

Работа с пакетом моделирования ns-2

Дунайцев Р.А.

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

roman.dunaytsev@spbgut.ru

Лекция № 2

- 1 История создания
- 2 ns-2
- 3 Установка ns-2 в Ubuntu
- 4 Этапы моделирования
- 5 Пример
- 6 Литература

1 История создания

2 ns-2

3 Установка ns-2 в Ubuntu

4 Этапы моделирования

5 Пример

6 Литература

- **Network Simulator (ns)** – имитатор сети, появился в 1989 как модификация имитатора сети **REAL**
- **ns-1** – имитатор сети, версия 1
 - Начало разработки: ~ 1989
 - Языки: C++ и Tcl (Tool command language)
- **ns-2/NS2** – имитатор сети, версия 2
 - Начало разработки: ~ 1996
 - Языки: C++ и OTcl (Object Tcl)
- **ns-3** – имитатор сети, версия 3
 - Начало разработки: ~ 2006
 - Языки: C++ и Python

- ns-2 разрабатывался в рамках проекта **Virtual InterNetwork Testbed (VINT)** при поддержке:
 - Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)
 - National Science Foundation (NSF)
 - University of Southern California / Information Sciences Institute (USC/ISI)
 - Xerox Palo Alto Research Center (Xerox PARC)
 - и др.
- Область применения:
 - Научно-исследовательская работа (НИР)
 - Проектирование и разработка (R&D)
 - Образование
- Распространение и лицензирование:
 - Открытый исходный код (open source)
 - Бесплатное ПО (freeware)

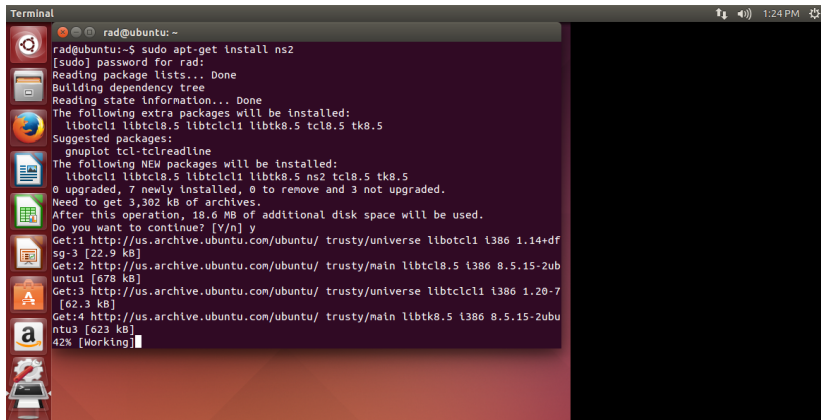
- 1 История создания
- 2 ns-2
- 3 Установка ns-2 в Ubuntu
- 4 Этапы моделирования
- 5 Пример
- 6 Литература

- Официальный сайт ns-2:
 - <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>
 - http://nsnam.isi.edu/nsnam/index.php/Main_Page
- Последняя версия:
 - **ns-allinone-2.35.tar.gz**, 04.11.2011, ~ 60 МБ
 - <http://sourceforge.net/projects/nsnam/files/allinone/ns-allinone-2.35/>
- Системные требования:
 - Компилятор C++
 - ОС UNIX (FreeBSD, Linux, SunOS, Solaris)
 - ОС Windows с Cygwin

- 1 История создания
- 2 ns-2
- 3 Установка ns-2 в Ubuntu**
- 4 Этапы моделирования
- 5 Пример
- 6 Литература

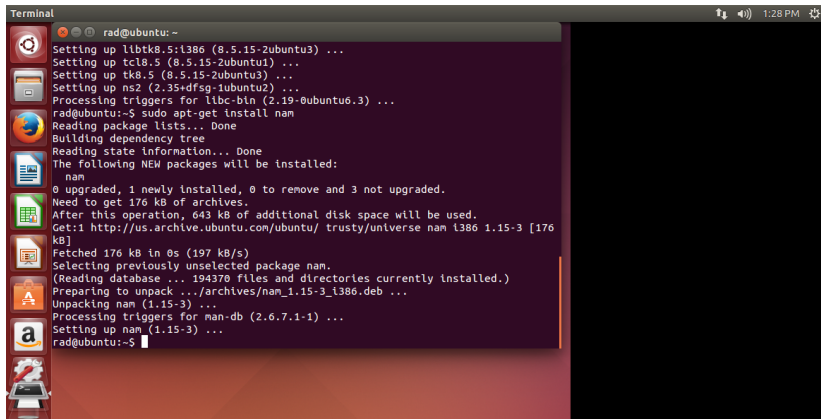
Установка ns-2 в Ubuntu

- Установка ns-2: `sudo apt-get install ns2`
 - Запуск **Terminal**: `<Ctrl>+<Alt>+<T>`



