УДК 004.7

Н.Н. Диваков, А.В. Воруев

УО «Гомельский Государственный университет имени Франциска Скорины»

НАСТРОЙКА NAT-PT В GNS3

У цій статті будуть розглянуті проблеми, пов'язані з одночасним використанням IPv 4 і IPv 6,буде розроблена схема мережі, яка моделює роботу механізма NAT-PT, і протестовані деякі ситуації. З метою виявити, що є більш оптимальним варіантом зміна обладнання, використання механізмів тунелювання для роботи в двох різних версіях протоколу.

Ключові слова: *IPv 6, IPv 4, маршрутизатор, тунелювання, NAT, комутатор, Ip адреса, GNS 3, інтерфейс.*

Введение. Механизм NAT-PT, аббревиатура которого означает "Трансляция сетевых адресных портов + трансляция протоколов", позволяет V6-узлам прозрачно взаимодействовать с V4-узлами, используя всего один V4-адрес. При этом порты TCP/UDP узлов V6 транслируются в порты TCP/UDP зарегистрированного V4-адреса. В то время как поддержка NAT-PT ограничивается TCP, UDP и другими типами мультиплексирующих порты приложений, NAT-PT решает проблему, которая является свойственной NAT-PT. Дело в том, что когда исчерпается пул выделенных для целей трансляции V4-адресов, произойдет отказ NAT-PT. А именно, после того, как исчерпается пул адресов, ни один из V6-узлов больше не сможет открывать сеансы связи с внешним миром. NAT-PT, с другой стороны, прежде чем не останется для присваивания TCP и UDP портов, позволит открыть максимально до 63K сеансов TCP и до 63K сеансов UDP.[4]

Настройка NAT-PT в Gns3. Механизм бесконтекстного IP/ICMP транслятора (SIIT) предполагает установку на границе IPv6 сети специального агента, осуществляющего трансляцию протоколов. При этом IPv6 хостам присваиваются специальные, так называемые IPv4-транслированные, адреса. Приходящие извне IPv4 пакеты перенаправляются этому агенту, проходя который, они подвергаются преобразованию к формату протокола IPv6 и пересылаются далее к своим получателям. Ответные пакеты, идущие от IPv6 хостов к IPv4 хостам (это индицируется специальным типом IPv6 адреса назначения), так же должны пройти через IP/ICMP транслятор, но необязательно через тот же самый, так как сам транслятор является бесконтекстным. Пройдя транслятор, IPv6 пакеты становятся IPv4 пакетами и доставляются по назначению. Удобством этой схемы является ее прозрачность для взаимодействующих хостов и полная бесконтекстность, что существенно облегчает ее реализацию и использование. К сожалению, предложение по реализации SIIT предполагает, что узлам V6 для организации связи с узлами V4 присваивается V4-адрес (точнее IPv4-транслированный адрес), но не описывает механизм присваивания этих адресов.[1]

Механизм контекстной IP/ICMP трансляции (NAT-PT) является логическим продолжением предыдущего. Для динамического присваивания адресов V6 узлам NAT-PT использует пул V4-адресов, когда через границы V4-V6 инициируются сеансы связи.

Предполагается, что V4-адреса являются глобально уникальными. NAT-PT для обеспечения прозрачной маршрутизации дейтаграмм, пересекающих области различной адресации, связывает адреса в сети V6 с адресами в сети V4 и, наоборот. Этот механизм не требует проведения каких-либо изменений в оконечных узлах, и маршрутизация IP-пакетов для оконечных узлов оказывается совершенно прозрачной. Однако он требует, чтобы NAT-PT отслеживал сеансы связи, которые он поддерживает, и предполагает, что входящие и исходящие дейтаграммы, относящиеся к некоторому сеансу, проходят через один и тот же маршрутизатор с установленным NAT-PT. Объединение механизма протокольной трансляций SIIT с возможностями динамической трансляции адресов NAT и соответствующими шлюзами прикладного уровня (ALG), предоставляет собой полное решение, которое позволит огромному числу широко используемых приложений взаимодействовать между узлами, работающими только на протоколе IPv6, и узлами, работающими только на протоколе IPv4, не требуя внесения никаких изменений в эти приложения. Основное предположение для применения NAT-PT заключается в том, чтобы он использовался, только если не возможны никакие иные средства взаимодействия между узлами – собственно IPv6 или IPv6 через туннели IPv4. Другими словами, цель данного механизма заключается в том, чтобы использовать трансляцию только между узлами, работающими только на протоколе IPv6, и узлами, работающими только на протоколе IPv4, в то время как трансляцию между узлами, работающими только на протоколе IPv6, и IPv4-частью узлов с двойным стеком, необходимо реализовать с помощью других альтернативных механизмов.

