

ЎЗБЕКИСТОН ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯЛАР ТАРМОҚЛАРИДА IPv4 ПРОТОКОЛИДАН IPv6 ПРОТОКОЛИГА ЎТИШ ТЎҒРИСИДА

А. Мирҳабибов, «UNICON.UZ» ДУК
Ж. Мирҳабибова, ТАТУ

Ушбу мақола Ўзбекистон телекоммуникациялар тармоқларида IPv6 протоколини ишлатилишига ўтиш муаммоларини кўриб чиқишга бағишланган. Мақолада IPv6 протоколини ишлатилишига ўтишни турли услублари кўриб чиқилган.

Данная статья посвящена рассмотрению проблем перехода на использование протокола IPv6 на сетях телекоммуникаций Узбекистана. В статье рассматриваются различные методы перехода на использование протокола IPv6.

The following article devoted to problems consideration of migration telecommunication network of Uzbekistan to IPv6 protocol implementation. Different methods of migration to IPv6 protocol implementation are considered in the article.

Кириш. Ҳозирги кунга келиб Интернет иқтисодни ҳаракатга келтирувчи антиқа кучга эга бўлган ажойиб потенциалга айланди. Интернетни ўзаро инсонларни, гуруҳларни, маълумотларни ва буюм (жиҳоз)ларни (автомобиллар, кемалар, уй жиҳозлари ва ҳ.з.) бирлаштириш хоссаси иқтисодни барча соҳаларини қамровга олади. Ҳозирги кунга келиб ишлаб чиқариш, таълим соҳаси, тиббиёт ва оддий шахслараро муносабатларда Интернет хизматларидан фойдаланиб келинмоқда. Интернет инсон фаолиятининг барча соҳаларига мустаҳкам кириб бормоқда.

Интернетни жадал ривожланиши шу даражага етиб келдики, ҳозир на IANA ташкилотида, на ҳудудий Интернет регистраторларида (Regional Internet Registries – RIR) ортиқча IPv4 манзил қолмади, чунки уларнинг кўп қисми тарқатиб бўлинган.

Кўрсатилган муаммонинг ечимларидан бири бўлиб манзил ҳажмини (пространство) 2^{128} гача орттириш имконини берувчи IPv6 протоколини киритиш ҳисобланади [1,2]. IPv6 протоколи деярли чекланмаган манзил

ҳажми захирасига эга бўлиб, унинг телекоммуникация тармоқларига жорий этилиши Интернет чегараларини кенгайтириш имконини беради. Аммо, ҳозирги вақтда IPv4 протоколидан IPv6 протоколига ўтишда ҳам тижорат, ҳам техник характерга эга бўлган муаммолар мавжуд.

1. Ўзбекистон телекоммуникациялар тармоқларида IP-манзилларга бўлган талабларни жадал ортиб бориш сабаблари. Ўзбекистон телекоммуникациялар тармоқларида IP-манзилларга бўлган талабларни жадал ортиб бориш сабаблари қуйидагилар билан асосланади:

- Президент ва Вазирлар Маҳкамаси томонидан Ўзбекистон Республикасида “Электрон тижорат” [3], “Электрон таълим” [4] ва “Электрон ҳукумат” [5] ни киритиш ва қўллаш юзасидан қарорлар қабул қилиниши. Ҳозирги вақтда “Электрон ҳукумат” хизматларини йўлга қўйиш юзасидан катта ишлар олиб борилмоқда, барча мактаб ва коллежларни Интернет тармоғига улаш жараёни ниҳоясига етмоқда. Республикада электрон кутубхоналар кенг қўлланилмоқда;

- симли кенгполосали кира олишнинг кенг тарқалиши. Сўнгги вақтларда Ўзбекистон телекоммуникациялар тармоқларида xDSL, xPON каби технологиялар кенг қўлланилмоқда. Бу эса, кенгполосали кира олиш хизматидан фойдаланаётган абонентлар сонини кескин ортишига олиб келди;

- симсиз кенгполосали кира олишни ривожланиши. 3G ва 4G мобиль алоқа стандартларини қўлланилиши ҳисобига уяли алоқа операторларида абонентларга кенгполосали кира олиш хизматларини кўрсатиш имкони пайдо бўлди.;

- Интернет тармоғига автоном қурилмалар (автомобиллар, уй жиҳозлари ва бошқалар)ни улашни назарда тутувчи «Интернет ашёлар» (Internet of things) концепциясининг ривожланиши. Бу концепция доирасида M2M технология, яъни машина билан машина алоқаси технологияси ривожланмоқда.

2. Ўзбекистон телекоммуникациялар тармоқларида IPv6 протоколини жорий этиш муаммолари. Ўзбекистон телекоммуникациялар тармоқларида IPv6 протоколини жорий этиш мураккаб масала ҳисобланади.

