

# Моделирование инфокоммуникационных сетей и систем. Моделирование в среде ns-2

Дунайцев Р.А.

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

[roman.dunaytsev@spbgut.ru](mailto:roman.dunaytsev@spbgut.ru)

Лекция № 3

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

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

- Официальный сайт ns-2:
  - <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>
  - [http://nsnam.isi.edu/nsnam/index.php/Main\\_Page](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

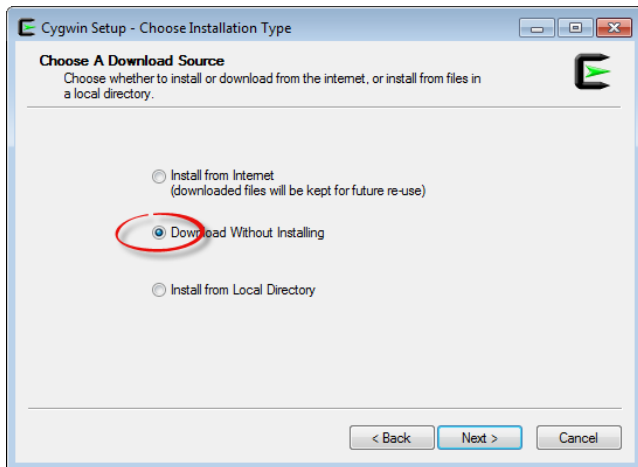
- 1 История создания
- 2 ns-2
- 3 Установка Cygwin**
- 4 Установка ns-2
- 5 Установка ns-2 в Ubuntu
- 6 Этапы моделирования
- 7 Пример
- 8 Литература



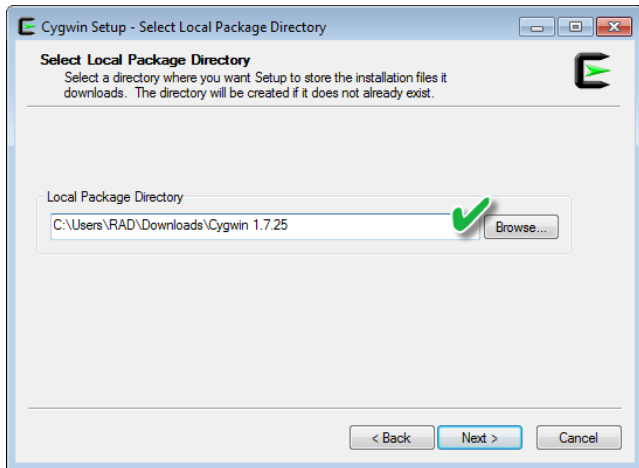
- **Cygwin** – UNIX-подобная среда и интерфейс командной строки для Microsoft Windows
  - Представляет собой инструмент для портирования ПО UNIX в Windows
  - Включает в себя инструменты разработки для выполнения основных задач программирования, а также и некоторые прикладные программы, эквивалентные базовому ПО UNIX
  - <http://www.cygwin.com>
- Последняя версия:
  - **1.7.32**
  - `setup-x86.exe` (32-битная ОС) или `setup-x86_64.exe` (64-битная ОС)
  - <http://www.cygwin.com/install.html>

- 2 режима установки Cygwin:
  - 'С нуля'
  - Обновление ранее установленной версии
- Рекомендуемая последовательность установки:
  - Скачать **setup.exe** (~ 1 МБ)
  - Запустить **setup.exe** и скачать весь пакет (~ 6 ГБ)
  - Запустить **setup.exe** и произвести установку пакета с диска

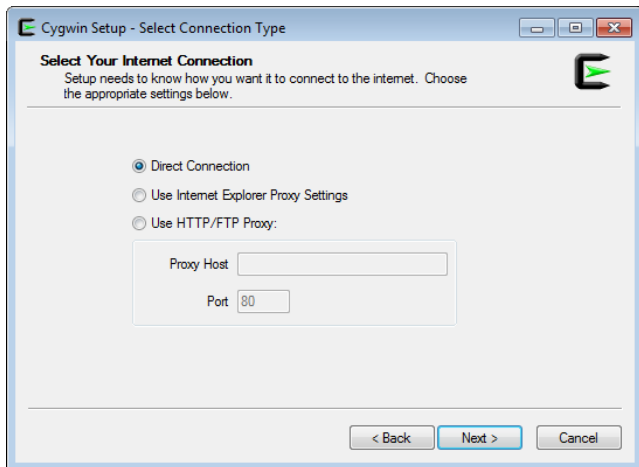
- Загрузка пакета без немедленной установки



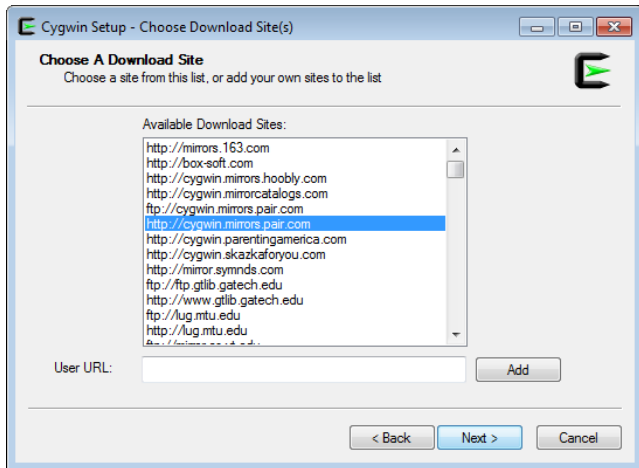
- Указание пути сохранения (общий размер пакета около 6 ГБ!)



