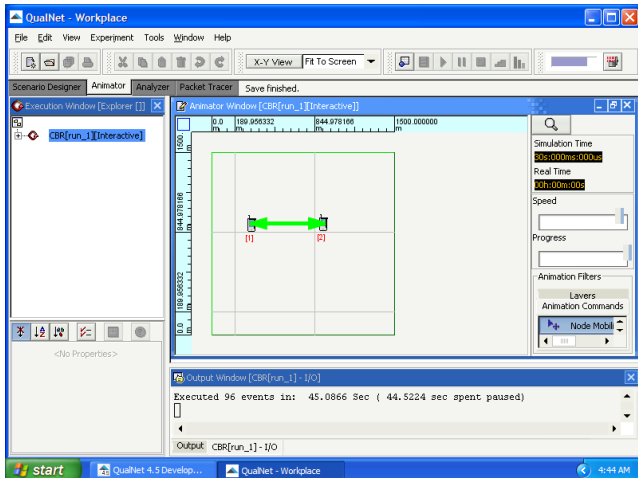


Пример 2

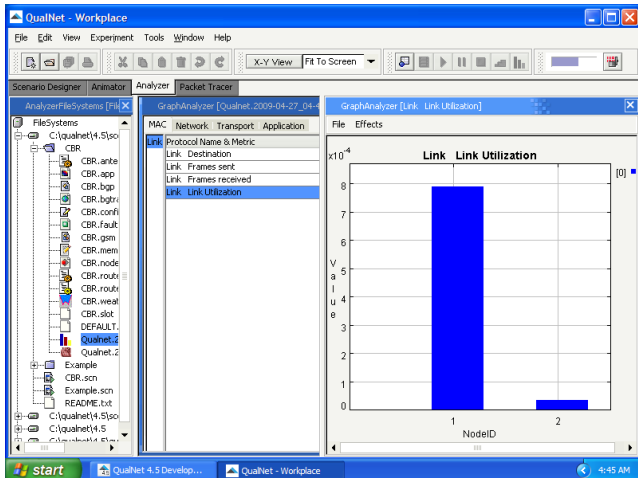
- Запуск моделирования



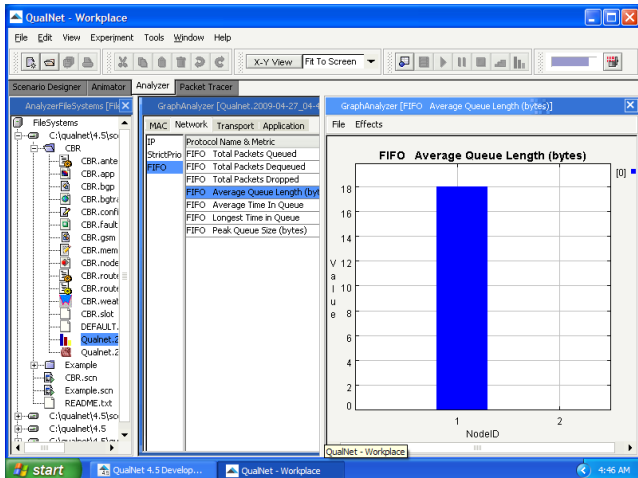
- Просмотр анимации



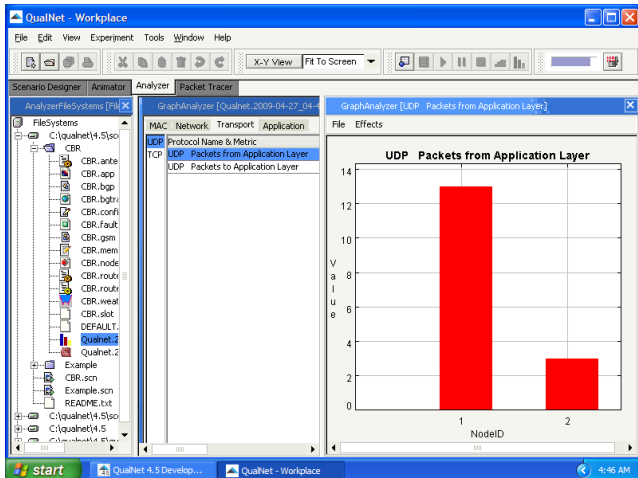
- Просмотр результатов



- Просмотр результатов

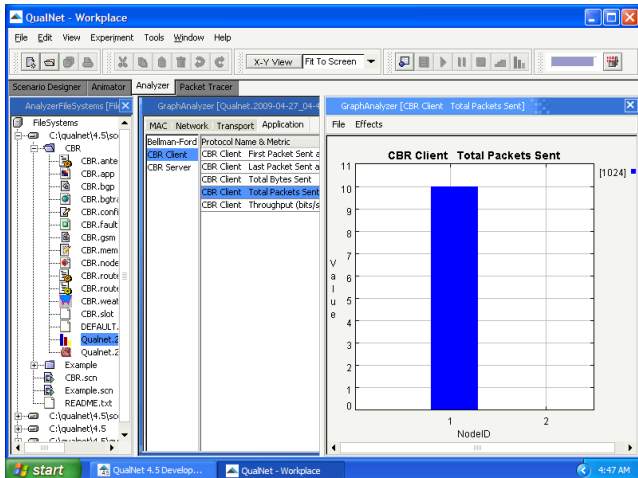


- Просмотр результатов



Пример 2

- Просмотр результатов



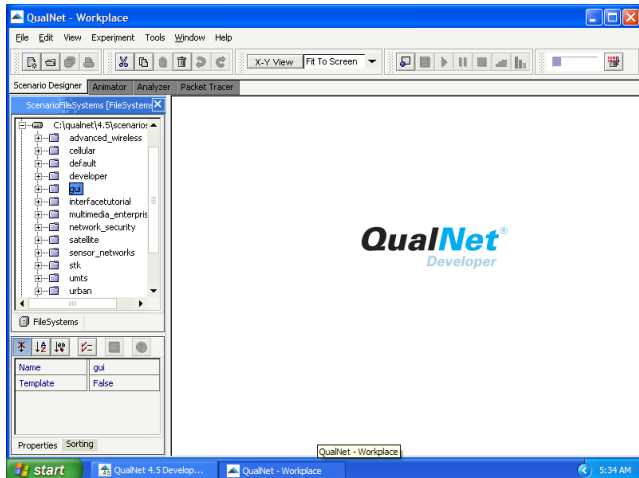
- Просмотр передававшихся пакетов

The screenshot shows the QualNet - Workplace interface with the Packet Tracer window active. The Packet Tracer window displays a list of transmitted packets with the following columns: Serial, Type, Check, Tracing Node, Tracing Pr..., Sim. Time, Originating..., Message S..., Originating..., and Action.

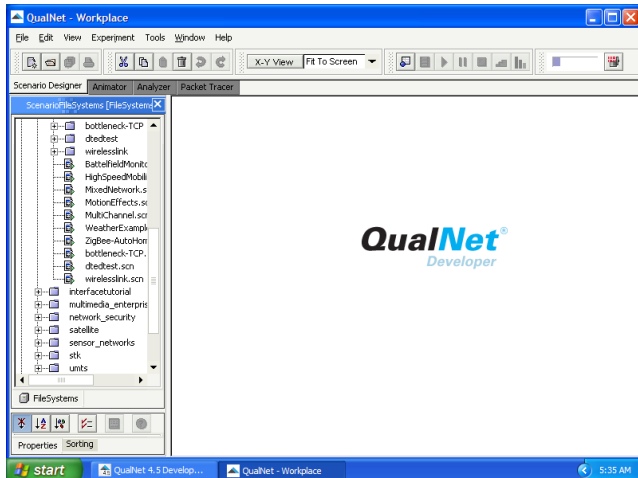
Serial	Type	Check	Tracing Node	Tracing Pr...	Sim. Time	Originating...	Message S...	Originating...	Action
