

# ОРГАНИЗАЦИЯ НА ПРЕХОДА КЪМ ПРОТОКОЛА IPV6<sup>1</sup>

[Доц. д-р Веселин Попов](#)

[Гл. ас. Юрий Кузнецов](#)

[Ас. Ангелин Лалев](#)

## Резюме

С изчерпването на адресното пространство, предоставяно от протокола IPv4 преходът към IPv6 става особено важен за организациите. Чрез прехода към IPv6 организациите ще използват новите възможности, което ще доведе до ползи на бизнеса. Миграцията към IPv6 ще реши проблемите, пред които са изправени организациите при използване на IPv4: недостатъчното адресно пространство, обърканото адресно пространство, международния проблем с разпределяне на адресите, проблеми със сигурността, мобилността и др. Преходът е трудно да се осъществи изведнъж, защото засяга цялата мрежова инфраструктура - всички устройства в мрежата и софтуерните приложения, които ги управляват.

В настоящата статия, като се базираме на практико-приложния подход, развиваме методология в стъпки и етапи, през които трябва да се премине за осъществяване на миграцията към IPv6. Разглеждаме също така и проблемите, които може да възникнат при планиране на прехода.

**Ключови думи:** IPv6, IPv4, миграция, планиране, подход

**JEL:** D80

## ORGANIZATION OF THE TRANSITION TO THE PROTOCOL IPV6

[Assist. Prof. Veselin Popov, PhD](#)

[Head Assist. Yuriy Kuznetsov](#)

[Assist. Angelin Lalev](#)

## Abstract

With the exhaustion of the address space, provided by IPv4 protocol, the transition to IPv6 gets particularly important for the organizations. With the transition to IPv6 the organizations will use the new opportunities that will lead to benefits of the business. The Migration to IPv6 will solve the problems faced by the organizations when using IPv4: insufficient address space, bewildered address space, the international problem of allocating addresses, security issues, mobility and others. The transition is difficult to get accomplished suddenly, because it affects the entire network infrastructure - all the network devices and software applications that manage them.

---

<sup>1</sup> Персоналното участие на авторите е както следва: **доц. д-р Веселин Попов** – резюме, увод, т. 1, т.2, т.3; **гл. ас. Юрий Кузнецов** – т.4, т.5.1, т.5.2, т.5.5, т.5.6, заключение; **ас. Ангелин Лалев** – т.5.3, т.5.4.

In this article, when we base on practical and applied approach, we develop methodology in steps and stages that must be completed to accomplish the migration to IPv6. Also the problems that may occur in the transition planning are examined.

**Key words:** IPv6, IPv4, migration, transition, approach

**JEL:** D80

### **Увод**

Адресите от тип – IPv4 бързо ще бъдат изчерпани, поради което се налага организациите да започнат преход към използването на адреси от тип IPv6. Миграцията към този вид адресиране включва ъпгрейд на всички приложения, хостове, рутери и DNS инфраструктурата. Същевременно, при прехода към IPv6 трябва да се запази и обратната съвместимост (с по-старата версия), за да може да се осъществява връзка с различни мрежи. Всички тези обстоятелства налагат стартиране на планирането на прехода към IPv6, което трябва да започне възможно най-скоро. В процеса на планиране на прехода трябва да се решат множество въпроси от техническо и бизнес естество.

Системните администратори на организациите в близко време ще бъдат изправени пред необходимостта за миграция към IPv6, която трябва да се осъществи гладко и безпроблемно, без да нарушава функционирането на бизнеса. С цел да бъдат от полза на ръководителите на организациите, на администраторите и другите ИТ специалисти, които ще ръководят и осъществяват този процес, авторите на настоящото научно изследване се опитват да систематизират и опишат дейностите, свързани с процеса на мигриране към IPv6. По-долу се разглеждат конкретните действия, които организацията трябва да извърши за преход към IPv6. Тези действия се разглеждат в два аспекта – бизнес сфера и техническа сфера.

Инфраструктурният проект ИПЗ „Изследване и анализ на възможностите на комуникационната инфраструктура и програмното осигуряване на Стопанска Академия „Д. А. Ценов“ за преминаването към комуникационния протокол IPv6“ има за цел изследване на готовността на Стопанска академия за прилагане на новия протокол и очертаване на проблемите при реализацията на прехода.

### **Обект на изследването**

Извършеният анализ е насочен основно към технологичната страна на информационната инфраструктура, но също така предмет на внимание са и управленската политика на организацията, както и множество бизнес показатели.

Обект на изследването е информационната инфраструктура на организацията. Предмет на изследването са: комуникационните устройства, включени в мрежата на организацията (от гледна точка на използвания хардуер и софтуера, който го управлява); софтуерните платформи; софтуерните услуги; методите за организация на инфраструктурата; политиката за управление; различни бизнес показатели.

### **Описание на методологията на изследването**

За реализиране на научното изследване е използван практико-приложният подход. След отчитане на световните тенденции в областта на IP адресирането бяха дефинирани целта и задачите на инфраструктурния проект ИПЗ „Изследване и анализ на възможностите на комуникационната

Веселин Попов, Юрий Кузнецов, Ангелин Лалев

инфраструктура и програмното осигуряване на Стопанска Академия „Д. А. Ценов“ за преминаването към комуникационния протокол IPv6<sup>2</sup>.