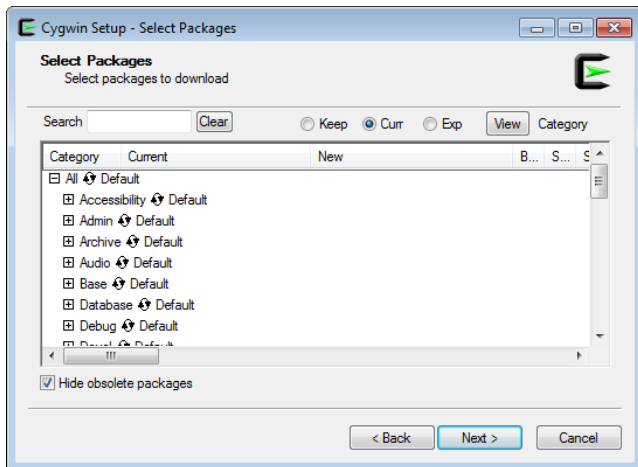
- Настройки Интернет-соединения



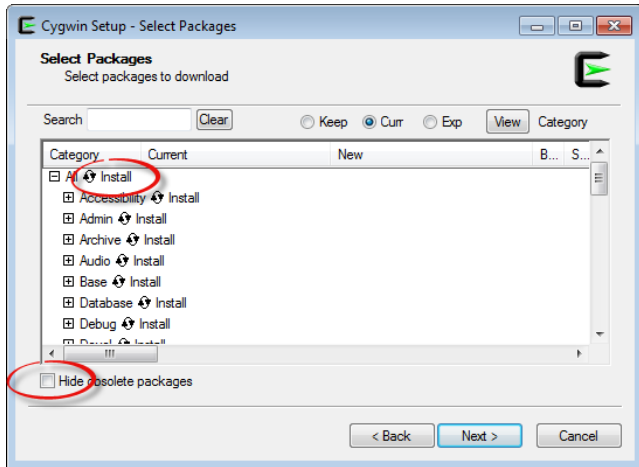
- Выбор сервера (могут быть разрывы соединения!)



- Исходные настройки для загрузки

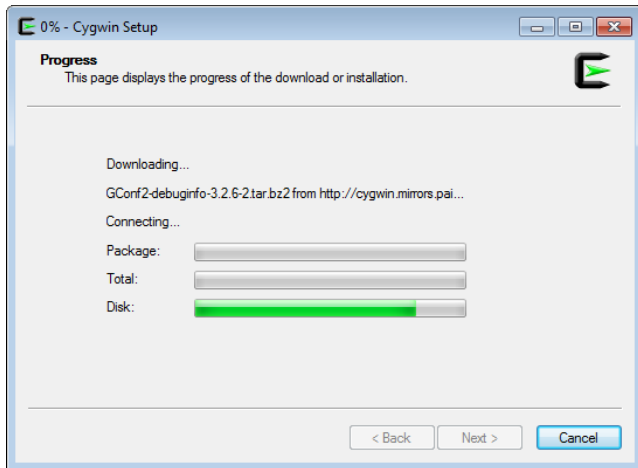


- Снять галочку **Hide obsolete packages** и выбрать **Install**

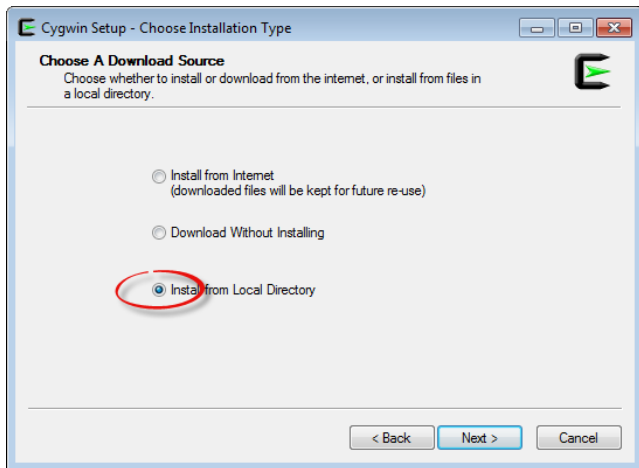




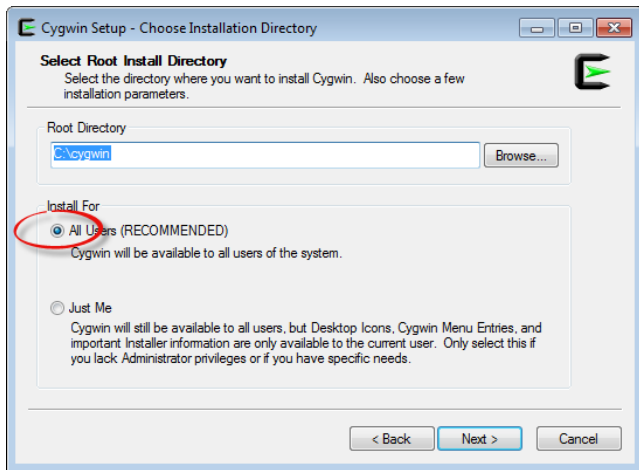
- Загрузка пакета (занимает много времени!)



- Установка пакета с жесткого диска

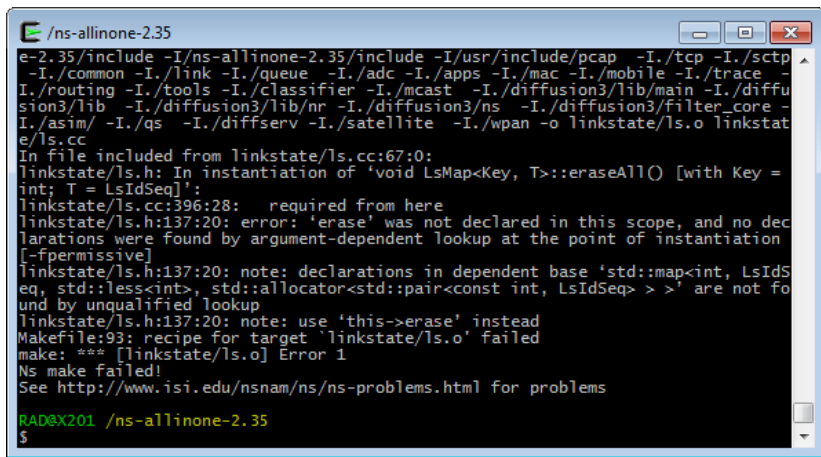


- Выбрать установку для всех пользователей в корень диска c:/
  - Общий размер c:/cygwin около 14 ГБ!