1	CBR		1	CBR	0.0	1	0	CBR	SEND
2	UDP		1	UDP	0.0	1	0	CBR	SEND
3	IPv4		1	IPv4	0.0	1	0	CBR	SEND
4	IPv4		1	IPv4	0.0	1	0	CBR	ENQUEUE
5	IPv4		1	IPv4	0.0	1	0	CBR	DEQUEUE
6	BELLMANF...		1	BELLMANF...	0.0	1	0	BELLMANF...	SEND
7	BELLMANF...		2	BELLMANF...	0.0	2	0	BELLMANF...	SEND
8	IPv4		2	IPv4	0.003272	1	0	CBR	RCV
9	UDP		2	UDP	0.003272	1	0	CBR	RCV
10	CBR		2	CBR	0.003273	1	0	CBR	RCV
11	UDP		2	UDP	0.053704...	2	0	BELLMANF...	SEND
12	IPv4		2	IPv4	0.053704...	2	0	BELLMANF...	SEND
13	IPv4		2	IPv4	0.053704...	2	0	BELLMANF...	ENQUEUE
14	IPv4		2	IPv4	0.053704...	2	0	BELLMANF...	DEQUEUE
15	IPv4		1	IPv4	0.055040...	2	0	BELLMANF...	RCV
16	UDP		1	UDP	0.055040...	2	0	BELLMANF...	RCV
17	BELLMANF...		1	BELLMANF...	0.055041...	2	0	BELLMANF...	RCV
18	UDP		1	UDP	0.149668...	1	1	BELLMANF...	SEND
19	IPv4		1	IPv4	0.149668...	1	1	BELLMANF...	SEND
20	IPv4		1	IPv4	0.149668...	1	1	BELLMANF...	ENQUEUE