#### **Резултати от изследването**

Резултатите от изследването могат да бъдат класифицирани в няколко групи.

*Научните резултати* се изразяват в прилагане на системния подход при изследване на различните обекти на комуникационната инфраструктура. Направена е класификация на елементите на комуникационната среда, използваните операционни системи и информационни услуги.

*По отношение на учебния процес резултатите* намират приложение в обучението на студентите от специалност „Бизнес информатика“ по дисциплината „Компютърни мрежи“.

*Технологичните резултати* се изразяват в тестване на настройките на голям брой хардуерни устройства и операционни системи, което способства за реализацията на прехода към IPv6.

*Административно-организационните резултати* имат за цел да подпомогнат ръководството на Стопанска академия и специалистите от Академичния компютърен център в процеса на прехода към IPv6.

*Мултипликационният ефект* се изразява в подобряване на учебната и научно-изследователската работа в Стопанска академия след успешното реализиране на проекта.

### **1. Значение на подготовката за миграция към IPv6**

От историческа гледна точка, двигател на прехода към IPv6 е изчерпването на адресното пространство, предоставено от IPv4, което възникна поради бързото увеличаване на свързаните към Интернет устройства. Други двигатели на този преход са: развитието и възприемането на широколентов достъп за домашни потребители; разпространението на интелигентни устройства, свързани с кабел или безжично и включването към мрежа на обикновени устройства.

Според водещите анализатори преходът на организациите към IPv6 е неизбежен и в тази връзка въпросът, който стои пред тях не е дали да извършват този преход, а кога и как да го осъществят. Организациите, които закъснеят или не успеят да се адаптират към новите тенденции ще загубят в конкуренцията с останалите. Текущата ситуация показва, че въпреки очертаващата се необходимост за преход към IPv6 предприятията още не са готови за това. Факт, който се потвърждава от изследване<sup>2</sup>, проведено през 2011 г. в САЩ, констатиращо, че само 23% от ИТ отделите са започнали подготовка за възприемане на новия протокол.

Преходът на организациите към IPv6 ще доведе до множество ползи. Сред тях с най-съществено значение има огромното увеличение на адресното пространство, което се осигурява от 128 - битовата версия на IPv6 на мястото на 32 - битовата, използвана във версия 4. Друго предимство на новия протокол е подобрената сигурност. Новата версия на протокола предоставя повече опции за криптиране и автентификация. Подобрено също е и управлението на мрежата, и на маршрутизирането.

<sup>2</sup> The basic of IPv6. 2011. <[http://www.comptia.org/Libraries/White\\_Papers/ipv6.sflb.ashx](http://www.comptia.org/Libraries/White_Papers/ipv6.sflb.ashx)>

Представените ползи от преминаване към IPv6 доказват още веднъж необходимостта от подготовката на организациите за бърза, безпроблемна и резултатна миграция на системите към IPv6.

## 2. Общи сведения за IPv4 и IPv6

За първи път Internet Protocol (IP) или IPv4 се използва в мрежата ARPANET, а по-късно IP протоколите стават основа на комуникацията в Интернет. Новият протокол, който трябва да замени IPv4 е Internet Protocol version 6 (IPv6). Той е проектиран през средата на 90-те години на миналия век, когато се установява, че IPv4 адресите ще са сериозна бариера пред неизбежното разрастване на Интернет. Докато IPv4 използва 32 - битово адресиране, чрез което се предоставят за използване 4.3 милиарда уникални адреси, то в IPv6 се използват 128 - битови адреси, които предоставят **340 илдецилиона** (трилиона трилиона трилиона) уникални адреси.

Бързият ръст на Интернет доведе до изчерпване на свободните IPv4 адреси. Според анализаторите, свободните IP адреси е много вероятно да свършат през 2011 – 2012 г. Съгласно Винт Сърф, смятан за един от основателите на Интернет, свободните IP адреси могат да свършат в рамките на 6 месеца<sup>3</sup>. Тогава неизбежно ще се наложи използването на IPv6 адреси. Преходът към IPv6 официално започна с разпределението от Internet Assigned Numbers Authority<sup>4</sup> на последните 5 блока IPv4 адреса на 5 регионални организации<sup>5</sup>.

Използването на IPv4 е свързано с няколко **основни проблема**<sup>6</sup>. Главният проблем на IPv4 е *изчерпването на неговото адресно пространство*. В IPv4 се използва 32 - битово адресиране, което позволява малко повече от 4 милиарда адреса.

Използването на адресното пространство, предоставяно от IPv4 през годините е показано в таблица 1.

Таблица 1. Използване на адресното пространство на IPv4<sup>7</sup>

1985	~ 1/16 от общото пространство
1990	~ 1/8 от общото пространство
1995	~ 1/4 от общото пространство
2000	~ 1/2 от общото пространство
средата на 2002	~ 2/3 от общото пространство

Друг сериозен недостатък на протокола IPv4 е *неефективната маршрутизация*, която е заложена в идеологията му, изискваща запазване на магистралните маршрутизатори на десетки хиляди маршрути и като следствие - голямо натоварване, особено при престрояване на таблиците за маршрутизация.

<sup>3</sup> Cerf warns over address space squeeze. Financial Times. 2010. <<http://www.ft.com/cms/s/0/78b14f94-ed87-11df-9085-00144feab49a.html#axzz1UXdEQPDy>>

<sup>4</sup> Internet Assigned Numbers Authority (IANA) е нестопанска организация, която ръководи глобалното разпределяне на IP адреси, домейните от високо ниво, а също регистрираща типове данни MIME и параметрите на протоколите в Интернет.