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

- Ns make failed

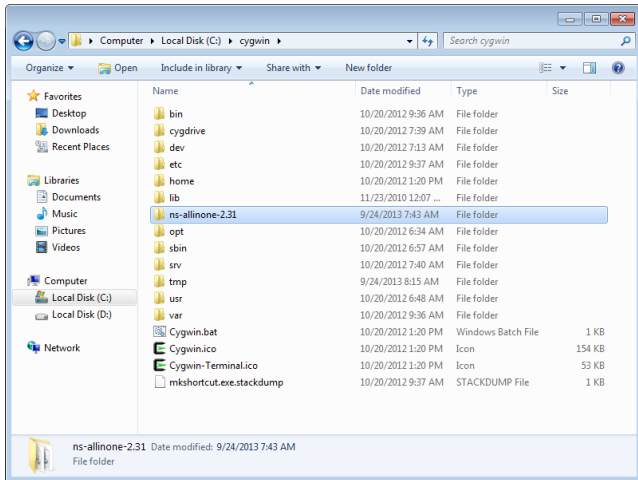


```
e-2.35/include -I/ns-allinone-2.35/include -I/usr/include/pcap -I./tcp -I./sctp
-I./common -I./link -I./queue -I./adc -I./apps -I./mac -I./mobile -I./trace -
I./routing -I./tools -I./classifier -I./mcast -I./diffusion3/lib/main -I./diffu
sion3/lib -I./diffusion3/lib/nr -I./diffusion3/ns -I./diffusion3/filter_core -
I./asim/ -I./qs -I./diffserv -I./satellite -I./wpan -o linkstate/ls.o linkstat
e/ls.cc
In file included from linkstate/ls.cc:67:0:
linkstate/ls.h: In instantiation of 'void LsMap<Key, T>::eraseAll() [with Key =
int; T = LsIdSeq]':
linkstate/ls.cc:396:28:   required from here
linkstate/ls.h:137:20: error: 'erase' was not declared in this scope, and no dec
larations were found by argument-dependent lookup at the point of instantiation
[-fpermissive]
linkstate/ls.h:137:20: note: declarations in dependent base 'std::map<int, LsIdS
eq, std::less<int>, std::allocator<std::pair<const int, LsIdSeq> > >' are not fo
und by unqualified lookup
linkstate/ls.h:137:20: note: use 'this->erase' instead
Makefile:93: recipe for target 'linkstate/ls.o' failed
make: *** [linkstate/ls.o] Error 1
Ns make failed!
See http://www.isi.edu/nsnam/ns/ns-problems.html for problems

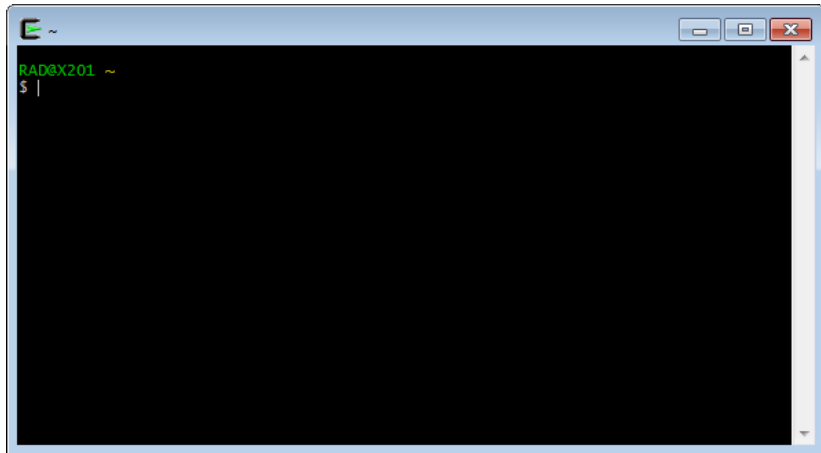
RAD@X201 /ns-allinone-2.35
$
```

- Моя попытка установить **ns-2.35** в **Cygwin 1.7.25** на **Windows 7 Enterprise SP1 x64** оказалась неуспешной ☹
  - ns-allinone-2.35 отказался работать как на 32-, так и на 64-битной версии Cygwin 1.7.25
  - Возможно, вам повезет больше ...
- Зато удалось установить **ns-2.31** в **Cygwin 1.7.16-1** 😊
  - Чтобы получить пакет Cygwin 1.7.16-1, пишите на [roman.dunaytsev@spbgut.ru](mailto:roman.dunaytsev@spbgut.ru)
  - Общий размер пакета около 4 ГБ!

- Распаковать архив **ns-allinone-2.31.tar.gz** в **c:/cygwin**
  - <http://sourceforge.net/projects/nsnam/files/allinone/ns-allinone-2.31/>