- 1 История создания
- 2 Этапы моделирования
- 3 Пример 1
- 4 Пример 2
- 5 Готовые сценарии**

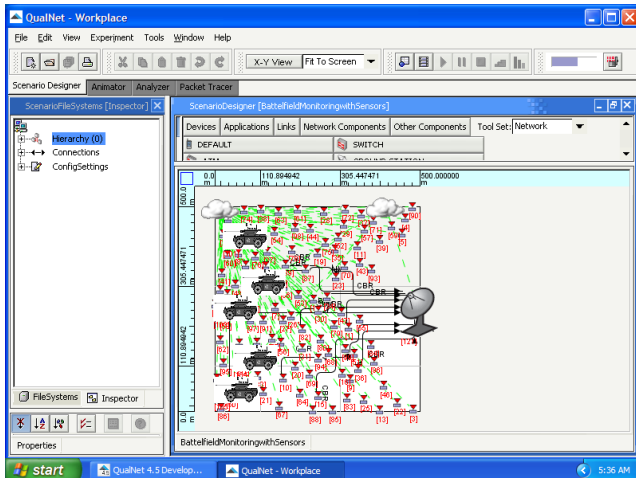
- QualNet включает в себя набор готовых сценариев



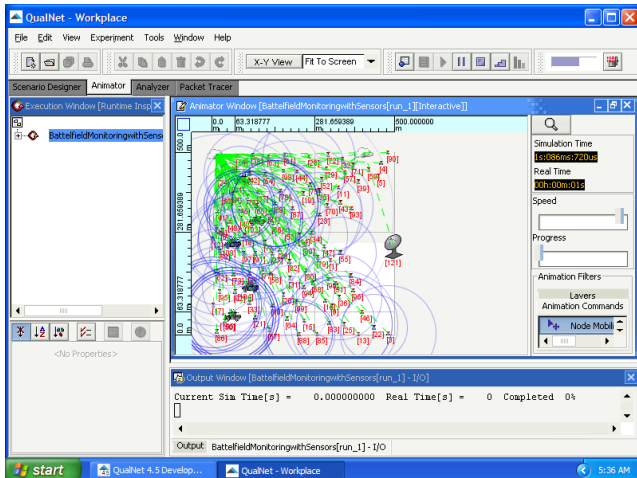
- Но для некоторых могут потребоваться дополнительные лицензии



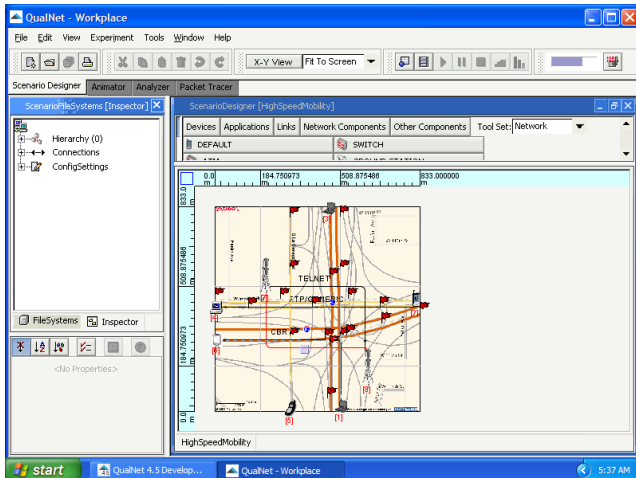
- Battelfield Monitoring with Sensors: сценарий



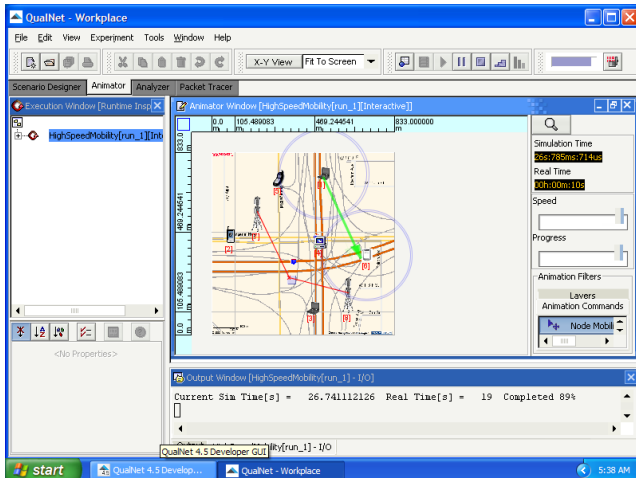
- Battelfield Monitoring with Sensors: анимация



