تنظيم النقل عبر IPv4 و IPv6 لشركات الاتصالات في اليمن

Organization of IPV4 and IPV6 traffic for telecommunications companies in Yemen

أندريه فاليريفيتش فارويف *

سلوان مصطفى كليب*

ديميدنكو*

A.V. Voruev, S.M. Kolaib, I.O. Demidenko

* جامعة فرانسيسك سكورينا ولاية جوميل

صندوق بريد 246019، جوميل ،شارع سفيتيكايا 102

جمهورية بيلاروسيا.

البريد الإلكتروني: Salwan_2005@yahoo.com

ISSN: 2410-7727

ISSN: 2410-7727

تنظيم النقل عبر IPv4 و IPv6 لشركات الاتصالات في اليمن

الملخص

تتناول هذه المقالة نهج نقل هياكل الشبكة من نظام العناوين IPv4 إلى وضع تبادل المعلومات Dual Stack او لنظراءه.هناك اقتراحات لاعداد معدات الشبكة. يتم تقديم اقتراحات لإعداد معدات الشبكة. تحليل الوضع الحالي على تخصيص مساحات IP.

الكلمات الرئيسية: IPv4, IPv6,Dual Stack,IPv4 IPv6 tunnel,ISATAP,NAT64

Organization of IPV4 and IPV6 traffic for telecommunications companies in Yemen

A.V. Voruev, S.M. Kolaib, I.O. Demidenko

Summary

The article discusses approaches for transferring network structures from an IPv4 addressing system to Dual Stack information exchange mode or its analogues. Suggestions are made for setting up network equipment. The analysis of the current situation on the allocation of IP-spaces.

Keywords: IPv4, IPv6,Dual Stack,IPv4 IPv6 tunnel,ISATAP,NAT64.

مقدمة:

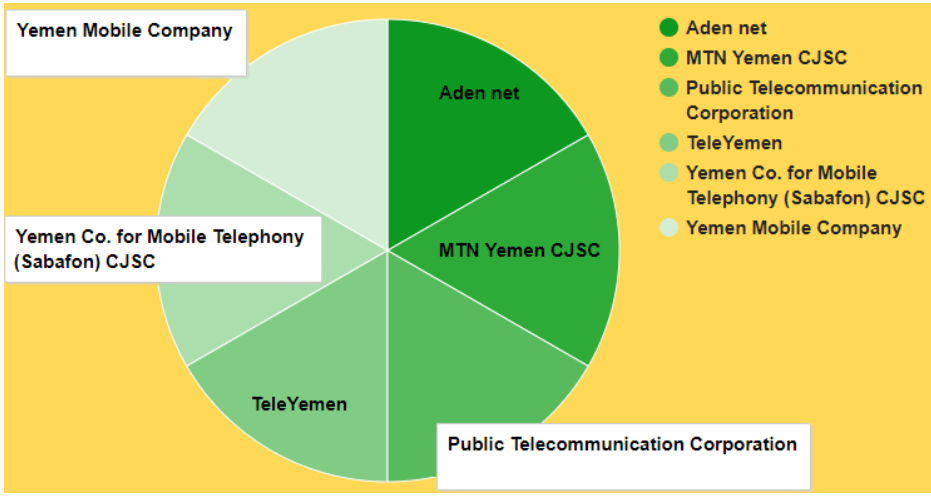
عدم وجود مساحة للعنوان IPv4 للافراد المسؤولين لاتخاذ قرارات الدعم أو تسريع و إدماج الحلول البديلة في اطار أنشطه المنظمات توفير خدمات تبادل البيانات في شبكات الملكية الفكري، علي سبيل المثال ، في بيلاروسيا ، سيصبح دعم عنوان IPv6 إلزاميا لمقدمي الخدمات ابتداء من 1 يناير 2020. وياتي ذلك من المرسوم الرئاسي رقم 350 بتاريخ 21 سبتمبر 2019 ، الذي ينشر رسميا علي البوابة الوطنية القانونية للإنترنت.) (http://pravo.by/). بعد تنفيذ حركه المرسوم 350 رزمه من البروتوكولات IPv6 وIPv4 ينبغي ان تستخدم بالتوازي (يسمي هذا الوضع dual stack) مع زيادة تدريجيه في حركه المرور Ipv6 بلمقارنة مع Ipv4في الحصة الاجمالية المرور.IP في البلد يعد هذا الموقف ضروريًا نظرًا لوجود عدد كبير من الأجهزة ، بما في ذلك الأجهزة القديمة التي لا تدعمه Ipv6 وتتطلب تحويل خاص للعمل مع الأجهزة التي تستخدم فقطIpv6 لأن هذه الأجهزة قادرة على التعامل مع طلبات الشبكة فقط للعقد التي تدعم Ipv4 سيحتاج نظام العنونة كعبور إلى