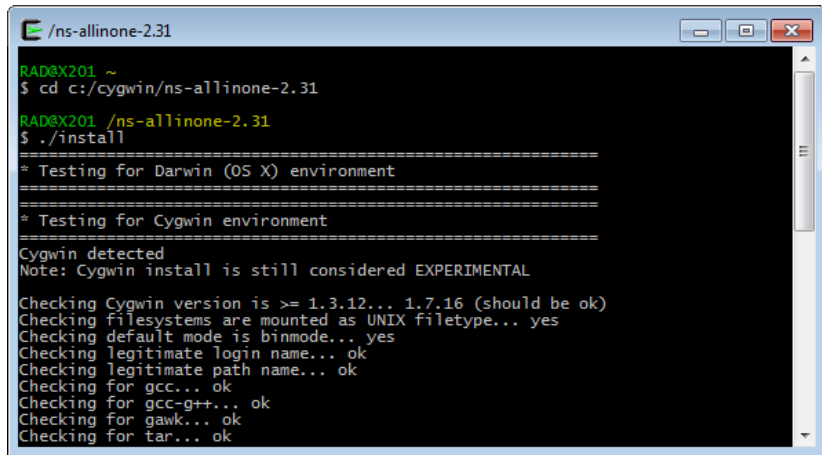


- Запустить Cygwin Terminal





- Перейти в `c:/cygwin/ns-allinone-2.31` и ввести `./install`



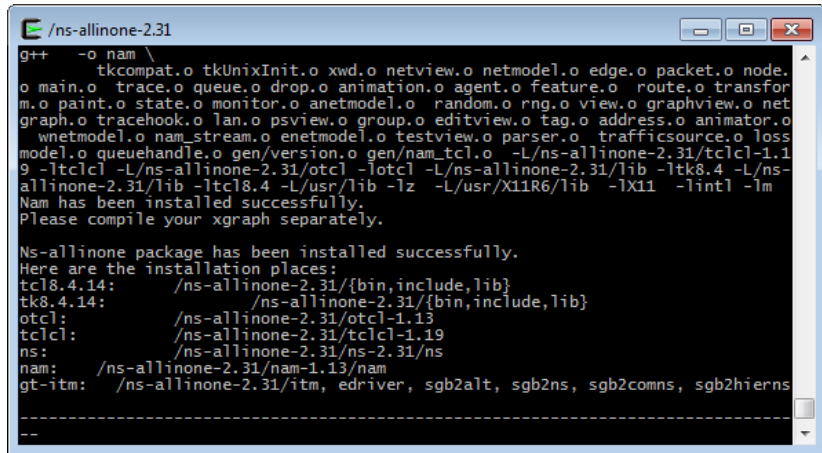
```

/ns-allinone-2.31
RAD@X201 ~
$ cd c:/cygwin/ns-allinone-2.31
RAD@X201 /ns-allinone-2.31
$ ./install
=====
* Testing for Darwin (OS X) environment
=====
* Testing for Cygwin environment
=====
Cygwin detected
Note: Cygwin install is still considered EXPERIMENTAL

Checking Cygwin version is >= 1.3.12... 1.7.16 (should be ok)
Checking filesystems are mounted as UNIX filetype... yes
Checking default mode is binmode... yes
Checking legitimate login name... ok
Checking legitimate path name... ok
Checking for gcc... ok
Checking for gcc-g++... ok
Checking for gawk... ok
Checking for tar... ok

```

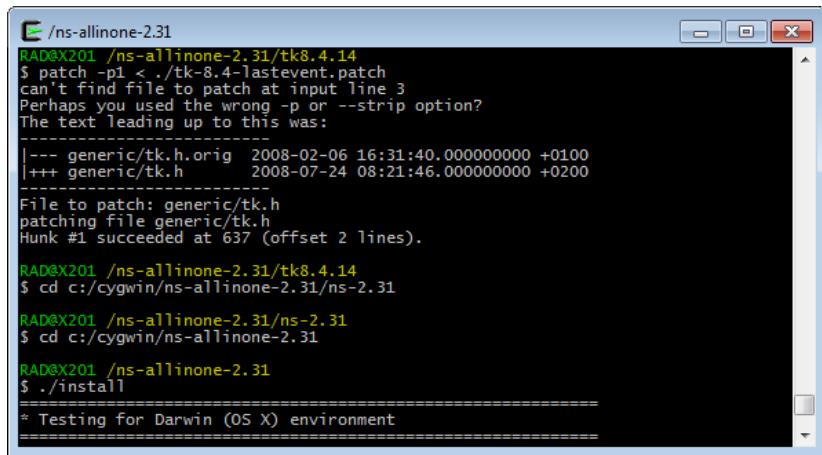
- Установка ns-allinone-2.31 завершена



```
g++ -o nam \  
    tkcompat.o tkUnixInit.o xwd.o netview.o netmodel.o edge.o packet.o node.  
o main.o trace.o queue.o drop.o animation.o agent.o feature.o route.o transfor  
m.o paint.o state.o monitor.o anetmodel.o random.o rng.o view.o graphview.o net  
graph.o tracehook.o lan.o psview.o group.o editview.o tag.o address.o animator.o  
wnetmodel.o nam_stream.o enetmodel.o testview.o parser.o trafficsource.o loss  
model.o queuehandle.o gen/version.o gen/nam_tcl.o -L/ns-allinone-2.31/tclcl-1.1  
9 -ltclcl -L/ns-allinone-2.31/otcl -lotcl -L/ns-allinone-2.31/lib -ltk8.4 -L/ns-  
allinone-2.31/lib -ltcl8.4 -L/usr/lib -lz -L/usr/X11R6/lib -lX11 -lintl -lm  
Nam has been installed successfully.  
Please compile your xgraph separately.  
  
Ns-allinone package has been installed successfully.  
Here are the installation places:  
tcl8.4.14:      /ns-allinone-2.31/{bin,include,lib}  
tk8.4.14:      /ns-allinone-2.31/{bin,include,lib}  
otcl:          /ns-allinone-2.31/otcl-1.13  
tclcl:         /ns-allinone-2.31/tclcl-1.19  
ns:            /ns-allinone-2.31/ns-2.31/ns  
nam:           /ns-allinone-2.31/nam-1.13/nam  
gt-itm:        /ns-allinone-2.31/itm, edriver, sgb2alt, sgb2ns, sgb2comns, sgb2hierns  
-----  
--
```

- Для корректной работы анимации в пакете **nam** необходимо пропатчить файл **tk.h**:
  - Скачать файл **tk-8.4-lastevent.patch** с [http://bugs.gentoo.org/show\\_bug.cgi?id=225999](http://bugs.gentoo.org/show_bug.cgi?id=225999)
  - Сохранить его в **c:/cygwin/ns-allinone-2.31/tk8.4.14**
  - Перейти в **c:/cygwin/ns-allinone-2.31/tk8.4.14** и ввести **patch -p1 < ./tk-8.4-lastevent.patch**
  - В случае проблем, заменить **-p1** на **-p0**
  - На запрос имени файла, который надо пропатчить, ввести **generic/tk.h**
  - Перейти в **c:/cygwin/ns-allinone-2.31** и вновь запустить установку с помощью **./install**

