

**ТЕХНОЛОГІЇ ДИНАМІЧНОЇ КОНФІГУРАЦІЇ
ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ АДРЕС ЗМІННОГО РОЗМІРУ В EX-МЕРЕЖАХ**

Гуляєв К.Д.

*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАНУ,
03186, Україна, м. Київ, Чоколівський бульвар, 13
kirill@gulyayev.com.ua*

**ТЕХНОЛОГИИ ДИНАМИЧЕСКОЙ КОНФИГУРАЦИИ
И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ АДРЕСОВ ПЕРЕМЕННОГО РАЗМЕРА В EX-СЕТЯХ**

Гуляев К.Д.

*Институт телекоммуникаций и глобального информационного пространства НАНУ,
03186, Украина, г. Киев, Чоколовский бульвар, 13
kirill@gulyayev.com.ua*

**DYNAMIC CONFIGURATION AND VARIABLE-SIZE ADDRESS CONVERSION
TECHNOLOGIES IN THE EX-NETWORKS**

Gulyayev K.D.

*Institute of Telecommunications and Global Information Space of NASU,
03186, Ukraine, Kiev, Chokolivskiy bulv, 13
kirill@gulyayev.com.ua*

Анотація. Показано неможливість реалізації механізмів динамічної конфігурації та перетворення адрес у мережній технології EX за допомогою протоколів, що функціонують в TCP/IP мережах. Наведено перелік основних модифікацій форматів заголовків класичного DHCP протоколу, які дозволяють забезпечити його роботу в EX-мережі, а також інші особливості пропонованого EXDHCP протоколу. Наведено специфікацію протоколу перетворення адрес в EX-мережах, який отримав назву EXDNS. Показано, що відповідна модифікація дозволяє не лише користуватись функціоналом системи доменних імен в EX-мережах, а й зменшує протокольну надлишковість властиву класичному протоколу DNS.

Ключові слова: мережна технологія EX, динамічна конфігурація вузлів, перетворення адрес змінного розміру, DHCP, DNS.

Аннотация. Показана невозможность реализации механизмов динамической конфигурации и преобразования адресов в сетевой технологии EX при помощи протоколов, функционирующих в TCP/IP сетях. Приведён перечень основных модификаций форматов заголовков классического DHCP протокола, которые позволяют обеспечить его работу в EX-сети, а также другие особенности предложенного EXDHCP протокола. Приведена спецификация протокола преобразования адресов в EX-сетях, который получил название EXDNS. Показано, что соответствующая модификация позволяет не только пользоваться функционалом системы доменных имен в EX-сетях, а и уменьшает протокольную избыточность характерную для классического протокола DNS.

Ключевые слова: сетевая технология EX, динамическая конфигурация узлов, преобразование адресов переменного размера, DHCP, DNS.

Abstract. The impossibility of implementing the mechanisms of dynamic configuration and network address conversion technologies in EX-networks with using TCP/IP protocols. A list of major header formats modifications of classic DHCP and other features that allow it to work in EX-networks. Specification of the EXDNS protocol. Modification helps to use domain name system in the EX-networks and reduces protocol overhead (in comparing with classical protocol DNS).

Key words: EX network technology, dynamic host configuration, variable-size address conversion, DHCP, DNS.

Одним із ключових елементів нової телекомунікаційної технології (EX), що передбачає використання службової інформації протоколів транспортного, мережного та каналного рівнів семирівневої моделі відкритих систем OSI-ISO у складі єдиного заголовка

змінного або фіксованого розміру на базі технології Ethernet, є механізми динамічної конфігурації та перетворення адрес змінного розміру. На попередніх етапах створення нової технології [1...4] було сформовано базові принципи її практичної реалізації, а також розроблено специфікацію алгоритмів її роботи та характеристик протоколів зв'язку, що забезпечують транспортування навантаження як в межах одного сегмента, так і крізь спеціалізовані EX-комутатори.

Однією з ключових особливостей пропонованої технології стало використання адрес змінного розміру, що унеможливило використання стандартних протоколів (на кшталт DNS та DHCP), зорієнтованих на використання адрес фіксованого розміру, наприклад, IP-адрес в EX-мережі.

Метою роботи є розробка базових принципів функціонування протоколів динамічної конфігурації та перетворення адрес для технології EX.