<sup>5</sup> **Rashid, F.** IPv4 Address Depletion Adds Momentum to IPv6 Transition, eWeek.com, 2011. <<http://www.eweek.com/c/a/IT-Infrastructure/IPv4-Address-Depletion-Adds-Momentum-to-IPv6-Transition-875751/>>

<sup>6</sup> **Руд, И.** Протокол IPv6 - новая версия, //Журнал Системный администратор, N 11, 2009. <<http://samag.ru/archive/article/907>>

<sup>7</sup> **Das, K.** IPv6 – The history and timeline, <<http://ipv6.com/articles/general/timeline-of-ipv6.htm>>

Веселин Попов, Юрий Кузнецов, Ангелин Лалев

Например в началото на 90-те години, за разместване на маршрутната таблица в паметта на маршрутизатора са се изисквали 4 – 8 Мб, сега това действие изисква повече от 100 Мб.

Друг сериозен проблем е *услугата DHCP*, която има за задача да издава IP адреси на клиентите. Освен това, ако не отчитаме технологията ARPА, можем да приемем, че в IPv4 няма вградена автоконфигурация.

Според някои автори<sup>8</sup>, сериозен проблем на IPv4 е *сигурността*. Макар, че първоначално протоколът е създаден за нуждите на Министерството на отбраната на САЩ, по-късно той започва да се използва от университетските среди и възможността за предаване на данни излиза на преден план, оставяйки назад въпросите свързани с конфиденциалността. По-късно се появяват протоколите IPSec, SSL, TLS, на които се е разчитало да решат проблемите със сигурността. Трябва да се отбележи, че тези протоколи решават отчасти възникналите проблеми, но в същото време усложняват управлението и предаването на данните.

Към изброените недостатъци на IPv4, може да се добави още и недостатъчния размер на заглавната част на протокола и др.

Очертаните проблеми категорично налагат преход към новия протокол IPv6.

### **3. Проблеми, които се решават с преминаване към IPv6**

IPv6 решава множество проблеми<sup>9</sup>, основните от които са свързани с: недостатъчно адресно пространство, объркано адресно пространство, разпределяне на адресите и др.

**Решаване на проблема с недостатъчното адресно пространство.** Ползата от преминаването към IPv6 е, че за мобилните телефони, за PDA устройствата и за други устройства ще бъдат осигурени множество глобално достъпни адреси.

**Решаване на проблема с обърканото адресно пространство.** При използване на IPv4 има две различни адресни схеми – съответно за домашна мрежа и за мрежа в предприятието. В домашната мрежа на устройството за изход към Интернет се назначава публичен IPv4 адрес и това устройство задава частни адреси на възлите в локалната мрежа. В предприятието може да има множество публични IPv4 адреси или област от публични адреси и да се назначават публични, частни или и двата вида адреси в интранет мрежата. По отношение на публичните и частни IPv4 адреси обаче, адресното пространство се обърква. Те не осигуряват симетрично достигане до мрежовия слой. Когато се използва IPv6 на двата адреса – в домашната мрежа и в предприятието ще бъдат назначени глобални адреси, които ще могат безпроблемно да се свържат, въпреки рестрикциите за сигурност като филтриране чрез защитната стена и комуникация с автентификация.

**IPv6 решава международния проблем с разпределянето на адресите.** Глобалната мрежа Интернет беше основана от образователни институции и държавни агенции в САЩ. Преди години свързаните сайтове в Интернет получаваха IP адреси, без да дават обосновка за нуждата от тях. В резултат на тези действия в САЩ има непропорционално спрямо останалите страни голям брой публични IPv4 адреси. С IPv6 публичните адресни представки ще се

<sup>8</sup> Пак там.

<sup>9</sup> Comparison of IPv4 and IPv6.

<[http://computernetworkingnotes.com/ccna\\_certifications/difference\\_between\\_ipv4\\_ipv6.htm](http://computernetworkingnotes.com/ccna_certifications/difference_between_ipv4_ipv6.htm)>

назначават от регионалните интернет регистри, които от своя страна ще възлагат публични адресни представки към други интернет доставчици и потребители въз основа на обоснована необходимост. Това гарантира, че адресните представки ще се разпространяват в света на базата на регионални нужди за свързване, а не от историческия произход.

**IPv6 възстановява комуникацията от начало до край.** При използване на IPv4, NAT (network address translation) беше техническа пречка за това приложенията да проследяват връзката. С новия протокол IPv6 NAT вече не е необходима за запазване на публичното адресно пространство, с което изчезват проблемите, свързани с картографирането на адреси за разработчиците на приложения и шлюзовете.

**IPv6 поддържа сигурността и мобилността.** IP е проектиран да поддържа сигурност (IPSec) и мобилност (Mobile IPv6). В резултат на проектирането на IPv6 със стандарти за сигурност и мобилност ограниченията са по-малко, а поддържането на настоящите и бъдещи нужди на потребителите от комуникация в Интернет е по-стабилно и мащабируемо.