ISSN: 2410-7727

تطبيق حلول نفق حركة مرور IPv4 في البيئة IPv6 أو NAT64 نوع المرور وترجمة العنوان. في بعض الحالات ، يكون استخدام الأنفاق ممكنًا. ISATAP.

2 -التكامل Dual Stack

نظرًا لأن الدعم من جانب العميل لنظام العنونة IPv6 يجب أن يتم توفيره من قبل مطور نظام التشغيل ، في إطار المقالة ، ننطلق من الافتراض بأن عنوان IPv6 قد تم تعيينه بالفعل للعميل بشكل ثابت أو ديناميكي ويمكن استخدامه بنشاط. بدأ مقدمو الخدمات في بيلاروسيا في حجز نطاقات IPv6 في عام 2004. حاليًا ، يتم تخصيص نطاقات عناوين IPv6 التالية لمقدمي الخدمات في اليمن 2a02:2718::/29, 2a02:e280::/29, 2a05:3380::/29, 2a05:7a40::/29, 2a05:7d80::/29, 2a07:fd40::/29. وفقا لإحصاءات الموارد https://www-public.imtbs-tsp.eu/ أنشطة تنفيذ IPv6 لشهر ديسمبر 2019 هي كما يلي (الشكل 1).

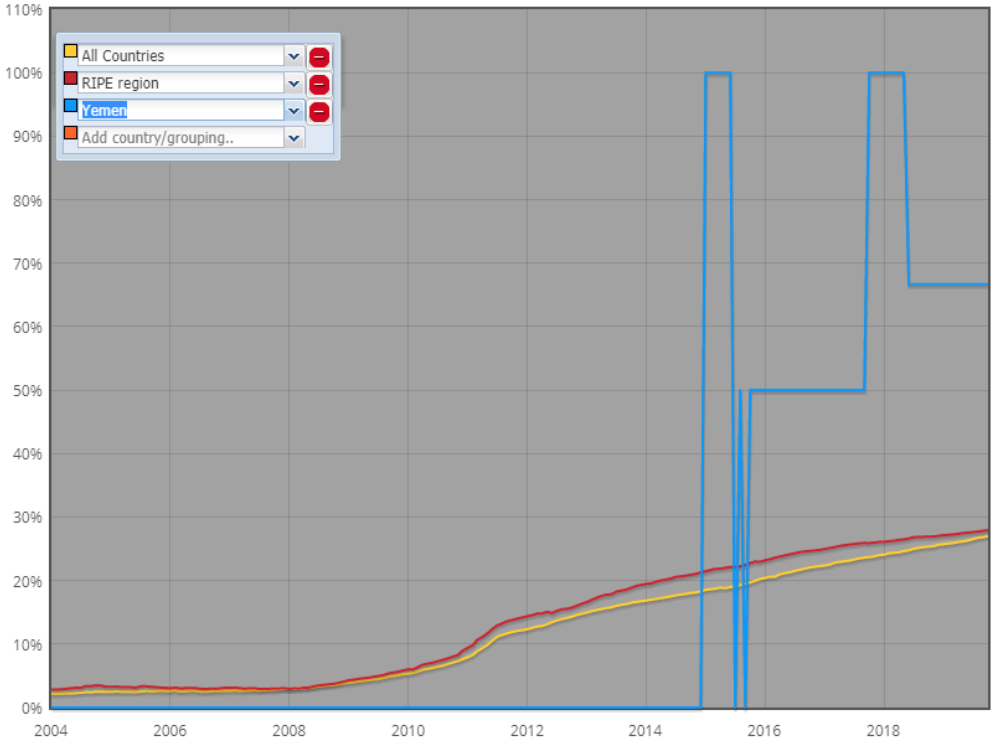


الشكل 1 - إحصائيات IPv6 حسب LIR لتخصيصات RIPE NCC في بيلاروسيا

Yemen: IPv6 Statistics by LIR for RIPE NCC Allocations

ISSN: 2410-7727

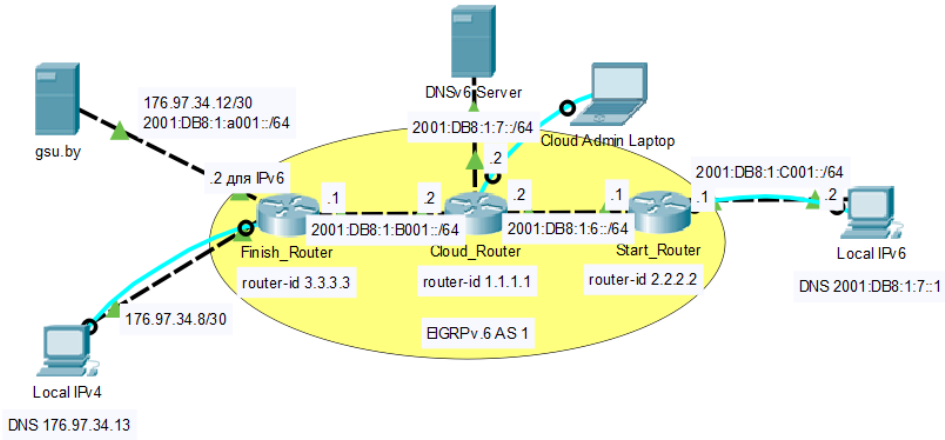
الشكل 2 يبين الديناميات ونسبة المساحة المحجوزة لعنوان IPv6 وإعلانها داخل شبكة معينة حيث يحتوي الرسم البياني لإحصائيات IPv6 في بيلاروسيا على مغلف غير متساوي بسبب نقص الاستخدام الصناعي الحقيقي لمكدس IPv6 في وقت جمع البيانات.



الشكل 2 – النسبة المئوية للشبكات التي تعلن عن بادئة IPv6

ISSN: 2410-7727