NAT означает преобразование сетевых адресов. NAT предназначен для упрощения и сохранения IP-адресов. Он позволяет частным IP-сетям, которые используют незарегистрированные IP-адреса, подключаться к Интернету. NAT работает на маршрутизаторе, который обычно соединяет две сети, и преобразует частные (а не глобально уникальные) адреса во внутренней сети в действительные адреса перед отправкой пакетов в другую сеть. Поскольку данная функция является частью возможностей маршрутизатора, трансляцию сетевых адресов (NAT) можно настроить для отображения только одного адреса всей сети для внешнего мира. Это обеспечивает дополнительную безопасность и позволяет скрыть внутреннюю сеть от доступа извне. NAT поддерживает совместные функции обеспечения безопасности и сохранения адресов и обычно устанавливается в средах удаленного доступа.

Термин «трансляция сетевых адресов» (NAT – Network Address Translation) означает метод, с помощью которого осуществляется отображение IP-адресов одной области адресов на другую с целью обеспечения для хостов прозрачной маршрутизации пакетов между этими адресными областями. Обычно устройства NAT используются для подсоединения изолированной области адресов с частными незарегистрированными адресами к внешней области, в которой используются глобально уникальные зарегистрированные адреса. Работа и разновидности устройств, осуществляющих трансляцию сетевых адресов для IPv4 сетей, определены в RFC 2663. Но для обеспечения совместимости между IPv4 и IPv6 сетями потребовалась разработка специального механизма контекстной трансляции, получившего название «трансляция сетевых адресов и протоколов» – (NAT-PT – Network Address Translation and Protocol Translation).

Подробно работа и разновидности устройств NAT-PT определены в RFC 2766. Данный механизм обеспечивает прозрачную маршрутизацию пакетов оконечных узлов, находящихся в области IPv6, для связи с оконечными узлами, находящимися в области IPv4, и наоборот. С этой целью в NAT-PT, как можно видеть из его названия, объединяются два метода – собственно механизм трансляции сетевых адресов (RFC 2663) и механизм трансляции протоколов V6/V4, который описан в RFC 2765. Эта схема не требует наличия двухстековых реализаций или специальных методов маршрутизации.

В RFC 2766 на данный механизм трансляции определены следующие варианты его реализации: Традиционный NAT-PT (Traditional NAT-PT) – этот механизм позволяет хостам, находящимся в сети V6, обращаться к хостам, находящимся в сети V4. В традиционном NAT-PT сеансы связи являются однонаправленными, исходящими из сети V6. Он отличается от двунаправленного NAT-PT, который позволяет инициировать сеансы связи в обоих направлениях, исходящем и входящем. Также, как и в традиционном V4 NAT, имеются две разновидности традиционного NAT-PT, а именно: основной NAT-PT (Basic NAT-PT) и NAT-PT (Network Address Port Translation and Protocol Translation).