Биринчидан, IPv6 протоколи IPv4 протоколи билан мос келмайди. Яъни, фақат IPv4 протоколини қўллаб-қувватловчи ускуналар фақат IPv6 протоколини қўллаб-қувватловчи ускуналар билан тўғридан-тўғри ўзаро улана олмайди. Бу мос келмаслик телекоммуникация тармоқларида янги технологияларни босқичма-босқич жорий этиш имконини бермайди. Шунинг учун IPv6 протоколини жорий этиш параллель инфратузилма ва тармоқ

қуришни талаб этади. Бу (янги) параллель тармоқдан, гарчи операторлар дарҳол фойда кўрмасаларда, етарлича бошланғич капиталга эга бўлишни талаб этади,

Иккинчидан, IPv6 протоколи паст қатламли (Интернетнинг тармоқлараро қатлами) протоколдур. Операторлар ва Интернет провайдерларига даромад келтирувчи Интернет хизматлари эса Иловалар қатламидаги протоколлар орқали амалга оширилади.

Учинчидан, Интернет тармоғига уланган барча терминал қурилмалар ҳам IPv6 протоколини қўлламайди. Бу дегани, Интернет абонентлари IPv6 протоколини жорий этишдан манфаатдор эмас.

Тўртинчидан, IPv6 инфратузилмасининг янги ускуналарини эксплуатация қилиш учун персонални қайта тайёрлаш талаб этилади. Жорий этилишни бошланғич босқичида IPv6 тармоқ инфратузилмасининг боғланганлик ва ўтказиш қобилияти каби кўрсаткичлар глобал алоқанинг оптимал бўлмаганлиги ҳисобига ёмонлашиши мумкин.

Бешинчидан, Интернет маълумот ресурсларининг катта қисми фақат IPv4 протоколини қўллайди, яъни унча катта бўлмаган контент IPv6 протоколини қўллайдиган серверда жойлашган бўлиб, телекоммуникация операторларини янги протоколни қўллайдиган инфратузилмани кенг ёйишга ундамайди. Яъни, IPv6 протоколини қўллайдиган янги тармоқга уланиш, IPv4 протоколини қўллайдиган тармоққа уланишдан арзон бўладиган вақт келмади.

Натижада Интернет хизматлар операторлари ва провайдерлари ҳозиргача IPv6 протоколини жорий этишга шошилишмаяпти. Бундан ташқари, Интернет хизматлар операторлари ва провайдерлари IPv6 протоколини жорий этишга қандай ўтиш кераклиги ҳақидаги аниқ тасаввурга ҳали эга эмаслар.

Албатта, IPv4 дан IPv6 га ўтишдаги асосий муаммо бу икки протоколнинг мосэмаслигидир. Авваллари, бу муаммони иккитали стек (Dual Stack) механизмини жорий этиш орқали ҳал этиш мумкин деб ҳисобланарди. Бунда тармоқ компьютерлари иккала протоколни қўллаш ва ҳам IPv4, ҳам IPv6 тармоғига уланган бўлиб, бундай бўлиниш ҳам мантиқ, ҳам физик жиҳатдан битта инфратузилма орқали амалга оширилди. Яъни, IPv4 ресурсларига кира олиш учун IPv4 протоколдан, IPv6 ресурсларига кира олиш учун IPv6 протоколдан фойдаланиларди. Лекин, IPv4 манзиллари етишмовчилиги туфайли, иккитали стек механизми ёрдамида ўтишни таъминлаш имкони йўқ. Чунки ўтиш даври узок.

Қисқа муддатларда ривожлантириш учун иккита асосий муаммони ҳал этиш зарур:

- янги фойдаланувчилар учун IPv4 ресурсларига кира олиш имкониятини бериш;

- Интернет фойдаланувчилари сони ошиш муаммосини ечиш мақсадида IPv6 протоколини параллель жорий этиш.

Албатта, IPv4 умрини узайтирувчи бир қанча услублар ҳам мавжуд. Булар қуйидагилар:

- IPv4 манзиллари резервига эга бўлган ташкилотлар ишлатилмаётган манзилларини қайта тақсимлаш учун худудий регистратор RIRга қайтарадилар;

- ташкилотлар ишлатилмаётган IPv4 манзиллари лимитлари билан тижорат шартларида ўзаро алмашадилар - IPv4 манзилларининг иккиламчи бозори;

- ташкилотлар мавжуд IPv4 манзилларидан самарали фойдланадилар, бунда худудий регистратор RIR рағбатлантириш мақсадида тўловлар киритишлари мумкин.

Лекин, санаб ўтилган услублар IPv4 манзиллари етишмовчилик муаммосини тўлиқ ҳал этмайди.

Шу сабабли телекоммуникация тармоқларида IPv6 протоколини параллель равишда жорий этиш мазкур муаммони ҳал этиш йўли ҳисобланади.