Протокол динамічної конфігурації адреси в EX-мережах. Як відомо, DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) – протокол динамічної конфігурації вузлів, забезпечує надання конфігураційних параметрів вузлам, що підключені до мережі. DHCP заснований на механізмі клієнт-сервер, де сервер виділяє мережні адреси і доставляє конфігураційні параметри клієнтам [5].

У мережах типу PoverEthernet робота протоколу DHCP [6] базується на використанні протоколу ARP (Address Resolution Protocol) для перетворення IP-адрес у MAC-адреси. Однією з важливих відмінностей стека EX від стека протоколів TCP/IP є наявність адрес змінного розміру, відсутність протоколу ARP та поділу адрес на канальний та мережний рівні. Вказані відмінності є основною причиною неможливості використання протоколу DHCP в мережі EX. Крім того, структура повідомлень протоколу DHCP є невиправдано надлишковою, що пов'язано з використанням єдиного формату пакетів DHCP для всіх випадків.

Зважаючи на зазначені вище проблеми протокол DHCP було модифіковано шляхом зміни форматів службових повідомлень зі збереженням основних алгоритмів його роботи. Зокрема концепцією модифікованого протоколу, який отримав назву EXDHCP, передбачається збереження таких типів службових повідомлень: Discover, Offer, Request, Ack, Nak, Decline та Release.

Серед основних змін пропонованого рішення від стандартного протоколу слід зазначити:

- створення набору стандартних типів службових повідомлень EXDHCP, кожний з яких менше стандартного повідомлення протоколу DHCP;
- відмову від використання IP- та MAC-адрес та заміні останніх єдиною EX-адресою змінного розміру;
- розширення критеріїв вибору клієнтом необхідного сервера.

Відповідно до пропонованої специфікації повідомлення типу Discover містить лише п'ять полів:

- op (1 байт) – тип пакета, що передається;
- steps (1 байт) – встановлюється рівним нулю і збільшується на 1 при можливому проходженні крізь агента транспортування. Зазначене поле є аналогом поля hops класичного DHCP;
- id (4 байти) – ідентифікатор вузла, може відповідати імені вузла або, за відсутності назви у вузла, бути призначений генератором випадкових чисел, використовується протягом усієї взаємодії клієнта з сервером, а також зберігається клієнтом на постійній основі. Є повним аналогом поля «xid» класичного DHCP;

– `lgaddr` (1 байт) – використовується агентами транспортування для визначення довжини поля «`gaddr`», за відсутності агентів транспортування («`steps`»=0) поле відсутнє; в даному полі використовуються лише молодші 4 біти, старші 4 біти зарезервовані на майбутнє та повинні бути встановлені в 0;

– `gaddr` (від 1 до 13 байт) – адреса агента транспортування, через яку пройшов пакет, за відсутності агентів транспортування («`steps`»=0) поле відсутнє. Є модифікованим аналогом поля «`giaddr`» в класичному DHCP.

Крім зазначених вище полів у повідомленні типу Offer додатково передаються такі поля:

– `laddr` (4 біти) – довжина мережної адреси, яка пропонується клієнту;

– `addr` (від 1 до 13 байт) – пропонується клієнту мережна адреса. Є модифікованим аналогом поля «`yiaddr`» в класичному DHCP;

– `sm` (1 байт) – довжина маски (кількість двійкових одиниць маски) підмережі, в якій знаходиться клієнт;

– `raddr` (від 1 до 13 байт) – адреса основного шлюзу. Є модифікованим аналогом поля «`siaddr`» в класичному DHCP;

– `ldaddr` (4 біти) – довжина адреси DNS-сервера, у випадку відсутності відомостей про DNS-сервер поле дорівнює нулю;

– `daddr` (від 1 до 13 байт) – адреса DNS-сервера, у випадку його відсутності («`ldaddr`»=0) поле не включається до складу пакета.

У повідомленнях типу Request та Nak передаються лише поля `op`, `steps`, `id`, `lgaddr`, `gaddr`, `lsaddr` та `saddr`. А у повідомленні типу Ack додатково ще й поле `secs`.

У свою чергу, повідомлення типу Decline та Release складаються лише з полів `op` та `id`.