В основном NAT-PT резервируется некоторый блок адресов V4, которые используются для трансляции адресов V6-хостов при порождении последними сеансов связи с V4-хостами, находящимися во внешнем домене. Для пакетов, исходящих из домена V6, транслируются IP-адрес источника и связанные с ним поля, например, контрольные суммы заголовков IP, TCP, UDP и ICMP. Для входящих пакетов транслируются IP-адрес места назначения и перечисленные выше контрольные суммы.[5]

Механизм NAT-PT распространяет идею трансляции на один шаг дальше и осуществляет дополнительно трансляцию транспортных идентификаторов (например, номеров портов TCP и UDP, или идентификаторов запросов ICMP). Этот механизм позволяет мультиплексировать транспортные идентификаторы некоторого числа V6-хостов в транспортные идентификаторы единственного присвоенного V4-адреса. Таким образом, NAT-PT позволяет множеству V6-хостов разделять один V4-адрес. Заметим, что механизм NAT-PT может быть объединен с основным NAT-PT так, что одновременно с трансляцией портов будет использоваться пул внешних адресов. Для пакетов, исходящих из сети V6, NAT-PT будет транслировать IP-адрес источника, транспортный идентификатор источника и связанные с ними поля, такие, например, как контрольные суммы заголовков IP, TCP, UDP и ICMP. Транспортным идентификатором может быть либо один из портов TCP/UDP, или идентификатор (ID) запроса ICMP. Для входящих пакетов транслируются IP-адрес места назначения, транспортный идентификатор места назначения, а также контрольные суммы заголовков IP и транспортного заголовка.

Двунаправленный NAT-PT (Bi-directional NAT-PT) – при использовании этого механизма сеансы связи могут порождаться хостами из сети V4, а также хостами из сети V6. Адреса V6 сети связываются с V4 адресами статически или динамически когда в любом из направлений устанавливаются соединения. Предполагается, что пространство имен между хостами в сетях V4 и V6 (имеются в виду их полностью квалифицированные доменные имена) является насквозь уникальным. Хосты в области V4 обращаются к хостам в области V6, используя для разрешения адресов службу доменных имен DNS. Для упрощения отображения имен в адреса совместно с двунаправленным NAT-PT должен

применяться шлюз прикладного уровня DNS-ALG. В частности DNS-ALG должен быть способным транслировать V6 адреса в запросах и ответах DNS в их связки с V4 адресами, и наоборот, когда DNS пакеты пересекают адресные области V6 и V4.

Механизм NAT-PT предоставляет простое решение, основанное на прозрачной маршрутизации и трансляции адресов и протоколов, позволяющее большому числу приложений в областях V6 и V4 взаимодействовать без внесения каких-либо изменений в эти приложения.

С целью иллюстрации была создана модель сети включающая в себя четыре роутера, три из них соединены посредством Fastethernet и использованием Serial интерфейса, как видно из рисунка 1.

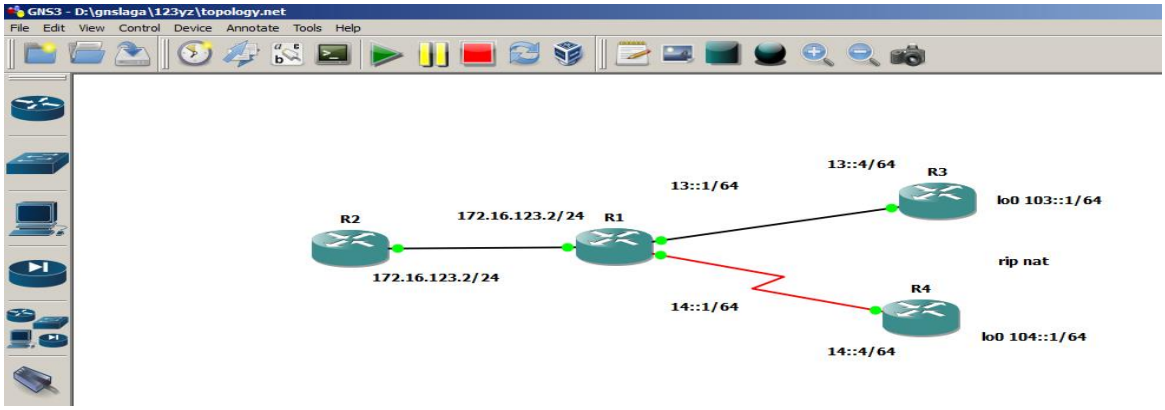

Рис.1. Схема сети

На R2 на интерфейс fa0/0 был задан адрес 172.16.123.2 с маской 255.255.255.0, дуплекс и скорость оставляем по умолчанию. Поднимаем интерфейс посредством команды «no shutdown». Как видно из рисунка 2, интерфейс успешно поднят переходим к настройке второго роутера.