3. IPv4 протоколидан IPv6 протоколига ўтиш механизмлари. Турли версиядаги IP-протоколларнинг келишилган ҳолда ишлашини ва босқичма-босқич янги IPv6 протоколига ўтишни таъминлаш учун қуйидаги стандарт механизмлар мавжуд:

- IPv4 ва IPv6 протоколларининг иккитали стеки - Dual Stack;
- IPv4 устидан IPv6 ни туннеллаш;
- NAT протоколи трансляцияси.

3.1. Протоколларнинг иккитали стеки - Dual Stack. Протоколларнинг иккитали стеки - Dual Stack ҳам IPv4, ҳам IPv6 протоколларини қўллайдиган турли тугунларни ягона телекоммуникация тармоқларида ишлашини назарда тутуди (1-расм).

Иккитали стек механизми қўлланилганда қуйидаги шартлар бажарилади:

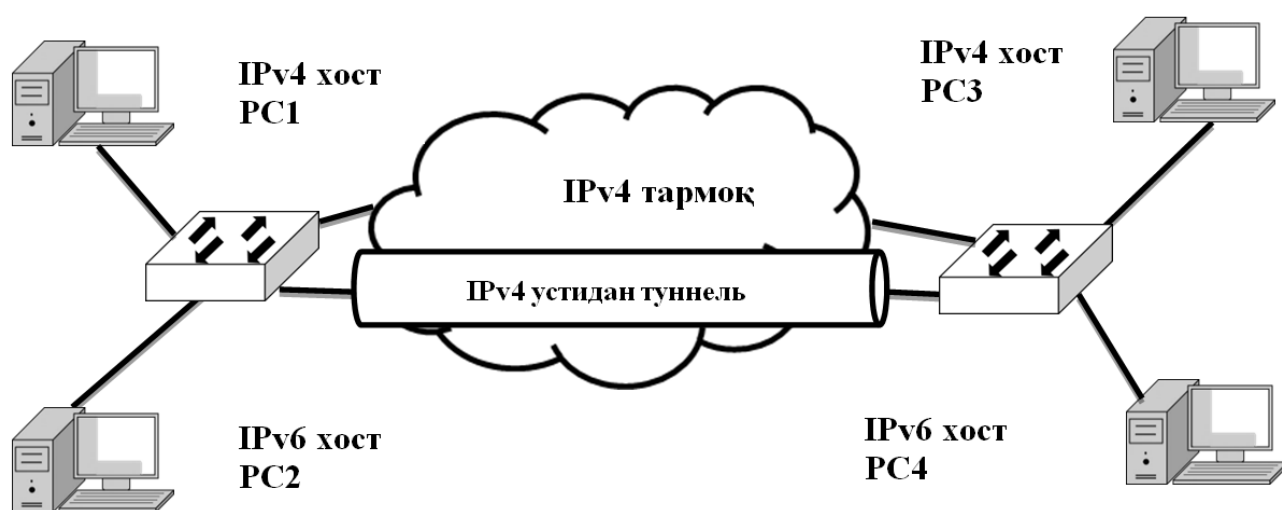
- барча турдаги тугунларни қўллайдиган гибрид IPv4/IPv6 тармоқ;
- мавжуд IPv4 тармоқ ишини бузмаган ҳолда IPv6 протоколига ўтиш;
- тармоқнинг барча тугунлари томонидан иккитали стек протоколларини қўллаш;

- бошқа механизмлар билан бирга ишлаш имкони.

3.2 Туннеллаш. Туннеллаш - IPv4 протоколи фойдали юклама майдонига IPv6 пакетини инкапсуляциялашдир. Бунда IPv6 пакети кейинги тугунгача IPv4 инфратузилмаси орқали иккитали стек механизми ёки IPv6 инфратузилмаси ёрдамида маршрутланади.