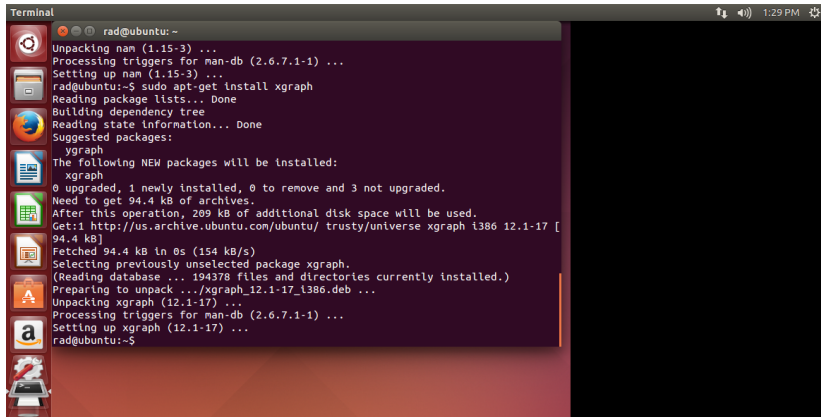
```
Terminal
rad@ubuntu: ~
rad@ubuntu:~$ sudo apt-get install ns2
[sudo] password for rad:
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following extra packages will be installed:
  libotcl1 libtcl8.5 libtclcl1 libtk8.5 tcl8.5 tk8.5
Suggested packages:
  gnuplot tcl-tclreadline
The following NEW packages will be installed:
  libotcl1 libtcl8.5 libtclcl1 libtk8.5 ns2 tcl8.5 tk8.5
0 upgraded, 7 newly installed, 0 to remove and 3 not upgraded.
Need to get 3,302 kB of archives.
After this operation, 18.6 MB of additional disk space will be used.
Do you want to continue? [Y/n] y
Get:1 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu/ trusty/universe libotcl1 i386 1.14+dfsg-3 [22.9 kB]
Get:2 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu/ trusty/main libtcl8.5 i386 8.5.15-2ubuntu1 [678 kB]
Get:3 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu/ trusty/universe libtclcl1 i386 1.20-7 [62.3 kB]
Get:4 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu/ trusty/main libtk8.5 i386 8.5.15-2ubuntu3 [623 kB]
42% [Working]
```

- Установка nam: **sudo apt-get install nam**
 - См. <http://askubuntu.com/questions/467901/segmentation-fault-core-dumped-in-ns2-ubuntu-14-04> ☹



```
Terminal
rad@ubuntu: ~
Setting up libtk8.5:i386 (8.5.15-2ubuntu3) ...
Setting up tcl8.5 (8.5.15-2ubuntu1) ...
Setting up tk8.5 (8.5.15-2ubuntu3) ...
Setting up ns2 (2.35+dfsg-1ubuntu2) ...
Processing triggers for libc-bin (2.19-0ubuntu6.3) ...
rad@ubuntu:~$ sudo apt-get install nam
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following NEW packages will be installed:
  nam
0 upgraded, 1 newly installed, 0 to remove and 3 not upgraded.
Need to get 176 kB of archives.
After this operation, 643 kB of additional disk space will be used.
Get:1 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu/trusty/universe nam i386 1.15-3 [176
kB]
Fetched 176 kB in 0s (197 kB/s)
Selecting previously unselected package nam.
(Reading database ... 194370 files and directories currently installed.)
Preparing to unpack .../archives/nam_1.15-3_i386.deb ...
Unpacking nam (1.15-3) ...
Processing triggers for man-db (2.6.7.1-1) ...
Setting up nam (1.15-3) ...
rad@ubuntu:~$
```