#### 4. Организация на процеса на мигриране към IPv6

Има организации, които вече са започнали да планират прехода към IPv6, а някои дори вече са го осъществили. Резултатите от проведено изследване<sup>10</sup> на стоте водещи ИТ ръководители в САЩ, проведено от Cisco през април 2011 г. показват, че 78% от респондентите реализират проекти за преход към IPv6 (основно през последните 2 години), а останалите имат намерение да направят това в близките 9 месеца.

Поетапният преход се приема като най-ефективният способ на миграция от IPv4 към IPv6, за разлика от пълната замяна на оборудването, което е скъпо и рисковано мероприятие. Преходът към IPv6 оказва влияние върху някои от приложенията и услугите. За бизнеса най-важно е взаимодействието с клиентите и доставчиците и затова трябва да се анализират достъпните варианти за един такъв преход.

Процесът на миграция към IPv6 е съпроводен от промяна на ИТ инфраструктурата, което изисква внимателно планиране. Крайните цели на планирането на прехода са<sup>11</sup>:

- минимизиране на разходите
- намаляване на риска, свързан със самия преход
- осигуряване на гладък и управляем процес на преход

Подготовката на една организация за преход към IPv6 се извършва на няколко стъпки<sup>12</sup>. Тези стъпки могат да се обособят в две групи. Първата група обхваща действия, касаещи бизнес аспектите на прехода, а втората – действията, свързани с техническите аспекти.

##### 4.1. Бизнес аспекти

###### Стъпки:

<sup>10</sup> Орлов, С. Один день из жизни IPv6. // Журнал сетевых решений/Телеком, № 06, 2011. <<http://www.osp.ru/telecom/2011/06/13009351/>>

<sup>11</sup> IPv6 Migration Planning. 2007. <[http://www.opnet.com/whitepapers/IPv6\\_Migration\\_Planning.pdf](http://www.opnet.com/whitepapers/IPv6_Migration_Planning.pdf)>

<sup>12</sup> ATIS Readiness Plan for IPv6 Transition. 2008. <[http://www.atis.org/tops/IPv6/AIRP\\_June2008\\_Final.pdf](http://www.atis.org/tops/IPv6/AIRP_June2008_Final.pdf)>

Веселин Попов, Юрий Кузнецов, Ангелин Лалев

#### *4.1.1. Идентифициране на двигателите и бизнес изискванията за мигриране към IPv6*

На тази стъпка организацията трябва да отговори на въпросите: Кои са двигателите? Какви са изискванията на бизнеса? Също така, трябва да се обвържат целите на IPv6 със специфичните цели и обекти на организацията.

#### *4.1.2. Идентифициране на свързаните ползи, разходи и рискове*

##### *4.1.2.1. Ползи*

Установява се по какъв начин преходът към IPv6 ще облагодетелства организацията: увеличаване на възможностите за бизнеса; подобряване ефективността и производителността на мрежата и намалението на разходите; опростяване на операциите; осигуряване на стратегически предимства.

##### *4.1.2.2. Разходи*

Определят се разходите, свързани с прехода към IPv6. Включват се разходи за планиране и инженеринг, промяна и ъпгрейд на структурата, персонално обучение и операционни разходи при стартиране на процеса на прехода.

##### *4.1.2.3. Рискове*

Идентифицират се рисковете, които могат да възникнат при прехода към IPv6. Те могат да бъдат от бизнес, юридическо или техническо естество.

#### *4.1.3. Разработване на бизнес казус и бюджет за осъществяване на прехода*

На тази стъпка се определят количествени и качествени показатели за ползите, разходите и рисковете в бизнес казуса за миграция към IPv6.

#### *4.1.4. Създаване на работна група от специалисти по прехода, която да ръководи миграцията към IPv6*

Целта на създаването на тази група е тя да планира, координира, проследява и комуникира прогреса на прехода към IPv6 за цялата организация. Групата трябва да установи необходимите ресурси (като персонал, обучение, бюджет и др.), които да бъдат отпуснати за успешно поддържане на прехода към IPv6. По-конкретно дейностите на тази група са насочени към: определяне на броя на членовете на групата по прехода; запознаване на служителите в организацията с IPv6; упражняване на изпълнителска власт вътре в организацията за организиране на преходната програма; създаване и управление на ръководна структура, осигуряваща гладко развитие и успех на програмата за преход към IPv6; идентифициране на областите в организацията, които оказват влияние на IPv6; проследяване на прогреса на прехода чрез дефиниране на система за напредъка; развиване на ясна политика и изпълнение на процедури за осигуряване на всички области вътре в организацията, включващи IPv6 в техния бъдещ план; развиване на общ подробен план за преход към IPv6 за цялата организация; предаване на прогреса за прехода в IPv6 в организацията.

## **4.2. Технологична част**

### **Стъпки:**

#### *4.2.1. Инвентаризация на всички активи*

В това действие се включва извършването на инвентарна оценка на инфраструктурата на организацията.

#### *4.2.2. Разработване на проект за преход към IPv6*

Включва разработване на цялостен проект, обхващащ различни области на въздействие. Главните области, които трябва да се вземат предвид са: план за адресиране в IPv6; маршрутизиране за IPv6; свързване чрез IPv6; механизъм за

Веселин Попов, Юрий Кузнецов, Ангелин Лалев

преход; сигурност; мащабируемост и надеждност; споразумение за нивото на услуги.

#### 4.2.3. Разработване на анализ на въздействието

Всяка платформа и услуга в организацията, която възприема IPv6 е необходимо да бъде дефинирана. За платформите и услугите, за които се налага преход към IPv6 трябва да се даде оценка дали са готови за IPv6 и да се определят необходимите ресурси за преход към IPv6.