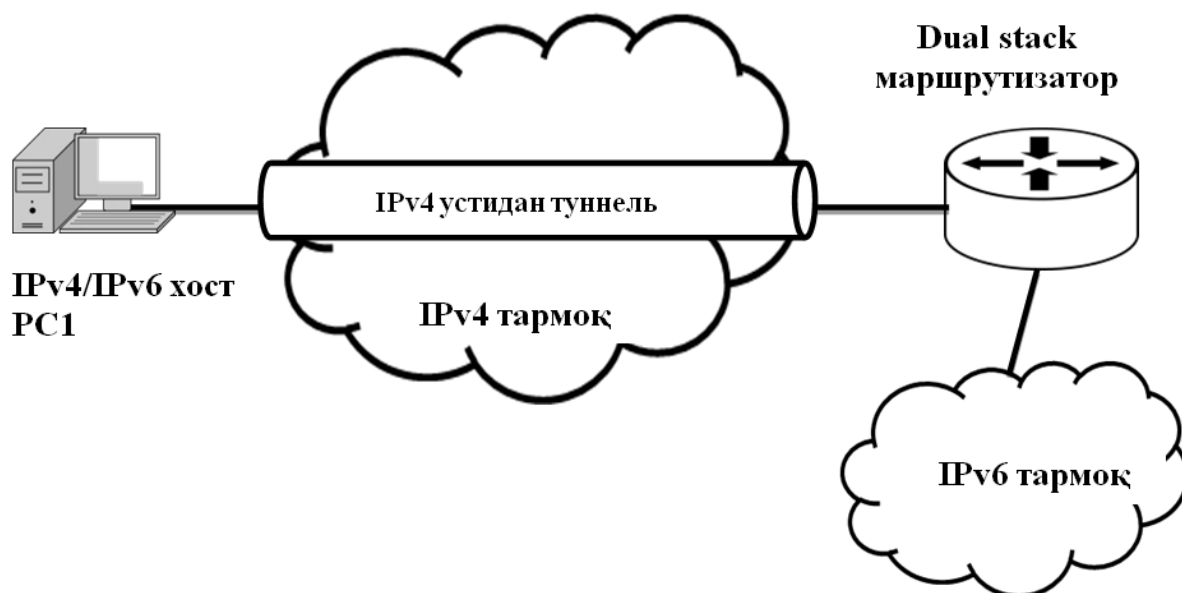
Туннеллаш (IPv4 устидан IPv6) икки хил бўлиши мумкин: созланувчи ва автоматик. Автоматик туннеллаш ўз навбатида турлича бўлиши мумкин:

- ISATAP;
- 6 to 4;
- Teredo.



1-расм. Протоколларнинг иккитали стек (Dual Stack) тармоқ схемаси.

3.2.1. Созланувчи туннель. 2-расмда созланувчи туннеллаш қўлланилган ҳолат келтирилган.



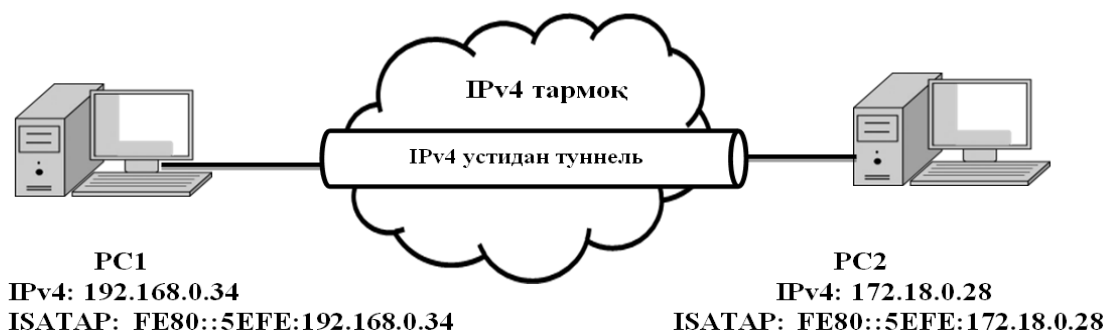
2-расм. Созланувчи туннеллаш.

3.2.2. ISATAP автоматик туннеллаш. ISATAP (Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol - тунеллашнинг ички сайт автоматик протоколи) тунеллаш механизми – манзилларни аниқлаш ва туннель ташкил этишнинг автоматик механизми бўлиб, ягона IPv4 тармоғида жойлашган IPv4/IPv6 хостлари ўртасида IPv6 протоколи орқали ўзаро алоқа ўрнатишга имкон беради. ISATAP қуйидаги манзилларга эга:

- 64-Unicast_Prefix:0:5EFE:A.B.C.D (хусусий IPv4лар учун);
- 64-Unicast_Prefix:200:5EFE:A.B.C.D (глобал IPv4лар учун);
- 64-Unicast_Prefix – ихтиёрий 64-битли префикс, унга глобал (global-unicast), тармоқости маҳаллий (link-local) ёки антиқа маҳаллий (unique-local) префикслар киради;
- 0:5EFE:A.B.C.D/200:5EFE:A.B.C.D – 64-битли ISATAP интерфейси идентификатори.

ISATAP интерфейс идентификатори туннельнинг сўнги нуқталарини автоматик конфигурациялаш учун зарур бўлган A.B.C.D IPv4 манзилига ҳам эга. 3-расмда ISATAP механизмини қўллаш схемаси келтирилган.

3.2.3. 6 to 4 автоматик туннеллаш механизми. 6 to 4 автоматик туннеллаш механизми, манзилларни белгилаш ва туннель ташкил этиш автоматик механизми бўлиб, IPv4 тармоқ орқали IPv6 протоколи бўйича IPv6 тармоқости ёки хостлари ўртасида ўзаро ишлаш имконини беради.



3-расм. ISATAP механизмини қўллаш схемаси.