Призначення повідомлень та алгоритм роботи протоколу залишаються без змін порівняно із класичним DHCP, що працює у TCP/IP-мережах.

Протокол перетворення адрес в EX-мережах. Як і в попередньому випадку неможливість використання протоколу DNS в EX-мережі (EXDNS), насамперед, обумовлена орієнтацією протоколу DNS на фіксовані розміри IP-адрес.

Основна суть запропонованої модифікації механізму DNS до роботи в EX-мережах полягає в уведенні нового класу EX на основі існуючого класу IN зі збереженням існуючої логічної структури DNS-пакета та аналогу множини визначених класом IN типів ресурсних записів.

У [7...8] визначено множину всіх типів ресурсних записів, які використовуються системою DNS у межах класу IN. На даний час на практиці найбільш часто використовуються наступні з них: SOA, A, CNAME, NS, HINFO, PTR, MX.

Основними етапами перетворення класичного DNS на адаптивний до змінного розміру мережної адреси EXDNS є:

1. Додавання нового класу вихідного запису EX з типами записів SOA та A. Клас EX визначатиме тип мережі, побудованої на основі стеку EX з використанням мережних адрес змінного розміру (1...13 байт). Тип запису SOA класу EX визначатиме параметри зони аналогічно класу IN-мереж TCP/IP, але із зазначенням того факту, що DNS-сервер знаходиться в зоні EX-мережі і працює з використанням протоколу EX. Тип запису A класу EX повинен визначати відповідність доменного імені і EX-адреси змінного розміру мережного вузла в мережі EX. При цьому розмір запису A також може бути змінним (його довжина повинна зазначатись у полі RDLENGTH секції відповіді пакета DNS).

2. Додавання решти широко використовуваних сьогодні стандартних типів ресурсних записів класу IN до класу EX (MX, CNAME, NS, HINFO). Записи типу NS

дозволять вести в ЕХ-мережі більше одного DNS-сервера та забезпечити обмін даними між ними. Записи типу MX забезпечать нормальне функціонування в ЕХ-мережі протоколу EXSMTP (EX Simple Mail Transfer Protocol), необхідного для надання сервісу електронної пошти. Записи типу CNAME дозволять гнучко ідентифікувати різні мережні сервіси, які надаються на одному вузлі мережі. Записи типу HINFO забезпечать можливість передачі DNS-протоколом додаткової інформації щодо наявного апаратно-програмного забезпечення вузлів мережі. Виконання вказаних дій дозволить системі DNS забезпечити необхідну і достатню працездатність мережних сервісів у локальній ЕХ-мережі, орієнтованих на використання в якості допоміжного протоколу DNS.

3. Розробка інструмента шлюзування ЕХ-мереж із зовнішніми TCP/IP-мережами з метою забезпечення інформаційного обміну DNS-серверів ЕХ-мережі з DNS-серверами глобальної мережі Internet. У глобальній мережі поширені ситуації (як правило, для підтримки певного рівня безпеки), коли віддалені сервери (частіше всього поштові) за IP-адресою клієнта запитують його доменне ім'я. Система DNS реалізує такий функціонал шляхом використання записів типу PTR. Тому на даному етапі передбачається також додавання запису типу PTR до класу ЕХ.

Таким чином, після реалізації перших двох етапів модифікації системи DNS стає можливим використання системи доменних імен в закритих ЕХ-мережах без обмеження їх функціоналу. Реалізація третього етапу дозволить використовувати модифіковану DNS для двостороннього інформаційного обміну вузлів ЕХ-мереж з глобальною мережею Internet.

Крім модифікації класу IN до класу ЕХ пропонується версія протоколу DHCP, передбачає також використання скороченого (порівняно із класичним) розміру пакета, який у класичному DNS містить велику кількість полів, які в певних сценаріях не використовуються і лише створюють зайве навантаження на телекомунікаційну мережу.

До основних модифікацій формату службових заголовків у пропонованому протоколі слід зазначити:

- виключення полів «Відповідь», «Повноваження» та «Додаткова інформація» з DNS-запиту (QR = 0);
- виключення поля «Запит» з DNS-відповіді (QR = 1).

Скорочений розмір пакетів EXDNS дозволить зменшити час, необхідний клієнту для отримання відповіді від сервера порівняно з традиційним DNS за інших однакових умов, що, у свою чергу, відобразиться на підвищенні ефективності використання мережного ресурсу.