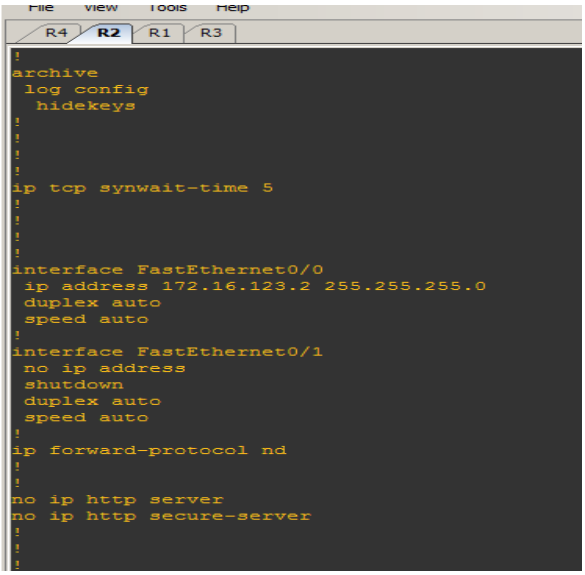

Рис. 2. Конфигурация R2

Был сконфигурирован R3, FastEthernet0/0 не назначен адрес, так как в данном случае он не является необходимым и к нему не подключено не одно устройство, для FastEthernet0/1 зададим IPv6 адрес 13::4/64. Был поднят виртуальный адрес Loopback0 на

котором также будет задан IPv6 адрес 103::1/64, была включена маршрутизация rip NAT-PT, для выполнения поставленной задачи , как видно из рисунка 3.[2]

```
!
interface Loopback0
 no ip address
 ipv6 address 103::1/64
 ipv6 rip NAT-PT enable
!
interface FastEthernet0/0
 no ip address
 shutdown
 duplex auto
 speed auto
!
interface FastEthernet0/1
 no ip address
 duplex auto
 speed auto
 ipv6 address 13::4/64
 ipv6 rip NAT-PT enable
!
ip forward-protocol nd
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
ipv6 router rip NAT-PT
!
ipv6 router rip nat-p
!
ipv6 router rip nat-pt
!
!
```

Рис. 3. Конфигурация R3

```
 speed auto
!
interface Serial0/0
 no ip address
 ipv6 address 14::4/64
 ipv6 rip nat-pt enable
 clock rate 2000000
!
interface FastEthernet0/1
 no ip address
 shutdown
 duplex auto
 speed auto
!
interface Serial0/1
 no ip address
 shutdown
 clock rate 2000000
!
ip forward-protocol nd
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
ipv6 router rip nat-pt
!
!
```

Рис. 4. Конфигурация R4

Был сконфигурирован R4, не назначен адрес для FastEthernet0/1 , так как в данном случае он не является необходимым и к нему не подключено не одно устройство, для Serial0/0 был задан IPv6 адрес 14::4/64. Как показано на рисунке 4, был настроен виртуальный адрес Loopback0 на котором задан IPv6 адрес 104::1/64, была включена маршрутизация rip NAT-PT, для выполнения поставленной задачи. [3]

```
!
interface FastEthernet0/0
 ip address 172.16.123.1 255.255.255.0
 duplex auto
 speed auto
 ipv6 nat
!
interface Serial0/0
 no ip address
 ipv6 address 14::1/64
 ipv6 nat
 ipv6 rip NAT-PT enable
 ipv6 rip nat-pt enable
 clock rate 2000000
!
interface FastEthernet0/1
 no ip address
 duplex auto
 speed auto
 ipv6 address 13::1/64
 ipv6 rip NAT-PT enable
!
interface Serial0/1
 no ip address
 shutdown
 clock rate 2000000
!
ip forward-protocol nd
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
ipv6 router rip nat-pt
 redistribute connected metric 3
!
ipv6 router rip NAT-PT
ipv6 nat v4v6 source 172.16.123.2 1144::1
ipv6 nat v6v4 source 14::4 172.16.123.100
ipv6 nat prefix 1144::/96
```