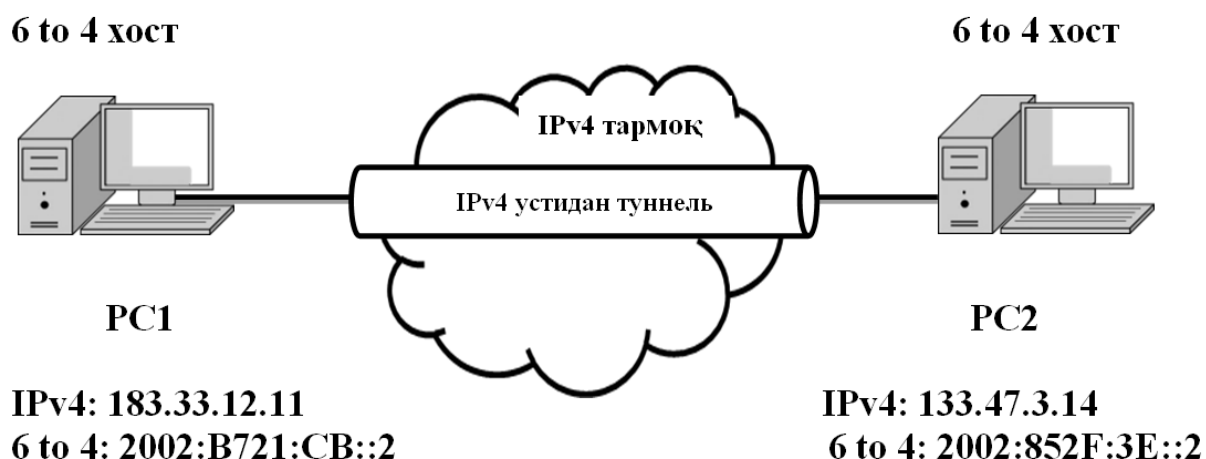
4-расмда 6 to 4 автоматик туннеллаш автоматик механизмининг манзил тузилмаси келтирилган.

Захира IPv4 манзил hex да

2002	WWXX:YYZZ	Тармоқости идентификатори	Интерфейс идентификатори
←16 бит→	←32 бит→	←16 бит→	←64 бит→

4-расм. 6 to 4 автоматик туннеллаш механизми қўлланилган манзил тузилмаси.

5-расмда 6 to 4 автоматик туннеллашнинг соддалаштирилган схемаси келтирилган.



IPv4 узатувчи 183.33.12.11, IPv4 қабул қилувчи 133.47.3.14
IPv6 узатувчи 2002:B721:CB::2, IPv6 қабул қилувчи 2002:852F:3E::2

5-расм. 6 to 4 автоматик туннеллашнинг соддалаштирилган схемаси.

3.2.4. Teredo автоматик туннеллаш механизми. Teredo автоматик туннеллаш механизми, манзилларни белгилаш ва туннель ташкил этиш автоматик механизми бўлиб, IPv4 тармоқ орқали IPv6 протоколи бўйича ўзаро алоқа ўрнатишга имкон беради.

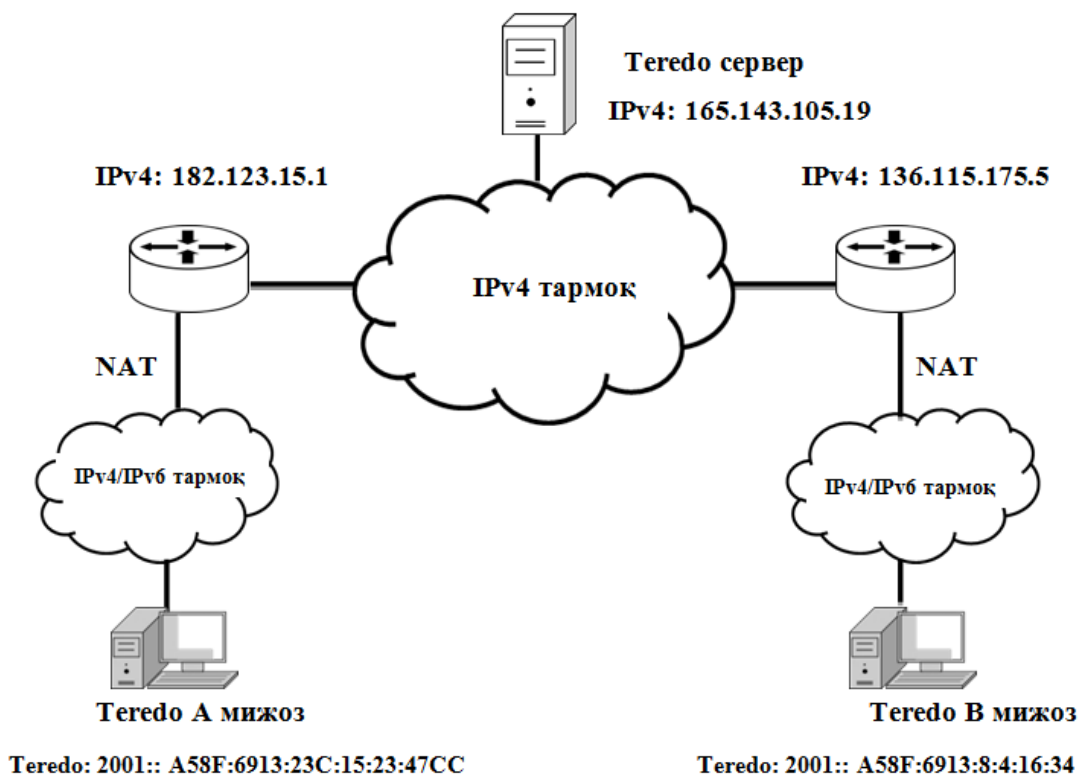
6-расмда Teredo автоматик туннеллаш механизмининг манзил тузилмаси келтирилган.