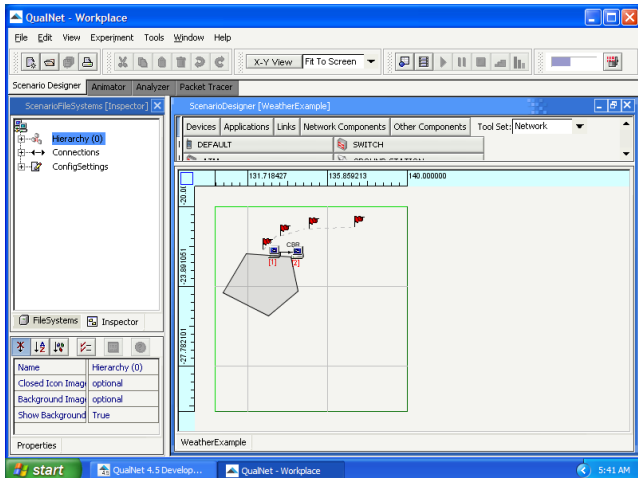
- High-Speed Mobility: сценарий



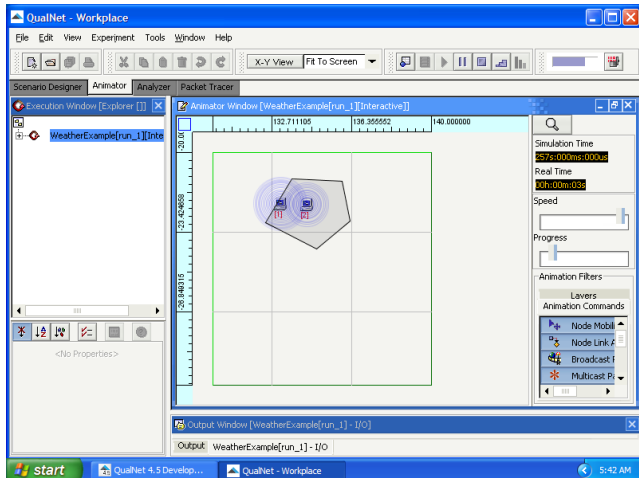
- High-Speed Mobility: анимация



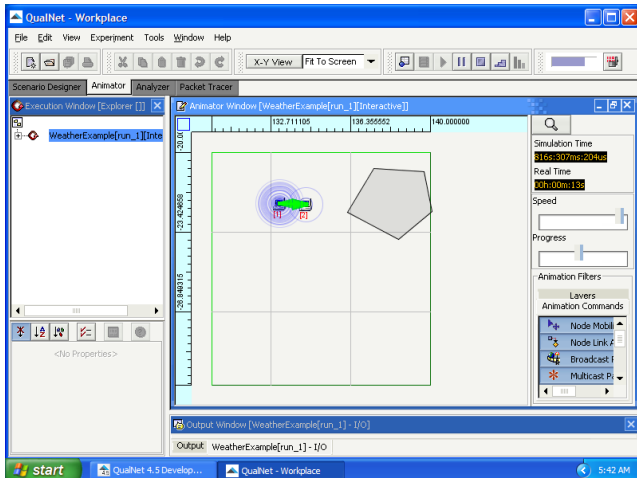
- Weather Example: сценарий



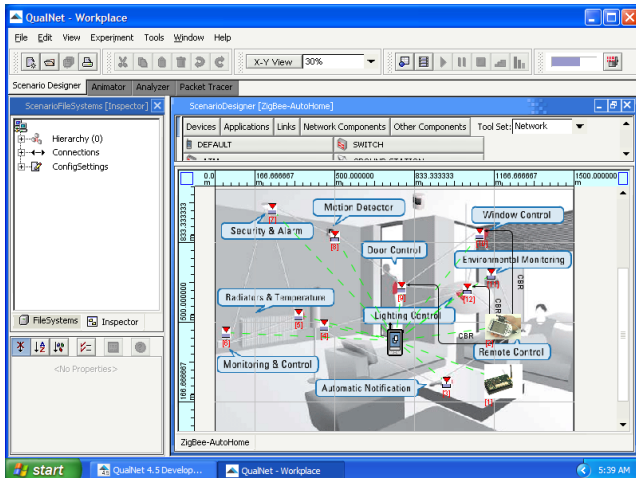
- Weather Example: анимация



- Weather Example: анимация



- ZigBee Auto Home: сценарий



- ZigBee Auto Home: анимация