- Запуск патча и повторная установка ns-2



```
/ns-allinone-2.31
RAD@X201 /ns-allinone-2.31/tk8.4.14
$ patch -p1 < ./tk-8.4-lastevent.patch
can't find file to patch at input line 3
Perhaps you used the wrong -p or --strip option?
The text leading up to this was:
-----
|--- generic/tk.h.orig      2008-02-06 16:31:40.000000000 +0100
|+++ generic/tk.h          2008-07-24 08:21:46.000000000 +0200
-----
File to patch: generic/tk.h
patching file generic/tk.h
Hunk #1 succeeded at 637 (offset 2 lines).

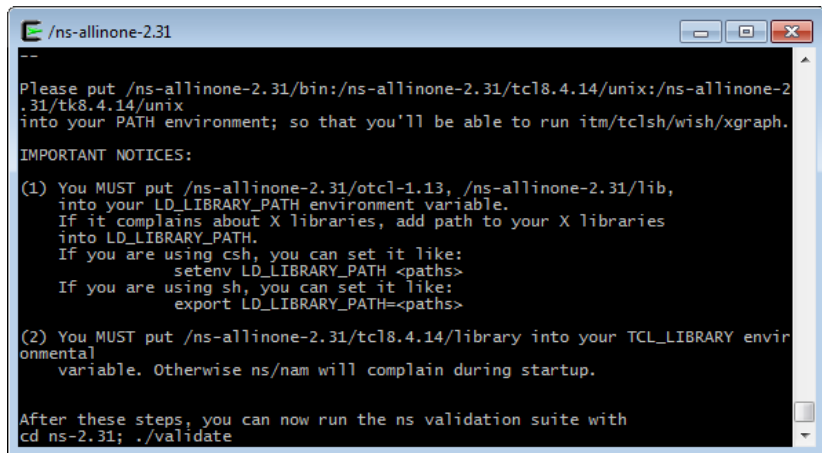
RAD@X201 /ns-allinone-2.31/tk8.4.14
$ cd c:/cygwin/ns-allinone-2.31/ns-2.31

RAD@X201 /ns-allinone-2.31/ns-2.31
$ cd c:/cygwin/ns-allinone-2.31

RAD@X201 /ns-allinone-2.31
$ ./install

=====
* Testing for Darwin (OS X) environment
=====
```

- По окончании установки, необходимо добавить ряд переменных окружения



```
/ns-allinone-2.31
--
Please put /ns-allinone-2.31/bin:/ns-allinone-2.31/tcl8.4.14/unix:/ns-allinone-2.31/tk8.4.14/unix
into your PATH environment; so that you'll be able to run itm/tclsh/wish/xgraph.

IMPORTANT NOTICES:

(1) You MUST put /ns-allinone-2.31/otcl-1.13, /ns-allinone-2.31/lib,
into your LD_LIBRARY_PATH environment variable.
If it complains about X libraries, add path to your X libraries
into LD_LIBRARY_PATH.
If you are using csh, you can set it like:
    setenv LD_LIBRARY_PATH <paths>
If you are using sh, you can set it like:
    export LD_LIBRARY_PATH=<paths>

(2) You MUST put /ns-allinone-2.31/tcl8.4.14/library into your TCL_LIBRARY enviro
nmental
variable. Otherwise ns/nam will complain during startup.

After these steps, you can now run the ns validation suite with
cd ns-2.31; ./validate
```

- Переменные окружения:

- ① **Path**

- /ns-allinone-2.31/bin;/ns-allinone-2.31/tcl8.4.14/unix;  
/ns-allinone-2.31/tk8.4.14/unix