#### 4.2.4. Разработване на план за изпълнение на IPv6

Планът за развитие на IPv6 трябва да се състои от следните компоненти: разработване на списък от проекти за реализиране; създаване на среда за тестване на IPv6; управление на поле за проби за получаване на опит за реална работа в мрежа; задаване на приоритет на разгръщането на IPv6.

## 5. Етапи и проблеми при планиране прехода към IPv6

### 5.1 Инвентаризация

Процесът „Инвентаризация на ИТ активи“ е неотменна част от управление на Информационните активи в една организация. Добре структурираната и актуална информация от този процес допринася за контрол на инвестициите, добро планиране на процеса по обновление на техниката и следене на лицензите на програмните продукти. За нуждите на миграцията към IPv6 се налага специфичната информация за наличните активи да бъде добре детайлизирана. Препоръчваме резултатът да бъде специален инвентаризационен доклад, фокусиращ се върху тези конкретни параметри. Обособяване на отделен документ позволява този доклад да бъде предоставян на външни консултанти за анализ, без да се изнася финансова и друга поверителна информация.

Съществуват два подхода за набиране на информация:

- използване на специализирани системи за инвентаризация на ИТ активи. Тези системи позволяват в реално време да се получи детайлна информация за всички технически параметри на отделните елементи на информационна инфраструктура. Използват се различни протоколи (например SNMP<sup>13</sup>) за отдалечено събиране на данни.

- използване на счетоводна и друга информация за активите във фирмата. Всяка фирма разполага с базова информация за активите, което се създава за нуждите на финансово-счетоводната дейност на организацията. За съжаление, тази информация е статична, остарява и не съдържа голяма част от необходимите технически и програмни характеристики. В този случай е задължително детайлизирането на съответните параметри.

Събраната информация трябва да бъде структурирана и на нейна база да се дадат отговори на следните въпроси:

- доколко текущото техническо и програмно осигуряване поддържа IPv6;
- доколко е възможно обновяване на софтуера, за да може да поддържа IPv6, без да се обновяват техническите компоненти;
- колко ще струва обновяването на техническото и програмно осигуряване.

Трябва да бъде отбелязано, че при анализа на производителността и натоварването тези три въпроса ще бъдат разширени с въпроси за

<sup>13</sup> Simple Network Management Protocol,  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Simple\\_Network\\_Management\\_Protocol](http://en.wikipedia.org/wiki/Simple_Network_Management_Protocol), 21.01.2012.



Веселин Попов, Юрий Кузнецов, Ангелин Лалев

допълнителните ресурси необходими за закупуване на нов софтуер и нов хардуер.

Съществуват няколко подхода за анализ на данните от инвентаризационния доклад:

- справка с документацията от самия производител на техническите и програмните средства. За съжаление, този подход твърде често не дава достоверна информация поради факта, че самите производители често умишлено (или неумишлено) спестяват детайли и проблеми, свързани с поддръжката на IPv6. Що се отнася до програмните продукти с отворен код, добре структурираната документация е голяма рядкост.

- изграждане на собствена лабораторна среда за тестване. Този подход е препоръчителен, когато дадената организация разполага с достатъчно голям и добре обучен ИТ екип. Предимство е възможността детайлно да се проверят не само отделните технически и програмни средства, но и да се симулира тяхната комбинация и взаимовръзка максимално близко до реалната работна конфигурация в организацията. Недостатък на метода е, че освен отделяне на човешки ресурси, се изисква и немалка сума финансови средства и време. В България има няколко лаборатории за тестване на IPv6<sup>14</sup>. За съжаление, тези тестови системи са насочени към определен производител и не предоставят възможност за комбиниране на различни технически и програмни средства в една комуникационна среда.

- използване на опита на независими специалисти и консултанти. Въпреки бавните темпове на приложението на IPv6 смятаме, че има добре подготвени специалисти, които разполагат не само с теоретична, но и с практическа подготовка. При избор на консултант, трябва да се търси помощта на тези, които имат опит в организация със сходна комуникационна инфраструктура.

За съжаление, на практика няма готово и бързо решение за мигриране. Това произтича от факта, че всяка организация има специфични комбинации от технически и програмни средства. Именно затова, анализът на инвентаризационния доклад трябва да бъде детайлен и да не се пестят време и средства при неговата подготовка.

## **5.2. Съвместяване на IPv4 и IPv6**

Внедряването на IPv6 в голяма компютърна мрежа е свързано със сериозни разходи за преоборудване, както и за наемане или обучение на работна ръка. Проблемите с разходите произтичат от необходимостта повече или по-малко цялата мрежа на организацията да бъде мигрирана едновременно към IPv6 в рамките на много ограничен период от време поради окончателното изчерпване на IPv4 адресното пространство. Тези разходи биха могли да възлязат на милиарди долари в глобален мащаб. За щастие, подобна ситуация бе предвиждана през последните години и паралелно бяха разработвани методи, позволяващи първоначално да бъде мигрирана само основната инфраструктура, докато периферните части на всяка мрежа, отдалечените звена и т.н. да останат на старата, четвърта версия на IP протокола. Поетапното внедряване намалява значително логистичния натиск върху организацията, което води до значително намаляване на разходите.