- Установка xgraph: `sudo apt-get install xgraph`

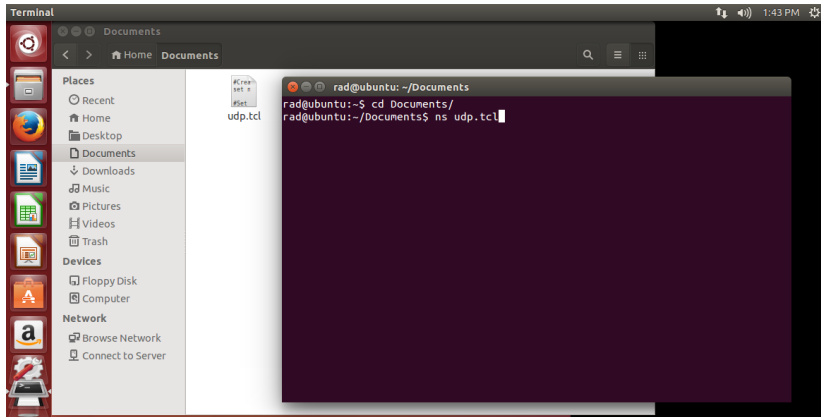


The image shows a terminal window titled "Terminal" with the user "rad@ubuntu: ~". The terminal output shows the installation of the xgraph package. The process starts with the installation of dependencies like 'nam' and 'man-db'. The user then enters the command `sudo apt-get install xgraph`. The terminal displays the following output:

```
rad@ubuntu:~$ sudo apt-get install xgraph
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
Suggested packages:
  ygraph
The following NEW packages will be installed:
  xgraph
0 upgraded, 1 newly installed, 0 to remove and 3 not upgraded.
Need to get 94.4 kB of archives.
After this operation, 209 kB of additional disk space will be used.
Get:1 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu/trusty/universe xgraph 1386 12.1-17 [
94.4 kB]
Fetched 94.4 kB in 0s (154 kB/s)
Selecting previously unselected package xgraph.
(Reading database ... 194378 files and directories currently installed.)
Preparing to unpack ../xgraph_12.1-17_1386.deb ...
Unpacking xgraph (12.1-17) ...
Processing triggers for man-db (2.6.7.1-1) ...
Setting up xgraph (12.1-17) ...
rad@ubuntu:~$
```

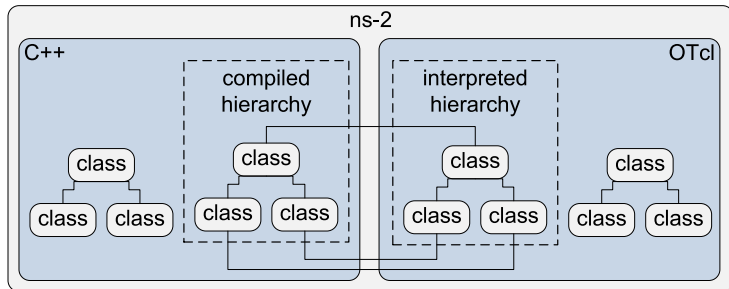
Установка ns-2 в Ubuntu

- Запуск скрипта: `ns <имя файла>.tcl`

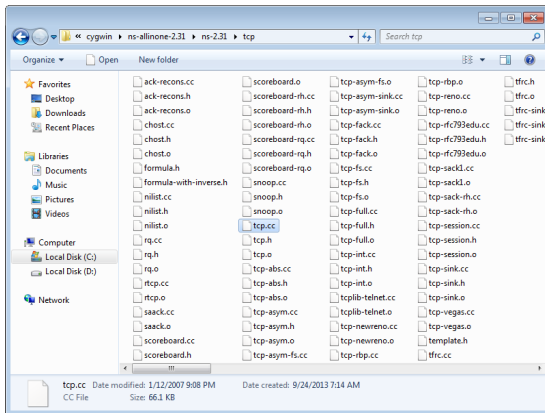


- 1 История создания
- 2 ns-2
- 3 Установка ns-2 в Ubuntu
- 4 Этапы моделирования
- 5 Пример
- 6 Литература

- Архитектура ns-2:
 - Ядро программы на C++
 - Пользовательские скрипты на OTcl
- Для запуска имитационного моделирования:
 - Запустите **XWin Server**
 - Перейдите в директорию со скриптом **имя_файла.tcl**
 - В окне **XWin Server** введите **ns имя_файла.tcl**