2001	Teredo сервери IPv4 манзили	Байроқлар	Яширин ташқи порт	Яширин ташқи манзил
← 32 бит →	← 32 бит →	← 16 бит →	← 16 бит →	← 32 бит →

6-расм. Teredo автоматик туннеллаш механизмининг манзил тузилмаси.

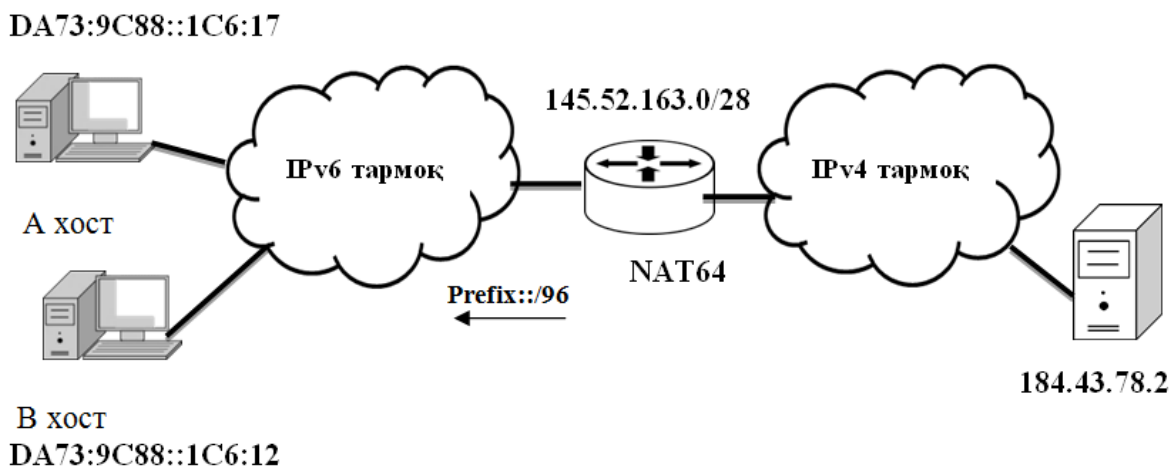
Teredo автоматик туннеллаш механизми қуйидагича ишлайди:

1. IPv4 устидан UDP боғланиш текширилади ва агар мавжуд бўлса NAT аниқланади;
2. Четги қурилмага IPv6 антиқа манзили берилади;
3. IPv4 тармоғи орқали узатиш учун IPv6 пакетлари UDPv4 дейтаграммаларига инкапсуляцияланади;
4. Teredo хостлари ва IPv6 хостлари ўртасида маршрутлаш тузилади.



7-расм. Teredo автоматик туннеллаш схемаси.

3.3. NAT64 протоколи трансляцияси. 8-расмда NAT64 протоколи трансляциясининг қўлланиш схемаси келтирилган.



NAT64гача: Узатувчи: DA73:9C88::1C6:12, NAT64дан кейин: Узатувчи: 145.52.163.4

Қабул қилувчи: Prefix::184.43.78.2

Қабул қилувчи 184.43.78.2

8-расм. NAT64 протоколи трансляциясининг қўлланиш схемаси.

4. Ўзбекистон республикаси телекоммуникациялар тармоқлари-да IPv4 протокоolidан IPv6 протоколига ўтиш йўлини танлаш. IPv4 дан IPv6га ўтиш жараёни бир онда содир бўлиши мумкин эмас. IPнинг иккита версияси узок вақтгача биргаликда қўлланилади. Бунинг сабаби, IPv6 протоколини амалга оширувчи тугунларни жорий этиш учун вақт талаб этилади, шунинг учун уларнинг жойлашуви IPv4 океанидаги оролларни эслатиши мумкин. Демак, IPv6 тугунларидан иккита хоссанинг бажарилиши талаб этилади:

- IPv4-тугунлар билан ўзаро алоқа қилиш имкони;
 - IPv6 пакетларини мавжуд IPv4 инфратузилма орқали узатиш имкони.
- Бу талабаларни бажариш учун иккита асосий услуб таклиф этилади:
- IPv6 тугунларида бир вақтнинг ўзида IPv6 ва IPv4 протоколларининг иккитали стекини қўллаш;
 - IPv4 инфратузилмаси орқали узатиш учун IPv6 пакетларини туннеллаш.