---

<sup>14</sup> IPv6 в БИОМ., 2008, [http://www.bren.bg/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12&Itemid=22&lang=bg](http://www.bren.bg/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=22&lang=bg), 21.01.2012

Техническите средства, които могат да реализират този поетапен подход са свързани с т.нар. „тунелиране” на трафика, при който частите от мрежата, които са вече мигрирани към IPv6 комуникират през частите, които не са, с помощта на виртуален тунел. Тунелите се реализират между две машини, които инкапсулират IPv6 пакетите в IPv4 по различни схеми, след което си ги препращат през IPv4 частта от мрежата. В по-късен период тези схеми могат да бъдат обърнати, за да се позволи изоставашите в миграцията IPv4 части да комуникират през IPv6 мрежата чрез подобен тунел.

### ***5.3. Реорганизация на мрежата при използване на NAT***

Network Address Translation (NAT) е механизъм, който възниква исторически през 90-те години на миналия век като пряко следствие от изчерпването на адресното пространство на IPv4. NAT позволява скриването на цели локални мрежи в Интернет зад един единствен реален IPv4 адрес. Благодарение на този механизъм и специално резервираните за употреба с NAT адреси, стотици хиляди малки и средни мрежи използват Интернет, без да заемат значителни адресни ресурси. NAT обаче има и своите непреодолими недостатъци, които налагат ограничения на неговите потребители. Най-съществени са трудностите при свързване на външна машина към сървър, разположен зад маршрутизатор с NAT. С навлизането на модерен P2P софтуер всеки компютър повече или по-малко започна да се превръща в сървър. Това ограничи възможностите такъв софтуер да се използва зад защитна стена с NAT. В същото време, проблемите с NAT започнаха да се усложняват поради донякъде криворазбраното схващане, че NAT може да се използва допълнително и като механизъм за сигурност. Редицата демонстрирани хакерски атаки срещу NAT доказаха, че това не е надежден подход. Освен това, използването на NAT драстично усложнява процеса на формулиране и писане на правилата за защитните стени.

IPv6 обаче, благодарение на 16 - байтовия си адрес, предлага на практика неограничено адресно пространство, което премахва основната нужда от NAT на първо място. Това и редицата споменати по-горе проблеми накараха комитетата по стандартизация на IPv6 протокола да отхвърли миграцията на NAT като механизъм в IPv6.

На теория, липсата на NAT **не поставя** сериозни проблеми пред реализацията на IPv6. В новата генерация мрежи, всеки компютър ще притежава собствен уникален IPv6 адрес. В допълнение, писането на правила за защитни стени ще бъде значително опростено. На практика обаче, при миграцията от IPv4 към IPv6 ще се наложи преписване на правилата за защитните стени на всяка подмрежа, която до момента е използвала NAT. Колкото и голямо опростяване да представлява премахването на NAT, писането на коректни правила за защитни стени остава една от най-сложните задачи пред съвременните системни администратори. Голяма част от самите администратори са свикнали да използват NAT като механизъм за сигурност, въпреки неговата неефективност в тази роля. Неразбирането на обширни детайли, свързани със сигурността на защитните стени както при IPv4, така и при IPv6, поражда голяма опасност преписване на стари „дефектни“ правила в нови „дефектни“ правила. Проблемът драстично се усложнява, когато се избере поетапен подход, който използва IPv4, IPv6 и различни технологии за изграждане на тунели едновременно. При тази най-вероятна схема, правилата за защитни стени, тунелите и NAT ще трябва да работят едновременно, което още усложнява

задачата по адекватно защитаване на отделните мрежи чрез защитни стени.

#### **5.4. Тестване и прогнозиране на допълнителното натоварване на оборудването вследствие на използването на IPv6**

Особено важен проблем за внедряването на IPv6 протокол в мрежите на организации от всякакъв тип е въпросът доколко това внедряване ще доведе до капиталови разходи за ново оборудване. Най-очевидният фактор, който влияе върху тези капиталови разходи са възможностите на съществуващото оборудване за работа в средата на IPv6. Няколко други фактора обаче могат да окажат влияние върху организационните бюджети за ИТ. Степента на тяхното влияние е много по-трудно да бъде предвидена. Съществуването на тези фактори се определя от две особености на съществуващите мрежи:

1. Тунелирането на IPv6 трафик може да бъде иницирано извън границите на мрежата на организацията. Така например, инфраструктурен интернет доставчик може да постави 6to4 или Teredo шлюз в мрежата си, което автоматично ще позволи на всички потребители надолу по йерархията да използват IPv6. По последни данни, напоследък расте значително броят на организациите, които имат в мрежата си потребители на IPv6 и не знаят за това<sup>15</sup>. В същото време, докато за IPv4 съществуват множество безплатни и качествени програми за откриване на интрузия и наблюдение, броят на тези програми за IPv6 е значително по-малък, като платеният софтуер преобладава значително.

2. IPv6 пакетите съдържат повече контролна информация, което влияе на обема на трафика, с който маршрутизаторите трябва да се справят. Повечето контролна информация и наличието на различни тунели по време на прехода може да означава нарастване на сложността и броя на правилата на защитните стени, реализирани на мрежовите маршрутизатори.