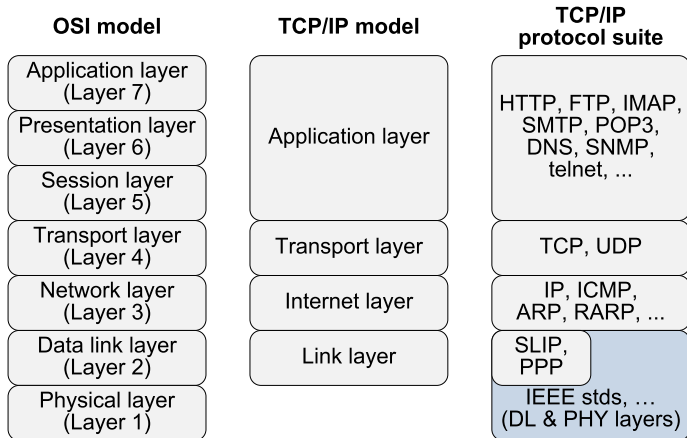
- Возможности ns-2:
 - Большое количество моделей алгоритмов и протоколов
 - Построение графиков в пакете **xgraph**
 - Визуализация работы сети в пакете **nam**



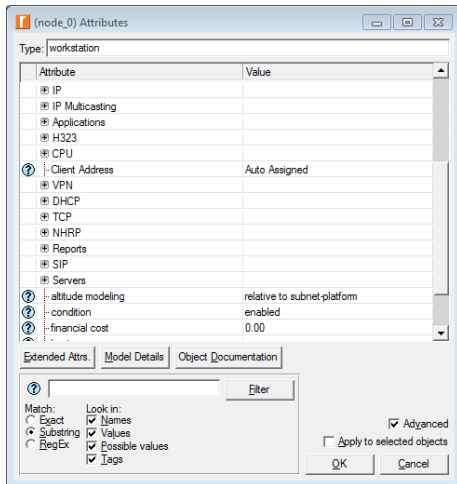
• Этапы моделирования в среде ns-2

- 1 Создание исходного скрипта в текстовом редакторе
 - Создание топологии сети из узлов и соединительных линий
 - Подключение протоколов транспортного уровня (Agent) и приложений (Application) к оконечным узлам
 - Выбор метрик для сбора статистики
 - Запуск имитационного моделирования
 - Просмотр результатов
- 2 Создание копии скрипта
 - Внесение изменений
 - Повторный запуск имитационного моделирования
 - Сравнение полученных результатов
- 3 Вернуться на шаг №2, если требуется

- Стек протоколов TCP/IP



- Сравните с узлом в Riverbed Modeler
 - set node_0 [\$ns node]**

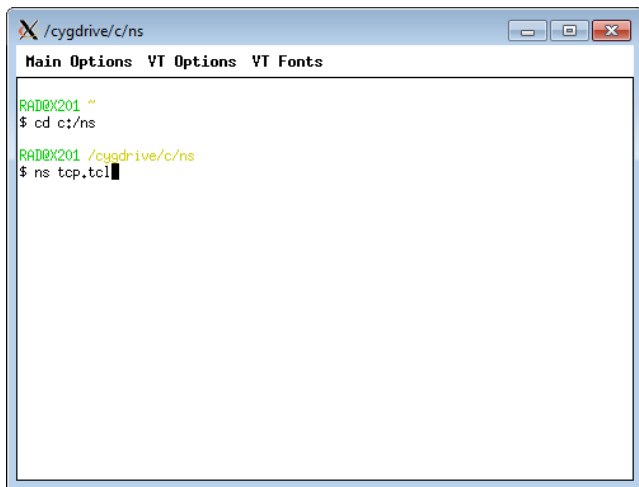


- 1 История создания
- 2 ns-2
- 3 Установка ns-2 в Ubuntu
- 4 Этапы моделирования
- 5 Пример**
- 6 Литература

- 'UDP vs. TCP: управление скоростью передачи и отслеживание перегрузок сети'

UDP	TCP
Message-oriented	Byte-stream-oriented
Connectionless	Connection-oriented
Stateless	Stateful
Unreliable	Reliable
Unicast and multicast	Unicast only
Used by a few user applications (VoIP, multimedia streaming, etc.)	Used by many user applications (WWW, email, FTP, Telnet, etc.)
Used by many network services (RIP, SNMP, DNS, etc.)	Used by a few network services (e.g., DNS zone transfers)

- Запуск скрипта `c:/ns/tcp.tcl` в XWin Server



The image shows a terminal window titled `/cygdrive/c/ns`. The window has a menu bar with `Main Options`, `VT Options`, and `VT Fonts`. The terminal content shows the following sequence of commands and prompts:

```
RAD@X201 ~  
$ cd c:/ns  
RAD@X201 /cygdrive/c/ns  
$ ns tcp.tcl
```