Рис. 5.-Конфигурация R1

```
Connected to Dynamips
 VM "R1" (ID 1, type
c3725) - Console port
Press ENTER to get th
e prompt.

R1(config)#exit
R1#
*Mar  1 00:56:47.023: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1#ipv
R1#deb
R1#debug ipv
R1#debug ipv6 na
R1#debug ipv6 nat
IPv6 NAT-PT debugging is on
R1#
```

Рис. 6. Команда debug

Для выполнения поставленной задачи была включена команда включения роутинга: ipv6 unicast-routing. Был натсроен R1, для FastEthernet0/0 был использован адрес 172.16.123.1 с маской 255.255.255.0, для FastEthernet0/0 был использован IPv6 адрес 13::1/64. Был сконфигурирован Serial0/0. Для которого был использован IPv6 адрес 14::1/64. Была включена маршрутизация rip NAT-PT, для выполнения поставленной задачи. Была задана трансляция адресов, посредством команды ipv6 nat v4v6 source 172.16.123.2 1144::1, и ipv6 nat v6v4 source 14::4 172.16.123.100. Заданная трансляция осуществляется в префиксовый адрес а также в адрес буфер. Как видно из рисунков 5-8, была выполнена команда debug ipv6 nat, результат виден после проведения команды пинг с маршртизатора. [3]