В тези условия нужната информация за извършване на правилен избор на комуникационно оборудване, топология и архитектура на мрежата вече не се свежда само до възможностите на дадените продукти и решения, но и до точни данни за тяхното бързо действие. Необходимостта от точни данни е от ключово значение за организации, които планират или извършват инвестициите си в ИТ на няколкогодишни цикли. Това налага разработването на прецизна методика за тестване на компютърните мрежи и в частност тези от тях, които работят с IPv6.

#### **5.5 Свързване към Интернет чрез IPv6**

Основна идея на Интернет е осъществяването на директно взаимодействие между потребители. Именно поради тази причина организациите трябва да направят всичко за осигуряването на възможност и директно свързване към IPv6 услуги, без да се налага използването на тунели и посредници. За осъществяването на такава свързаност трябва да бъдат решени две основни задачи:

- получаване на IPv6 адреси
- избор на доставчик на IPv6 свързаност.

##### **5.5.1 Получаване на IPv6 адреси**

---

<sup>15</sup>Вж напр. <<http://www.networkworld.com/news/2009/071309-rogue-ipv6.html>> Network World, Invisible IPv6 traffic poses serious network threat (Цит. на 21.01.2012)

Първият етап на получаването на IPv6 адреси е да се избере подходящият тип адреси за конкретната организация. Съществуват два типа адреси: – адреси, предоставяни от самия доставчик на услугата (Provider-Aggregated – PA) независими от доставчика адреси (Provider-Independent – PI) адреси.

В таблица 2 е направена съпоставка между двата вида адреси, позволяваща да се открие подходящото решение за всеки конкретен случай.

Таблица 2. Сравнение между PA и PI IP адреси

Характеристика	Provider-Aggregated	Provider-Independent
Кой предоставя адресите?	Доставчика на Интернет свързаността.	Организация, упълномощена от Регионалния регистър. Може да бъде различна от доставчика на Интернет свързаността.
Връщат ли се адресите при смяна на доставчик?	Да.	Не.
Има ли изискване за повече от един доставчик (multihoming)?	Не.	Задължително условие.
Цена	Често цената е включена в цената на Интернет свързаността.	Всяка година се изисква договор. Цената не зависи от Интернет свързаността.
Предимства	Гъвкаво решение. Не изисква повече от един доставчик. Евтино решение.	Лесно управление. Не изискват преконфигуриране на вътрешната мрежа при смяна на доставчик. Избягват се проблеми при анонсиране на „чужди“ адреси през Интернет доставчик.
Препоръчва се	За малки организации или организации само с един Интернет доставчик.	Големи организации. Организации с повече от един Интернет доставчик. Организации имащи специални изисквания към своята видимост в Интернет.

Списъкът за локалните регистри в България е публичен и се намира на Интернет адрес [www.ripe.net/membership/indices/BG.html](http://www.ripe.net/membership/indices/BG.html)<sup>16</sup>. Списъкът е разделен на групи в зависимост от обема на регистрираните обекти. Смятаме, че е разумно организацията да се насочи към представителите на първата група. За съжаление, няма достатъчно информация за това всеки регистър какви обекти е регистрирал, за да се прецени до колко има опит с регистрацията на IPv6 адресно пространство. На базата на направеното проучване бе установено, че регистраторите в БГ тепърва започват да набират опит в IPv6. През 2011 е проведено обучение от RIPE на регистрите в България за боравене с IPv6 обекти, но все още процедурата е тромава и неуточнена при много от локалните регистри. Смятаме, че в настоящия момент най-голям опит имат Neterra Ltd. и Spectrum NET Jsc.

#### 5.5.2 Избор на доставчик за Интернет свързаност

За съжаление към настоящия момент в България все още Интернет свързаността чрез IPv6 се смята за „екстра“ от Интернет доставчиците. Това означава, че ако организацията има договор за „Интернет свързаност“ доставчикът смята, че става въпрос само за IPv4 транспорт. Твърде често се

<sup>16</sup> Достъпен на 21.01.2012

прави опит за допълнително остойностяване на IPv6 свързаността, независимо от факта, че не се дава допълнителен капацитет за нея.

При избора на доставчик трябва да се направи добре планирано предварително проучване, защото се оказва, че търговките екипи на всички големи Интернет доставчици доста често подвеждат бъдещите клиенти относно IPv6 възможностите на представляваната от тях фирма. Проучването трябва да включва използването на базата данни на RIPE и различни свободни инструменти, налични в Интернет (looking glass). Трябва да се проверят следните основни параметри:

- Наличие на собствено IPv6 адресно пространство - задължително условие, за да може един Интернет доставчик да осигури IPv6 свързаност;
- Видимост на поне един ресурс на доставчика чрез IPv6 адрес (например интернет страница);
- Конкретният доставчик извършва ли анонсиране на чужди IPv6 префикси през опорния си маршрутизатор.

### 5.6 Обучение

Процесът на миграция изисква допълнителни знания на всеки етап от реализацията на процеса. Изисква се планиране на ресурси за обучението на отделните групи ИТ специалисти. Добрата подготовка на специалистите е предпоставка за качествено осъществяване на самия процес на миграция. В зависимост от ролята, която ще изпълнява даден ИТ специалист могат да се оформят следните типове обучения:

- Общ курс за запознаване с основните принципи на IPv6. Смятаме, че такъв курс трябва да преминат всички лица, управляващи ИТ технологиите на дадена организация.