لكي يتم الربط مع الشبكة العالمية التي تعمل في وضع Dual Stack ، لابد أن يقوم مسؤول النظام بوضع النماذج الأولية (نماذج اختبار) للحل إما على طاولة اختبار أوبنظام محاكاة. وكمثال لإعداد اتصالات الشبكة عند استخدام Cisco EIGRPv6 كبروتوكول توجيه ديناميكي يوضح الشكل 3 الية الاعداد



الشكل 3 – بناء المجال المحلي Dual Stack

في المخطط المقترح ، يتم تقسيم خدمات DNS بين الخادمين ، لأن خدمة DNS يمكنها إصدار عنوان IPv4 أو IPv6 بناءً على طلب المشتركين. يوصى بعدم استخدام نفس الأسماء لنفس المورد في نظامي معالجة ، بحيث يتم تقديم المشتركين في وضع DualStack بشكل صحيح ولا يتم تكرار حركة المرور في نفس الوقت لكلا خياري مكدس IP. يتضمن تكوين التوجيه في Cisco IOS ربط منطقة التوجيه الديناميكية مباشرةً بالواجهة ، مما يبسط تحليل الإعدادات في حالة استكشاف الأخطاء وإصلاحها (الشكل 4).

ISSN: 2410-7727

```
interface GigabitEthernet0/0
 no ip address
 duplex auto
 speed auto
 ipv6 address FE80::1 link-local
 ipv6 address 2001:DB8:1:B001::1/64
 ipv6 eigrp 1
 ipv6 enable
!
interface GigabitEthernet0/1
 ip address 176.97.34.14 255.255.255.252
 duplex auto
 speed auto
 ipv6 address 2001:DB8:1:A001::2/64
 ipv6 eigrp 1
!
interface GigabitEthernet0/2
 ip address 176.97.34.10 255.255.255.252
 duplex auto
 speed auto
!
ipv6 router eigrp 1
 eigrp router-id 3.3.3.3
 no shutdown
 redistribute static
!
```

الشكل 4 - إعدادات التوجيه IPv6 كومة Finish_Router

عرض جداول التوجيه بشكل مستقل. يوضح الشكل 5 جدول التوجيه الخاص بجهاز Finish_Router بعد إكمال جميع إجراءات الخدمة لإعداد هيكل شبكة IP والتفاوض عليه. نتيجة الشبكات ناجحة.