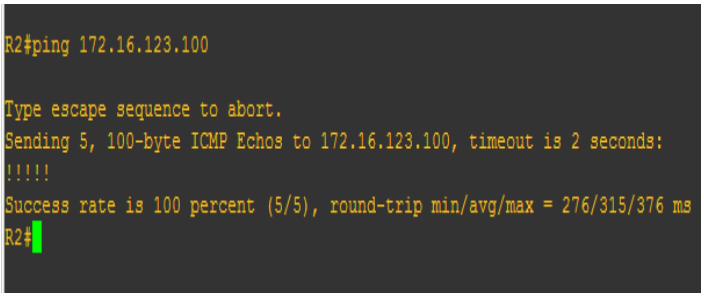

Рис. 7. Выполнение команды ping с маршрутизатора R2

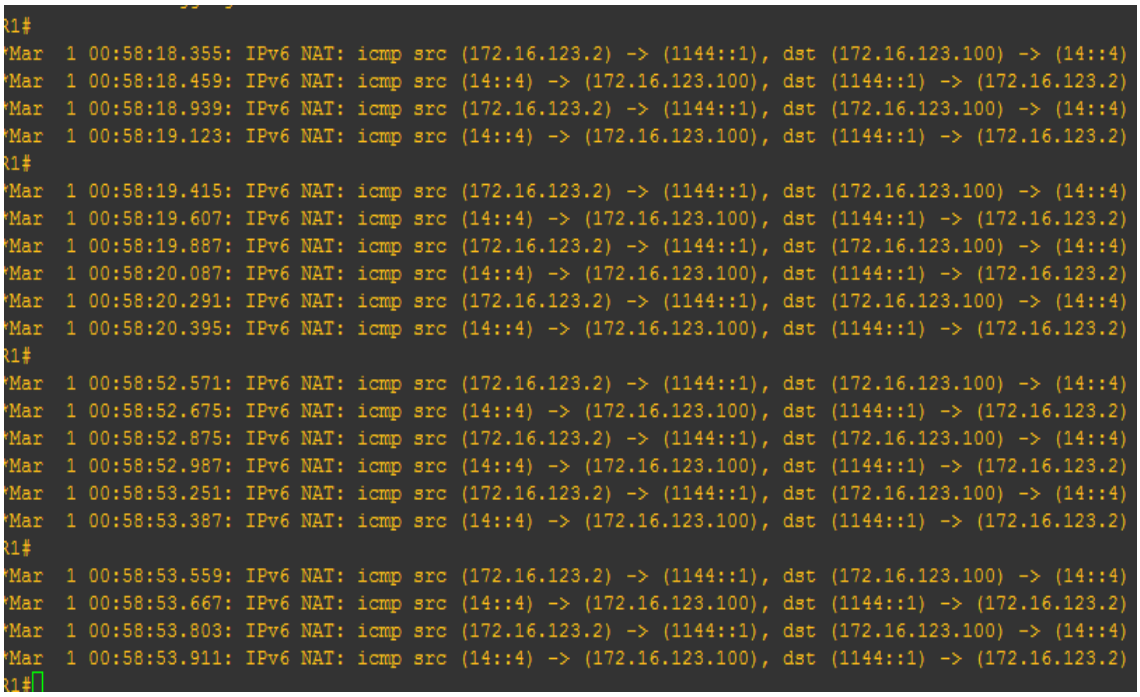

Рис. 8 Результаты выполнения команды debug

Заключение. В результате настройки, была полностью осуществлена поставленная задача, пакеты с R2 транслируются в другую сеть, и наоборот. Таблицы маршрутизации будут постепенно увеличиваться, что не ускорит работу оборудования и установку соединения. Т.е как видим более приемлемым вариантом будет полая смена оборудовании, не поддерживающего IPv6 и переход на данный протокол полностью.

Выводом из всего, будет являться то , что после перехода на IPv6 останутся, конечно, сторонники и у IPv4 – от этого не уйти, но со временем IPv6 станет основным протоколом и преобразит весь Интернет. Так же, как и для IPv4 сейчас, будут созданы программные и аппаратные средства для его поддержки и усовершенствования.

Стоит сказать, что сам по себе IPv6 ориентирован на мощные сети и на передачу данных больших объёмов и на высоких скоростях. Поэтому не стоит себе представлять, как будут работать Dial-UP провайдеры на IPv6. Будущее, в котором нам понадобиться IPv6 принесёт с собой и более скоростные сети, которые нереально будет администрировать на IPv4.

Быстрое уменьшение свободного пула адресов IPv4 и незначительные темпы внедрения IPv6 не оставляют надежды на переход к новому протоколу с помощью стандартного «двойного стека», как изначально предполагалось. Это означает, что к моменту исчерпания свободного пула, IPv6 не сможет представлять рабочей альтернативы для дальнейшего развития Интернет.

Тем не менее, Интернет будет продолжать работать и развиваться. Источником уверенности является факт, что утилизация распределенных ресурсов IPv4 невысока, как с точки зрения неиспользуемого адресного пространства, так и с точки зрения возможностей расширения адресного пространства за счет номеров портов на основе технологий мультиплексирования потоков данных.

Протокол IPv6 был разработан раньше NAT для общего использования, однако существует мнение, что NAT в IPv6 является ненужным и нежелательным. Но использование NAT-PT не будет импортировать адреса IPv4 в IPv6 NAT во всем мире. С другой стороны, некоторые люди утверждают, что отсутствие NAT затрудняет переход на IPv6, потому что NAT является неотъемлемой частью образа, что сети будут развернуты. Изъятие этого инструментария у сетевых провайдеров, способствует менее охотному развертыванию нового протокола. Однако, это может быть просто «для IPv4 мышления». Для улучшения или наоборот, для ухудшения, протоколы IPv6 отличается от IPv4, и как естественный результат не устраняет возможность некоторых улучшений и поскольку ietf воспользовались возможностью перепроектирования IP внести кое-какие усовершенствования, не связанных с длиной адреса. Если Интернет-провайдеры решили дать пользователей IPv6 только один адрес, как с IPv4, то не будет никакой необходимости использовать NAT для большинства потребителей. Это означает, что это не учитывая, что ALGs и другие обходные решения, делающие NAT необходимым, будет доступен в IPv6, даже если некоторые корпоративные пользователи хотят придерживаться NAT при переходе на IPv6.