- Програми за сертификация, обхващащи различни операционни системи и конфигурации. Най-популярна е IPv6 Education Certification Logo Program<sup>17</sup> на IPv6 Forum. Такъв курс е полезен за основното ядро на екипа по мигрирането. Знанията позволяват цялостно да се обхванат всички аспекти на IPv6 при реализацията върху различни платформи и операционни системи.

- Курсове за планиране на IPv6 мрежова сигурност<sup>18</sup>. Важна предпоставка за доброто мигриране към IPv6 е доброто познаване на промените в настройките от гледна точка на сигурността. Такива курсове трябва да преминат специалистите, които ще се занимават с логическата структура на комуникационната инфраструктура.

- Специфични курсове за използваните в конкретните организации операционни системи. Такива курсове трябва да се преминат задължително от всеки администратор на сървър и от специалистите по поддръжка на клиентските станции в зависимост от системите, които обслужват. Например:

- Cisco - IPv6 Fundamentals, Design and Deployment (IP6FD)
- Microsoft - Microsoft 70-680: 4.3 – Configuring IPv6

\*\*\*

<sup>17</sup> IPv6 Education Certification Logo Program, <[http://www.ipv6forum.com/ipv6\\_enabled/ipv6\\_education.php](http://www.ipv6forum.com/ipv6_enabled/ipv6_education.php)>, 21.01.2012

<sup>18</sup> SANS: IPv6 Essentials, <<https://www.sans.org/security-training/ipv6-essentials-5086-tid>>, 21.01.2012

Направеното изследване има **научно-практическо приложение** в следните направления:

- Направен е пълен анализ на възможностите на протокола IPv6 и са изследвани проблемите, които задържат неговото разпространение. Приносът на екипа е в обосновката на тезата, че при имплементацията на IPv6 проблемите от технико-технологични се изместват в посока на планиране и осъществяване на самия процес на миграция.

- Развит и описан е подход за планиране на процеса по мигриране, състоящ се от няколко основни етапа: инвентаризация, планиране на съвместяването на IPv6 и IPv4, планиране на сегментирането на мрежата, тестване и прогнозиране на допълнителното натоварване на оборудването, свързване към Интернет чрез IPv6 и обучение.

- Всеки от етапите по планиране е разгледан в практически аспект и са предложени конкретни решения за преодоляване на типичните проблеми.

Предложената методология може да бъде основа за конкретно практическо приложение в организации, мигриращи към IPv6. Актуалността на проблематиката се доказва от малкия брой директно свързани организации към IPv6<sup>19</sup>. Авторите на публикацията са членове на екип, осъществил на практика успешен процес по миграция към IPv6 в Стопанска Академия „Д. А. Ценов“ Свищов. Този факт подкрепя правилността на направените изводи и методически разработки.

### Използвана литература

1. ATIS Readiness Plan for IPv6 Transition. 2008.  
<[http://www.atis.org/tops/IPv6/AIRP\\_June2008\\_Final.pdf](http://www.atis.org/tops/IPv6/AIRP_June2008_Final.pdf)>
2. Cerf warns over address space squeeze. Financial Times. 2010.  
<<http://www.ft.com/cms/s/0/78b14f94-ed87-11df-9085-00144feab49a.html#axzz1UXdEQPDy>>
3. Comparison of IPv4 and IPv6.  
<[http://computernetworkingnotes.com/ccna\\_certifications/difference\\_between\\_ip\\_v4\\_ipv6.htm](http://computernetworkingnotes.com/ccna_certifications/difference_between_ip_v4_ipv6.htm)>
4. Das, K. IPv6 – The history and timeline,  
<<http://ipv6.com/articles/general/timeline-of-ipv6.htm>>
5. IPv6 Education Certification Logo Program,  
<[http://www.ipv6forum.com/ipv6\\_enabled/ipv6\\_education.php](http://www.ipv6forum.com/ipv6_enabled/ipv6_education.php)>, 21.01.2012
6. IPv6 Migration Planning. 2007.  
<[http://www.opnet.com/whitepapers/IPv6\\_Migration\\_Planning.pdf](http://www.opnet.com/whitepapers/IPv6_Migration_Planning.pdf)>
7. Rashid, F. IPv4 Address Depletion Adds Momentum to IPv6 Transition, eWeek.com, 2011. <<http://www.eweek.com/c/a/IT-Infrastructure/IPv4-Address-Depletion-Adds-Momentum-to-IPv6-Transition-875751/>>
8. Simple Network Management Protocol,  
<[http://en.wikipedia.org/wiki/Simple\\_Network\\_Management\\_Protocol](http://en.wikipedia.org/wiki/Simple_Network_Management_Protocol)>, 21.01.2012
9. The basic of IPv6. 2011.  
<[http://www.comptia.org/Libraries/White\\_Papers/ipv6.sflb.ashx](http://www.comptia.org/Libraries/White_Papers/ipv6.sflb.ashx)>

---

<sup>19</sup> IPv6 DFP visibility : Bulgaria, <<http://www.sixxs.net/tools/grh/dfp/all/?country=bg>>, 21.01.2012

Веселин Попов, Юрий Кузнецов, Ангелин Лалев

10. Орлов, С. Один день из жизни IPv6. // *Журнал сетевых решений/Телеком*, № 06, 2011. <<http://www.osp.ru/telecom/2011/06/13009351/>>
11. Руд, И. Протокол IPv6 - новая версия, // *Журнал Системный администратор*, N 11, 2009. <<http://samag.ru/archive/article/907>>