Висновки та результати:

1. Використання адрес змінного розміру унеможливило використання стандартних протоколів (DNS та DHCP) в ЕХ-мережі.

2. Пропонована модифікація протоколу DHCP передбачає суттєве зменшення службових повідомлень із збереженням основних алгоритмів його роботи. При цьому мінімальний розмір повідомлення в пропонованому протоколі складає лише 5 байт (для повідомлень типу Decline та Release), що в декілька разів менше ніж типове повідомлення класичного DHCP.

3. Пропонована модифікація системи DNS дозволить не лише користуватись функціоналом системи доменних імен в ЕХ-мережах шляхом введення нового класу ресурсних записів, а й збільшити ефективність використання полоси каналу передачі даних шляхом зменшення розміру пакета DNS в протоколі ЕХ_DNS.

4. Подальші дослідження мають бути спрямовані на практичну реалізацію пропонованих модифікацій та експериментальні дослідження їх роботи з метою порівняння із існуючими аналогами.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Каптур В.А. Базові принципи практичної реалізації систем адресації із змінним розміром мережної адреси в Ethernet мережах / В.А. Каптур, К.Д. Гуляєв, П.С. Кравченко // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2012. – № 1. – С. 51 – 54.
2. Каптур В.А. Оцінювання ефективності впровадження телекомунікаційних технологій зменшення протокольної надлишковості / В.А. Каптур, К.Д. Гуляєв, П.С. Кравченко, О.О. Яніна // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – 2011. – № 52. – С. 77 – 89.
3. Гуляєв К.Д. Стек протоколів системи адресації із змінним розміром мережної адреси / К.Д. Гуляєв // Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. – 2012. – № 2. – С. 74 – 76
4. Гуляєв К.Д. Адаптивний протокол передавання інформації в Ethernet мережах / К.Д. Гуляєв // Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. – 2013. – № 1. – С. 110–113.
5. Ю.А. Семенов. Телекоммуникационные технологии. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://book.itep.ru/>.
6. Droms R. Dynamic Host Configuration Protocol / R. Droms // Network Working Group. – 1997, RFC 2131.- 45 p.
7. Domain names - implementation and specification. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ietf.org/rfc/rfc1035.txt>.
8. DNS parameters [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.iana.org/assignments/dns-parameters/dns-parameters.xml>

REFERENCES:

1. Kaptur, V.A., K.D. Gulyayev, and P.S. Kravchenko. Bazovi pryntsyvy praktychnoyi realizatsiyi system adresatsiyi iz zminnym rozmirom merezhnoyi adresy v Ethernet merezhakh. // Radioelektronni i kompyuterni systemy 1 (2012): 51 – 54. Print.
2. Kaptur, V.A., K.D. Gulyayev, P.S. Kravchenko, and O.O. Yanina. "Otsinyuvannya efektyvnosti vprovadzhennya telekomunikatsiynykh tekhnolohiy zmeshennya protokolnoyi nadlyshkovosti." Otkrytye ynformatsyonnye y kompyuternye yntehyrovannye tekhnolohyy 52 (2011): 77– 89. Print.
3. Gulyayev, K.D. "Stek protokoliv systemy adresatsiyi iz zminnym rozmirom merezhnoyi adresy." Naukovi pratsi ONAZ im. O.S. Popova 2 (2012): 74 – 76. Print.
4. Gulyayev, K.D. "Adaptyvnyy protokol peredavannya informatsiyi v Ethernet merezhakh." Naukovi pratsi ONAZ im. O.S. Popova 1 (2013): 110 –113. Print.
5. Semenov, YU.A. Telekommunikatsionnyye tekhnologii. N.p.: n.p., n.d. Web. <<http://book.itep.ru/>>.
6. Droms, R. Dynamic Host Configuration Protocol. N.p.: Network Working Group, 1997. Print. RFC 2131.
7. "Domain Names – Implementation and Specification." (n.d.): n. pag. Web. <<http://www.ietf.org/rfc/rfc1035.txt>>.
8. "DNS Parameters." (n.d.): n. pag. Web. <<http://www.iana.org/assignments/dns-parameters/dns-parameters.xml>>.