Однако это всего лишь дополнительное время и будем надеяться, что оно будет использовано для создания реальной альтернативы – повсеместного внедрения IPv6. Основные решения уже существуют, часть из них в стадии обсуждения, часть уже реализуется в оборудовании и внедряется в сетях.

После проведения исследования и отработки на практике нескольких вариантов, можно сделать вывод, что проблемы на уровни тунелирования IPv4 и IPv6 остаются, решение данных проблем может быть связано либо с полным переходом к IPv6 либо с

установкой соответствуеющего оборудования. Так как в скором времени адресное пространство IPv4 все же иссякнет, то целесообразным будет переход к IPv6.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. IPv6.com [Электронный ресурс], NAT – In Depth by Iljitsch van Beijnum June 6, 2012.- Режим доступа: http://IPv6.com/articles/nat/NAT-In-Depth.htm: 17.03.2016.

2. *Диваков,Н.Н.* NAT-PT и IPv6,/ *Н.Н. Диваков, П.Л. Чечет* // XIX Республиканская Научная конференция студентов и аспирантов «V Республиканская научная конференция «Актуальные вопросы физики и техники»». – 2016.

3. *Диваков,Н.Н.* Настройка Nat44 и Nat64/ *Н.Н. Диваков, П.Л. Чечет* // XIX Республиканская Научная конференция студентов и аспирантов «V Республиканская научная конференция «Актуальные вопросы физики и техники»». – 2016.

4. *Диваков,Н.Н.* Переходные механизмы между IPv 4 и IPv 6/ *Н.Н. Диваков, П.Л. Чечет* // XIX Республиканская Научная конференция студентов и аспирантов «V Республиканская научная конференция «Актуальные вопросы физики и техники»». – 2016.

5. Мэрфи, Н. Глава 3. IPv6: Network Administration/ Найэл Ричард Мэрфи; Дэвид Мэлоун // – Отдельное издание– М.: «КУДИЦ-Пресс» 2007. – 320 с.

N.N. Divakov, A.V. Voruev
EE "Gomel State University named Skarina", Gomel)

CONFIGURING NAT-PT IN GNS3

In this article we will consider the problem associated with the simultaneous use of IPv 4 and IPv 6 will be developed, network diagram modeling the operation of the mechanism of the NAT-PT, and tested some situations. To identify that is the better option change the equipment or the use of tunneling mechanisms to work in two different versions of the Protocol.

Keywords: *IPv 6, IPv4, router, tunneling, NAT, switch, Ip address, GNS 3, interface.*

Н.Н. Диваков, А.В. Воруев
УО «Гомельский Государственный університет имени Франциска Скорины

НАСТРОЙКА NAT-PT В GNS3

В данной статье будет рассмотрена проблема связанные с одновременным использованием IPv 4 и IPv 6,будет разработана, схема сети моделирующая работу механизм NAT-PT, и протестированы некоторые ситуации. С целью выявить, что является более оптимальным вариантом смена оборудования, либо использование механизмов туннелирования для работы в двух различные версиях протокола.

Ключевые слова: *IPv 6, IPv 4, маршрутизатор, туннелирование, NAT, коммутатор, Ip адрес, GNS 3, интерфейс.*

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Диваков Николай Николаевич – аспирант, магистр технических наук, преподаватель-стажер кафедры автоматизированных систем обработки информации учреждения образования Гомельский Государственный университет имени Франциска Скорины.

Научные интересы: Обеспечение информационной безопасности при переходе на систему адресации IPv 6.

Воруев Андрей Валерьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизированных систем обработки информации Учреждения Образования Гомельский Государственный университет имени Франциска Скорины.

Научные интересы: Диагностика сложных систем, сети и сетевое оборудование, операционные системы, компьютерная графика и обработка мультимедиа данных, научно-методическое обеспечение учебного процесса в области промышленных информационных технологий.