- Файл out.nam

```

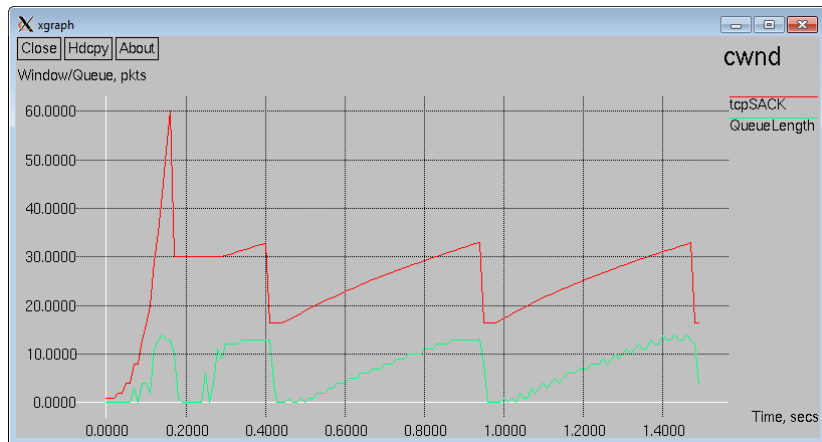
Lister - [c:\ns\out.nam]
File Edit Options Encoding Help 0%
U -t * -v 1.0a5 -a 0
A -t * -n 1 -p 0 -o 0xffffffff -c 31 -a 1
A -t * -h 1 -m 2147483647 -s 0
c -t * -i 1 -n Red
n -t * -a 0 -s 0 -S UP -v circle -c black -i black
n -t * -a 1 -s 1 -S UP -v circle -c black -i black
n -t * -a 2 -s 2 -S UP -v circle -c black -i black
l -t * -s 0 -d 1 -S UP -r 10000000 -b 0.002 -c black -o right
l -t * -s 1 -d 2 -S UP -r 10000000 -b 0.0080000000000000002 -c black -o right
q -t * -s 2 -d 1 -a 0.5
q -t * -s 1 -d 2 -a 0.5
+ -t 0 -s 0 -d 1 -p tcp -e 40 -c 1 -i 0 -a 1 -x {0.0 2.0 0} ----- null}
- -t 0 -s 0 -d 1 -p tcp -e 40 -c 1 -i 0 -a 1 -x {0.0 2.0 0} ----- null}
h -t 0 -s 0 -d 1 -p tcp -e 40 -c 1 -i 0 -a 1 -x {0.0 2.0 -1} ----- null}
r -t 0.0020032 -s 0 -d 1 -p tcp -e 40 -c 1 -i 0 -a 1 -x {0.0 2.0 0} ----- null}
+ -t 0.0020032 -s 1 -d 2 -p tcp -e 40 -c 1 -i 0 -a 1 -x {0.0 2.0 0} ----- null}
- -t 0.0020032 -s 1 -d 2 -p tcp -e 40 -c 1 -i 0 -a 1 -x {0.0 2.0 0} ----- null}
h -t 0.0020032 -s 1 -d 2 -p tcp -e 40 -c 1 -i 0 -a 1 -x {0.0 2.0 -1} ----- null}
r -t 0.0100352 -s 1 -d 2 -p tcp -e 40 -c 1 -i 0 -a 1 -x {0.0 2.0 0} ----- null}
+ -t 0.0100352 -s 2 -d 1 -p ack -e 40 -c 1 -i 1 -a 1 -x {2.0 0.0 0} ----- null}
- -t 0.0100352 -s 2 -d 1 -p ack -e 40 -c 1 -i 1 -a 1 -x {2.0 0.0 0} ----- null}
h -t 0.0100352 -s 2 -d 1 -p ack -e 40 -c 1 -i 1 -a 1 -x {2.0 0.0 -1} ----- null}
r -t 0.0180672 -s 2 -d 1 -p ack -e 40 -c 1 -i 1 -a 1 -x {2.0 0.0 0} ----- null}
+ -t 0.0180672 -s 1 -d 0 -p ack -e 40 -c 1 -i 1 -a 1 -x {2.0 0.0 0} ----- null}
- -t 0.0180672 -s 1 -d 0 -p ack -e 40 -c 1 -i 1 -a 1 -x {2.0 0.0 0} ----- null}
h -t 0.0180672 -s 1 -d 0 -p ack -e 40 -c 1 -i 1 -a 1 -x {2.0 0.0 -1} ----- null}
r -t 0.0200704 -s 1 -d 0 -p ack -e 40 -c 1 -i 1 -a 1 -x {2.0 0.0 0} ----- null}
+ -t 0.0200704 -s 0 -d 1 -p tcp -e 1500 -c 1 -i 2 -a 1 -x {0.0 2.0 1} ----- null}
- -t 0.0200704 -s 0 -d 1 -p tcp -e 1500 -c 1 -i 2 -a 1 -x {0.0 2.0 1} ----- null}
h -t 0.0200704 -s 0 -d 1 -p tcp -e 1500 -c 1 -i 2 -a 1 -x {0.0 2.0 -1} ----- null}
+ -t 0.0200704 -s 0 -d 1 -p tcp -e 1500 -c 1 -i 3 -a 1 -x {0.0 2.0 2} ----- null}
- -t 0.0201904 -s 0 -d 1 -p tcp -e 1500 -c 1 -i 3 -a 1 -x {0.0 2.0 2} ----- null}
h -t 0.0201904 -s 0 -d 1 -p tcp -e 1500 -c 1 -i 3 -a 1 -x {0.0 2.0 -1} ----- null}