Тугуннинг иккита стекини бир вақтнинг ўзида қўллаш учун IPv4 ва IPv6 манзиллари керак бўлади. Улар бир-бири билан ҳеч қандай алоқага эга эмас. IPv4 манзилдан фақат битта хосса – антиқалик талаб этилади. Яъни, IPv4 манзиллари ҳажмининг тугаш вақтигача IPv6га ўтиш жараёни шунчалик кенг тарқалган бўлиши керакки, янги киритилаётган тугунлар фақат IPv6 ёрдамида талаб этилаётган хизмат турини эгаллай олиши керак.

Иккита стекни бир вақтнинг ўзида қўллаш учун муносиб инфратузилма зарур. DNS домен номлари сервери “А” турдаги 32-битли IP-манзил ёзуви билан бирга, “AAAA” турдаги 128-битли манзил ёзувини ҳам бериши керак. DNS-сўров натижасига кўра қайси стекдан фойдаланиш кераклиги ҳақидаги қарор қабул қилинади.

Асосий шартлардан бири IPv4 ва IPv6 стекларининг барча маршрутизаторлар томонидан қўлланиши ҳисобланади.

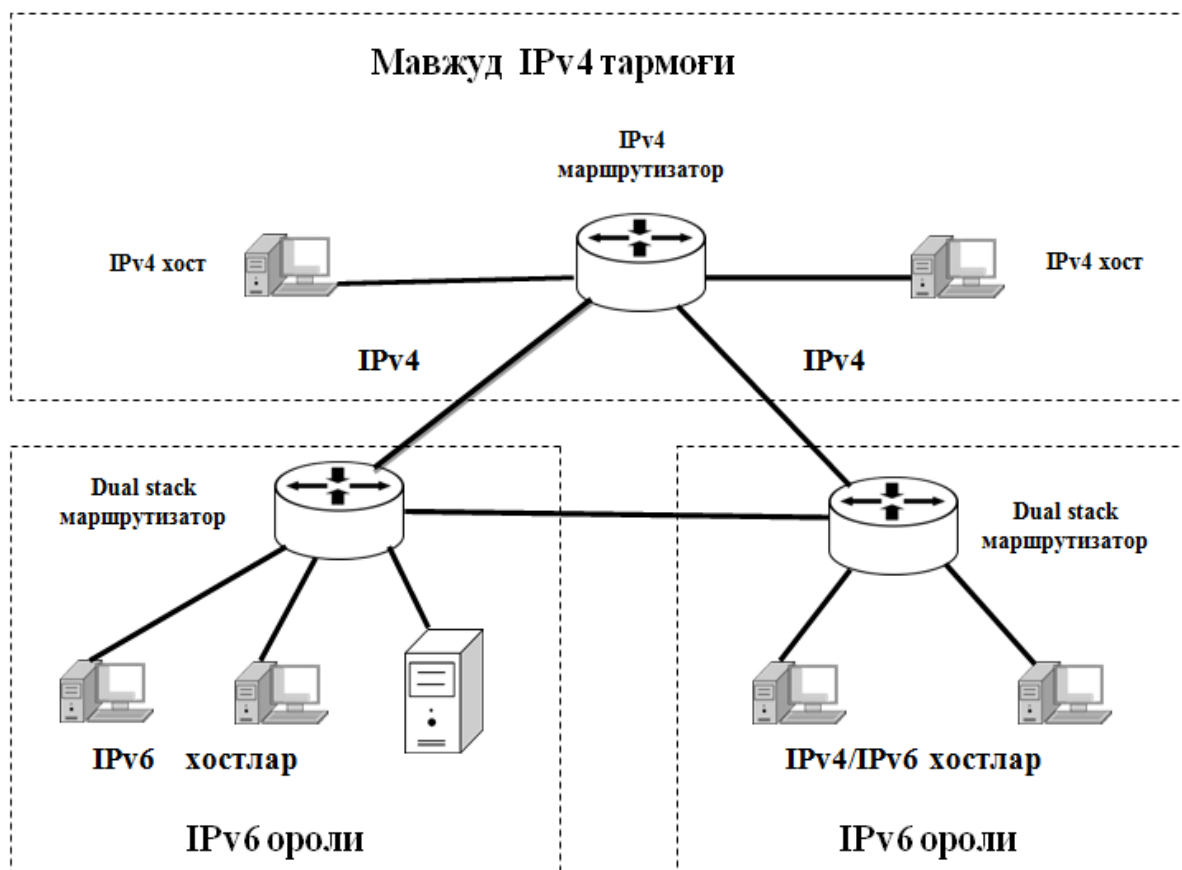
Вақт ўтиши билан, IPv6 тугунлари жадал жорий этилади, уларнинг сони IPv4 тугунлар сонидан ортиб кетади ва IPv4 тугунлар IPv6 океанидаги ороллар каби бўлиб қолади. Ана шундай тармоқларда IPv6 устидан туннеллаш амалга оширилади. Яъни IPv4 пакетлар IPv6 пакетларга инкапсуляцияланади.