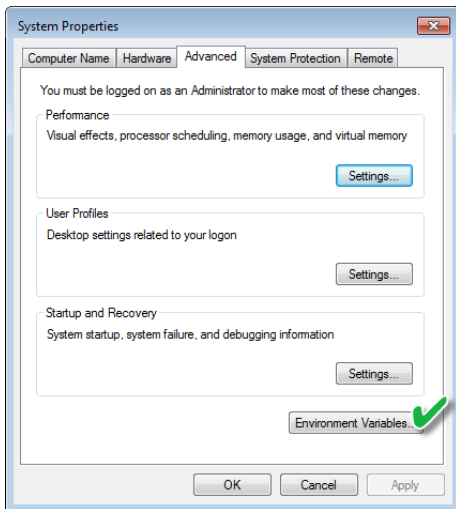
- ② **LD\_LIBRARY\_PATH**

- /ns-allinone-2.31/otcl-1.13;/ns-allinone-2.31/lib

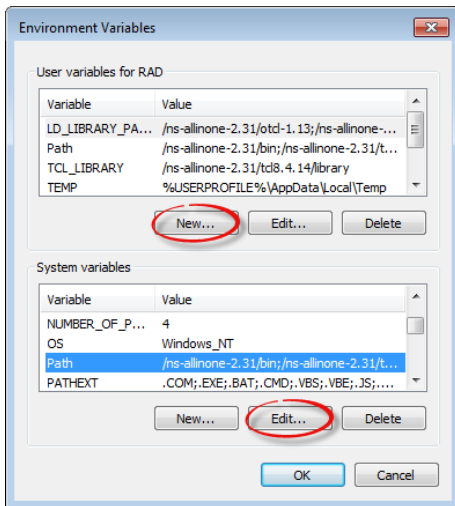
- ③ **TCL\_LIBRARY**

- /ns-allinone-2.31/tcl8.4.14/library

- Переменные окружения в Windows 7

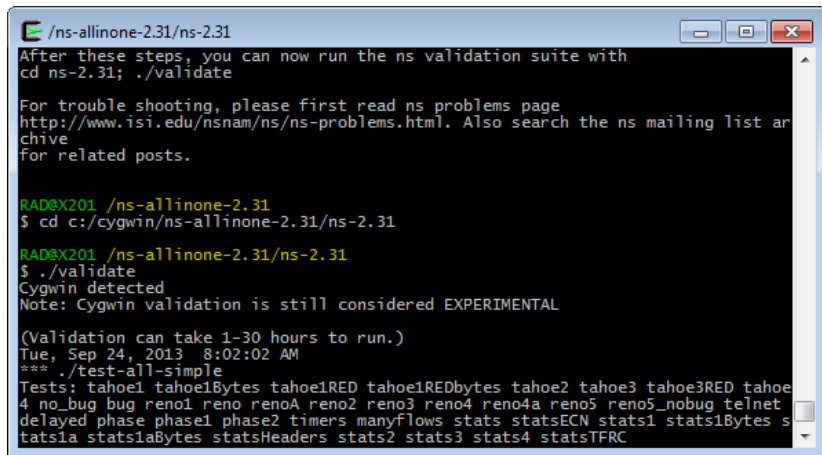


- Добавление переменных окружения





- Перейти в `c:/cygwin/ns-allinone-2.31/ns-2.31` и запустить проверку с помощью `./validate`



```

/ns-allinone-2.31/ns-2.31
After these steps, you can now run the ns validation suite with
cd ns-2.31; ./validate

For trouble shooting, please first read ns problems page
http://www.isi.edu/nsnam/ns/ns-problems.html. Also search the ns mailing list ar
chive
for related posts.

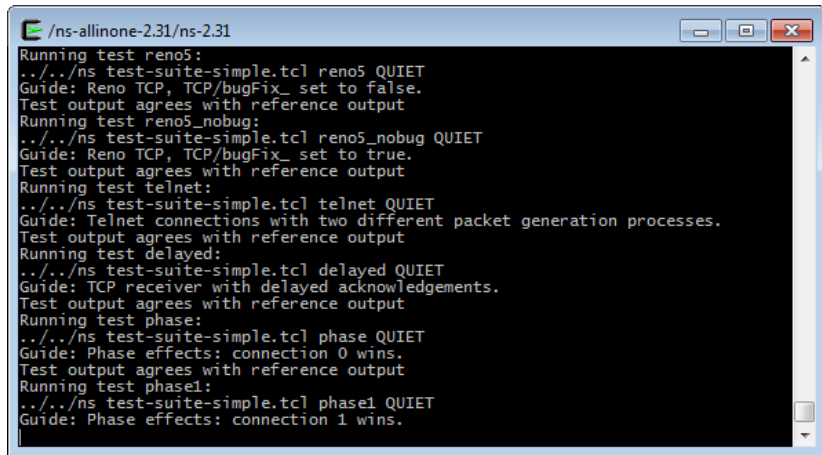
RAD@X201 /ns-allinone-2.31
$ cd c:/cygwin/ns-allinone-2.31/ns-2.31

RAD@X201 /ns-allinone-2.31/ns-2.31
$ ./validate
Cygwin detected
Note: Cygwin validation is still considered EXPERIMENTAL

(Validation can take 1-30 hours to run.)
Tue, Sep 24, 2013 8:02:02 AM
*** ./test-all-simple
Tests: tahoe1 tahoe1Bytes tahoe1RED tahoe1REDbytes tahoe2 tahoe3 tahoe3RED tahoe
4 no_bug bug reno1 reno renoA reno2 reno3 reno4 reno4a reno5 reno5_nobug telnet
delayed phase phase1 phase2 timers manyflows stats statsECN stats1 stats1Bytes s
tats1a stats1aBytes statsHeaders stats2 stats3 stats4 statsTFRC

```

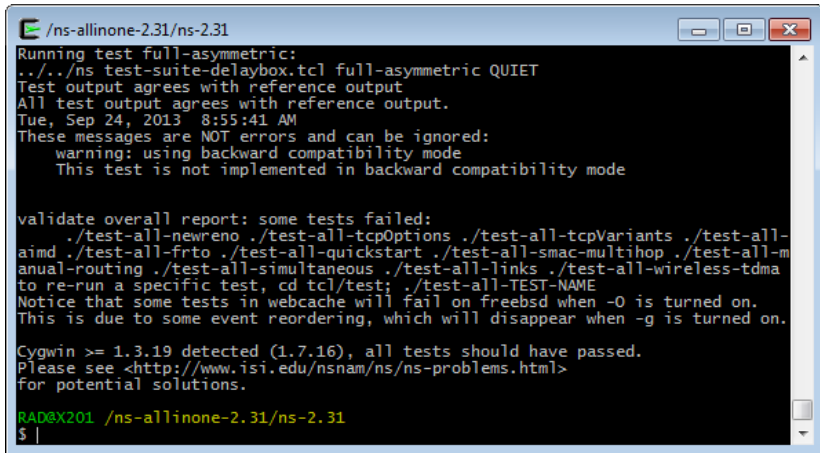
- Проверка работы ns-2 (занимает много времени!)



```
/ns-allinone-2.31/ns-2.31
Running test reno5:
../..ns test-suite-simple.tcl reno5 QUIET
Guide: Reno TCP, TCP/bugFix_ set to false.
Test output agrees with reference output
Running test reno5_nobug:
../..ns test-suite-simple.tcl reno5_nobug QUIET
Guide: Reno TCP, TCP/bugFix_ set to true.
Test output agrees with reference output
Running test telnet:
../..ns test-suite-simple.tcl telnet QUIET
Guide: Telnet connections with two different packet generation processes.
Test output agrees with reference output
Running test delayed:
../..ns test-suite-simple.tcl delayed QUIET
Guide: TCP receiver with delayed acknowledgements.
Test output agrees with reference output
Running test phase:
../..ns test-suite-simple.tcl phase QUIET
Guide: Phase effects: connection 0 wins.
Test output agrees with reference output
Running test phase1:
../..ns test-suite-simple.tcl phase1 QUIET
Guide: Phase effects: connection 1 wins.
```