```

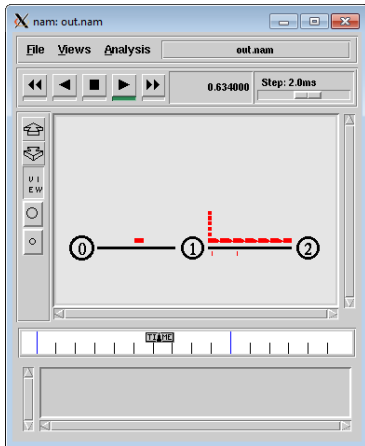
- Файл собранной статистики по Round-Trip Time (RTT)

```
Lister - [C:\ns\trace]
File Edit Options Encoding Help
92 %
0.00000 -1 -1 -1 -1 rtt_ 0.000
0.02007 0 0 2 0 rtt_ 0.020
0.04143 0 0 2 0 rtt_ 0.021
0.06278 0 0 2 0 rtt_ 0.022
0.08414 0 0 2 0 rtt_ 0.021
0.10549 0 0 2 0 rtt_ 0.022
0.12685 0 0 2 0 rtt_ 0.021
0.29275 0 0 2 0 rtt_ 0.026
0.32875 0 0 2 0 rtt_ 0.036
0.40195 0 0 2 0 rtt_ 0.037
0.44731 0 0 2 0 rtt_ 0.021
0.46867 0 0 2 0 rtt_ 0.022
0.49002 0 0 2 0 rtt_ 0.021
0.51162 0 0 2 0 rtt_ 0.022
0.55042 0 0 2 0 rtt_ 0.024
0.58362 0 0 2 0 rtt_ 0.026
0.63762 0 0 2 0 rtt_ 0.028
0.69642 0 0 2 0 rtt_ 0.030
0.72762 0 0 2 0 rtt_ 0.032
0.79362 0 0 2 0 rtt_ 0.034
0.86442 0 0 2 0 rtt_ 0.036
0.90162 0 0 2 0 rtt_ 0.038
0.98179 0 0 2 0 rtt_ 0.022
1.00314 0 0 2 0 rtt_ 0.021
1.02450 0 0 2 0 rtt_ 0.022
1.04610 0 0 2 0 rtt_ 0.021
1.06890 0 0 2 0 rtt_ 0.023
1.09290 0 0 2 0 rtt_ 0.024
1.11810 0 0 2 0 rtt_ 0.025
1.14450 0 0 2 0 rtt_ 0.027
1.20090 0 0 2 0 rtt_ 0.029
1.23090 0 0 2 0 rtt_ 0.030
1.26210 0 0 2 0 rtt_ 0.031
```

- Построение графиков в пакете xgraph



- Визуализация работы сети в пакете **nam**



- 1 История создания
- 2 ns-2
- 3 Установка ns-2 в Ubuntu
- 4 Этапы моделирования
- 5 Пример
- 6 Литература**

-  А.М. Галкин, Е.А. Кучерявый, Д.А. Молчанов, 'Пакет моделирования NS2: учебное пособие,' – СПб.: СПбГУТ, 2007
-  Eitan Altman, Tania Jimenez, 'NS Simulator for Beginners,' – Morgan&Claypool Publishers, 2012
-  Teerawat Issariyakul, Ekram Hossain, 'Introduction to Network Simulator NS2,' – Springer, 2012
-  <http://nile.wpi.edu/NS/>
-  <https://www.isi.edu/nsnam/ns/tutorial/index.html>
-  <https://www-sop.inria.fr/members/Eitan.Altman/ns.htm>