Юқорида кўриб ўтилган механизмлар хилма-хилдур, улар ҳар бир операторга IPv6га ўтишда ўзининг стратегиясини танлаш имконини беради. Демак, ҳар бир телекоммуникация оператори учун мос келадиган ягона универсал механизм мавжуд эмас.

Хостлардан бошлаб, уларга периферия маршрутизаторларини қўшиб бориш мумкин. Бу дастлабки IPv6 иловаларини яратиш имконини беради.

Бошланғич босқичда магистрал маршрутизаторлар билан транспорт инфратузилма ва марказлаштирилган бошқарувни тайёрлаш мумкин.

Хостлар ва иккитали стек маршрутизаторларга эга бўлган алоҳида IPv6 ороллар тузиб, кейин фақат IPv6 протоколларини қўллайдиган янги хостларни жорий этиш мумкин (9-расм). Бу услуб анча реал ҳисобланади.



9-расм. IPv6 га алоҳида ороллар орқали ўтиш.

Муаммоларни ҳал этиш йўлидан бири бўлиб IP оқимларни мультиплексияловчи технологиялар ёрдамида IPv4 манзилларидан фойдаланиш самарасини ошириш ҳисобланади. Бунинг учун IP сарлавҳанинг кўшимча 16 бити ишлатилади. Тармоқ манзили ва NAT (Network Address and Port Translation) портини трансляция қилиш бу технологиянинг кенг қўлланиладиган тури ҳисобланади. Интернетда маълумотлар оқими 4та кўрсаткич ёрдамида антиқа идентификацияланади:

- қабул қилувчининг IP манзили ва порти ёрдамида;
- узатувчининг IP манзили ва порти ёрдамида;

Анъанавий тарзда ички тармоқ NAT қурилмасидан кейин кенгайтирилган манзил ҳажмини қўллайди. Унда хусусий манзиллар ишлатилиб, чиқувчи IP-оқимлар чекланган миқдордаги глобал манзиллар ва порт рақамлари қўлланилган оқимларга трансляцияланади. Тескари

йўналишда ҳам айнан шундай трансляция амалга оширилади. Шундай қилиб, назарий жиҳатдан битта глобал IP манзил ёрдамида 65 мингга яқин турли оқимларни идентификациялаш мумкин.

Хулоса

Ҳозирги вақтда Интернет тармоғида IPv4 инфратузилмаси IPv6 инфратузилмасидан устун туради. Яъни, ҳозирча IPv6 протоколидан фойдаланиш бўсағавий чегарадан ортгани йўқ. Агар қўрсатилган чегарадан ўтилса, у ҳолда аввалдан IPv6 протоколини қўллайдиган хизматлар ва ички ҳамда ташқи инфратузилмани шакллантириш учун қўшимча инвестициялар амалга оширган операторлар, рақибларига нисбатан юқори позицияларни эгаллайдилар. Лекин, шуни инобатга олиш керакки, ишлатилмаётган IPv4 манзиллар сони кескин камайиб бормоқда. Бу шароит барча Интернет хизматлар операторлари ва провайдерлари учун ривожланиш йўлидаги муаммодир. IPv4 манзилларини етишмовчилик муаммосини ечиш ишлари узок давом этувчи тадбирдур. Бугунги кунда IPv6 протоколини жорий этиш долзарб масала ҳисобланади, шу билан бирга шуни айтиб ўтиш керакки, ушбу муаммо фақат Интернет операторлар ва провайдерлар учунгина устувор масала бўлибгина қолмай, балки ХЭИ аъзолари бўлган давлатлар алоқа маъмуриятларининг ҳам вазифаси ҳисобланади.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

- 1 RFC 2460 «Internet Protocol, Version 6 (IPv6. Specification)»
- 2 RFC 3513 «Internet Protocol Version 6 (IPv6) Addressing Architecture»
- 3 Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2007 йил 30 январдаги 21 – сон «Электрон тижоратни ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарори
- 4 Ўзбекистон Республикаси Президентининг «Ўзбекистон Республикасида «Электрон таълим» миллий тизимини яратиш» инвестиция лойиҳасини амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисида» 2012 йил 16 апрелдаги ПҚ–1740-сон Қарори
- 5 Ўзбекистон Республикаси Президентининг «Ўзбекистон Республикаси Миллий ахборот-коммуникация тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида» 2013 йил 27 июндаги ПҚ-1989-сон Қарори