# Установка ns-2

- Проверка работы ns-2 завершена



```
/ns-allinone-2.31/ns-2.31
Running test full-asymmetric:
../../ns test-suite-delaybox.tcl full-asymmetric QUIET
Test output agrees with reference output
All test output agrees with reference output.
Tue, Sep 24, 2013 8:55:41 AM
These messages are NOT errors and can be ignored:
  warning: using backward compatibility mode
  This test is not implemented in backward compatibility mode

validate overall report: some tests failed:
  ./test-all-newreno ./test-all-tcpOptions ./test-all-tcpVariants ./test-all-
aimd ./test-all-frto ./test-all-quickstart ./test-all-smac-multihop ./test-all-m
anual-routing ./test-all-simultaneous ./test-all-links ./test-all-wireless-tdma
to re-running a specific test, cd tcl/test; ./test-all-TEST-NAME
Notice that some tests in webcache will fail on freebsd when -O is turned on.
This is due to some event reordering, which will disappear when -g is turned on.

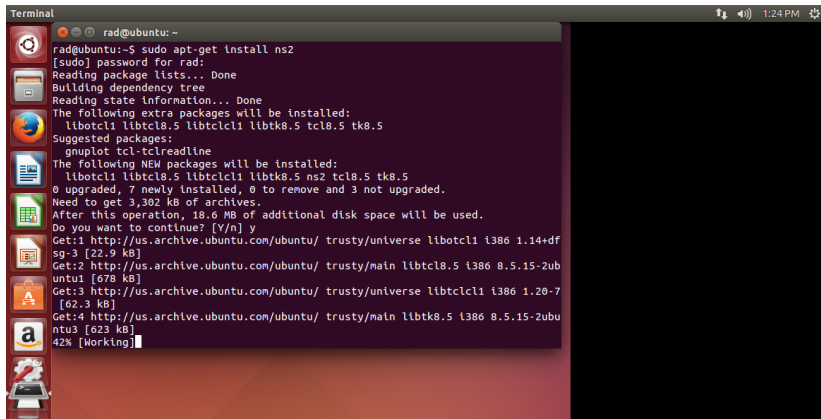
Cygwin >= 1.3.19 detected (1.7.16), all tests should have passed.
Please see <http://www.isi.edu/nsnam/ns/ns-problems.html>
for potential solutions.

RAD@X201 /ns-allinone-2.31/ns-2.31
$ |
```

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

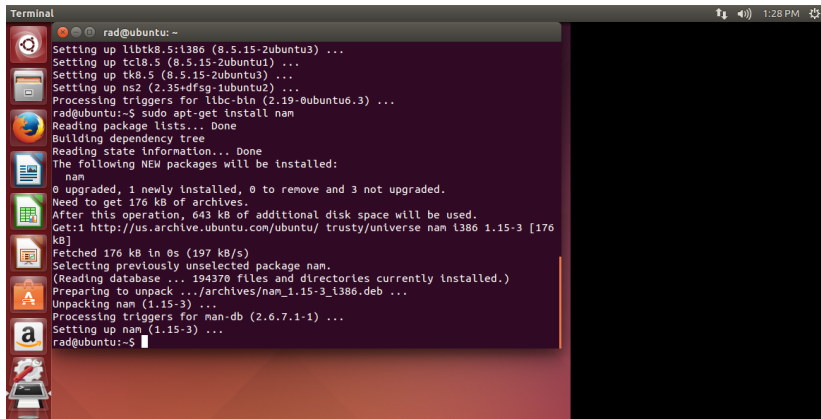
# Установка ns-2 в Ubuntu

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



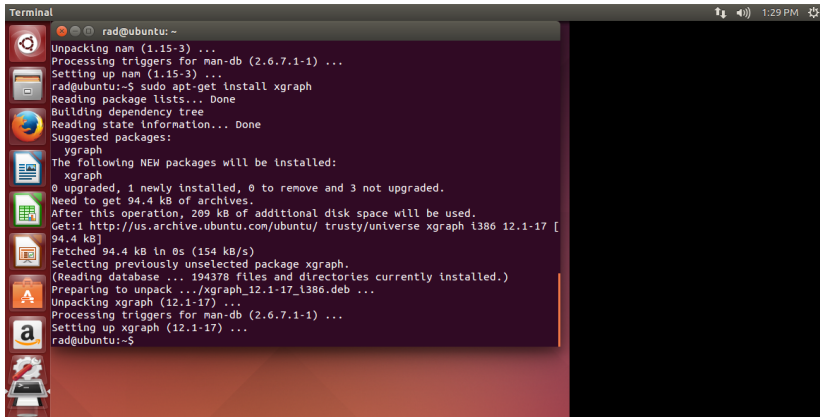
```
Terminal
rad@ubuntu: ~
rad@ubuntu:~$ sudo apt-get install ns2
[sudo] password for rad:
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following extra packages will be installed:
  libotcl1 libtcl8.5 libtclcl1 libtk8.5 tcl8.5 tk8.5
Suggested packages:
  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:~$
```

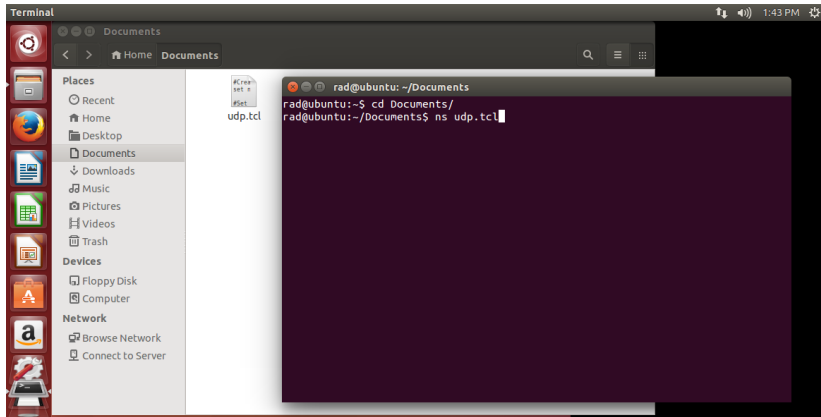
- Установка xgraph: `sudo apt-get install xgraph`

A terminal window titled "Terminal" showing the installation of the xgraph package. The user is logged in as "rad" on an Ubuntu system. The terminal output shows the process of installing xgraph, including reading package lists, building a dependency tree, and downloading the package from the Ubuntu archive. The installation is successful, and the user is returned to the shell prompt.

```
rad@ubuntu: ~  
Unpacking nam (1.15-3) ...  
Processing triggers for man-db (2.6.7.1-1) ...  
Setting up nam (1.15-3) ...  
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

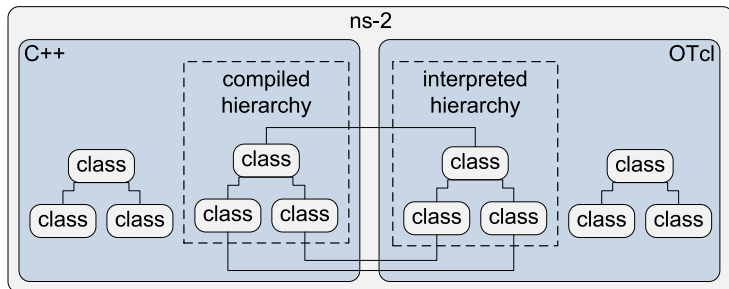
- Запуск скрипта: `ns <имя файла>.tcl`



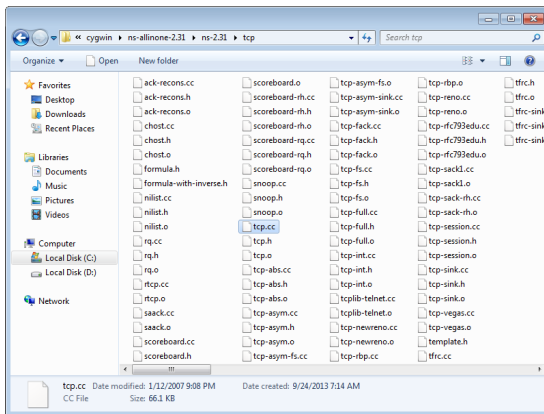


- 1 История создания
- 2 ns-2
- 3 Установка Cygwin
- 4 Установка ns-2
- 5 Установка ns-2 в Ubuntu
- 6 Этапы моделирования**
- 7 Пример
- 8 Литература

- 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**



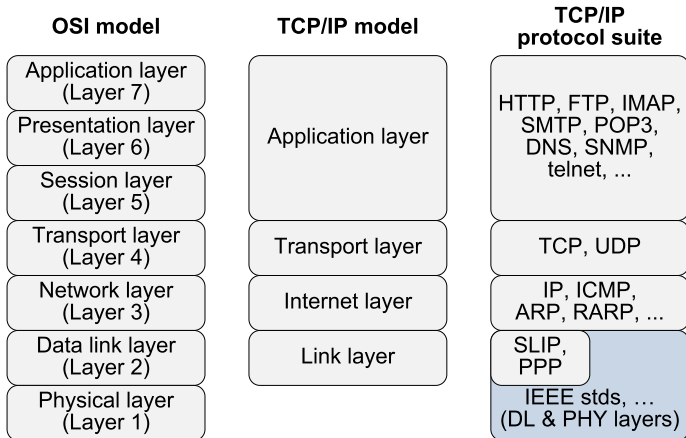
- Возможности ns-2:
  - Большое количество моделей алгоритмов и протоколов
  - Построение графиков в пакете **xgraph**
  - Визуализация работы сети в пакете **nam**



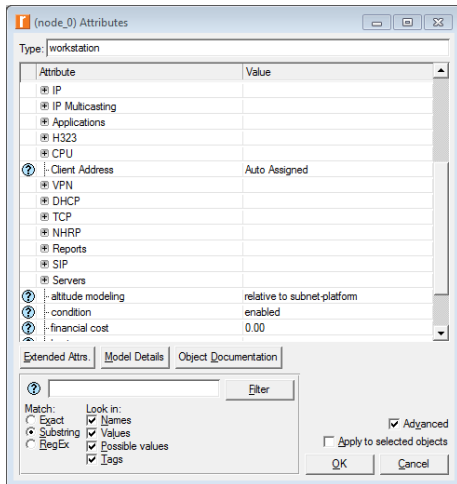
## • Этапы моделирования в среде ns-2

- 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 OPNET/Riverbed Modeler
  - `set node_0 [$ns node]`



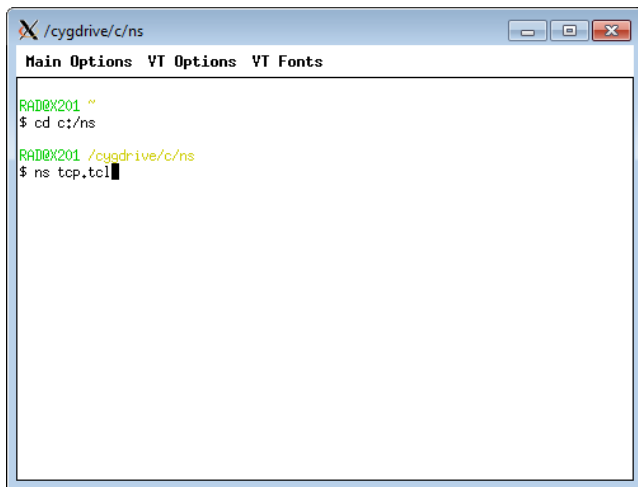
- 1 История создания
- 2 ns-2
- 3 Установка Cygwin
- 4 Установка ns-2
- 5 Установка ns-2 в Ubuntu
- 6 Этапы моделирования
- 7 Пример**
- 8 Литература

- '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 is as follows:

```
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}

```

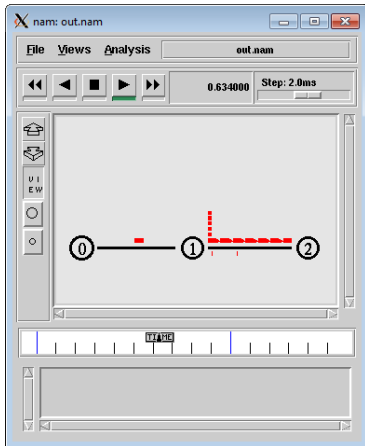
- Файл собранной статистики по Round-Trip Time (RTT)

```
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 Cygwin
- 4 Установка ns-2
- 5 Установка ns-2 в Ubuntu
- 6 Этапы моделирования
- 7 Пример
- 8 Литература**

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