ISSN: 2410-7727

```
Finish_Router#sh ipv6 route
IPv6 Routing Table - 8 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
       U - Per-user Static route, M - MIPv6
       I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary
       O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2
       ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2
       D - EIGRP, EX - EIGRP external
D   2001:DB8:1:6::/64 [90/3072]
     via FE80::2, GigabitEthernet0/0
D   2001:DB8:1:7::/64 [90/5376]
     via FE80::2, GigabitEthernet0/0
C   2001:DB8:1:A001::/64 [0/0]
     via GigabitEthernet0/1, directly connected
L   2001:DB8:1:A001::2/128 [0/0]
     via GigabitEthernet0/1, receive
C   2001:DB8:1:B001::/64 [0/0]
     via GigabitEthernet0/0, directly connected
L   2001:DB8:1:B001::1/128 [0/0]
     via GigabitEthernet0/0, receive
D   2001:DB8:1:C001::/64 [90/5632]
     via FE80::2, GigabitEthernet0/0
L   FF00::/8 [0/0]
     via Null0, receive
Finish_Router#
```

الشكل 5 - *جدول توجيه* IPv6 الخاص بمكدس Finish_Router

3. بناء حلول نفق حركة مرور IPv6 في بيئة IPv4

في حالة النتائج غير المرضية للتجربة على تكامل Dual Stack و/أو الانتقال الكامل لحركة مرور الموفر إلى وضع نقل بيانات IPv6 (والذي سيكون ممارسة محتملة لاتصالات الشبكة التي تم إنشاؤها حديثًا) ، يمكن لمسؤول الشبكة استخدام حلول النفق لدمج بيئات شبكة IPv6 عبر شبكة IPv4.كما يظهر دعم البروتوكول في الشكل 6 . مثال على هذه المناطق الانتقالية لدعم البروتوكول. في المثال المستخدم، يتم استخدام فجوة مجال عناوين IPv6 المستمر (فجوة IP).

بروتوكول IP	1 قطعة	2 قطعة	3 قطعة	3 قطعة			4 قطعة	5 قطعة
IPv4	+	+	+	+	+	+	-	-
IPv6	+	+	+	+	-	+	+	+

الشكل 6 - مثال على بطاقة الشبكة ذات مستويات مختلفة من دعم IPv4 / IPv6

ISSN: 2410-7727

لحل مشاكل النفق الهجين، من الضروري وجود اتصال فعال بين قطاعات الشبكة باستخدام وسائل بروتوكول IP الثاني. في الجزء 3، قم فقط بإعلان IPv6 عبر نفق IPv4. يتم استخدام قناة IPv4 لتقديم حركة مرور IPv6. بموجب شروط المثال، بعد المرور عبر النفق، سيتمكن جميع عملاء IPv6 من تنفيذ الاتصال الكامل ثنائي الاتجاه. يجب التأكيد على أنه عند تغليف حركة المرور عبر الأنفاق، يضيف حامل حزمة IPv4 بيانات عنوانه أعلى حزمة IPv6 المرسلة. بما أن حجم حزمة الشبكة الناتجة (بعد التغليف) يجب ألا يتجاوز الحد الأقصى البالغ 1500 بايت. للقيام بذلك، من الضروري على جانب المرسل تقليل حقل كتلة البيانات حسب حجم بيانات الخدمة المدمجة ، والتي تبلغ 24 بايت في المثال الموضح. يوضح الشكل 7 المناطق المتاحة لإصدارات بروتوكول OSPF قبل تكوين النفق.

بروتوكول	1 قطعة	2 قطعة	3 قطعة	3 قطعة			4 قطعة	5 قطعة
OSPFv2	+	+	+	+	+	+	-	-
OSPFv3	+	+	+	+	-	+	+	+

الشكل 7 – فواصل في إصدارات بروتوكول OSPF

كما ترى من الشكل OSPFv2 يعمل فقط في منطقة عنوان IPv4 ، ويعمل OSPFv3 في منطقة عنوان IPv6. بعد بناء الأنفاق، تتغير الصورة قليلاً يتغير (الشكل 8).

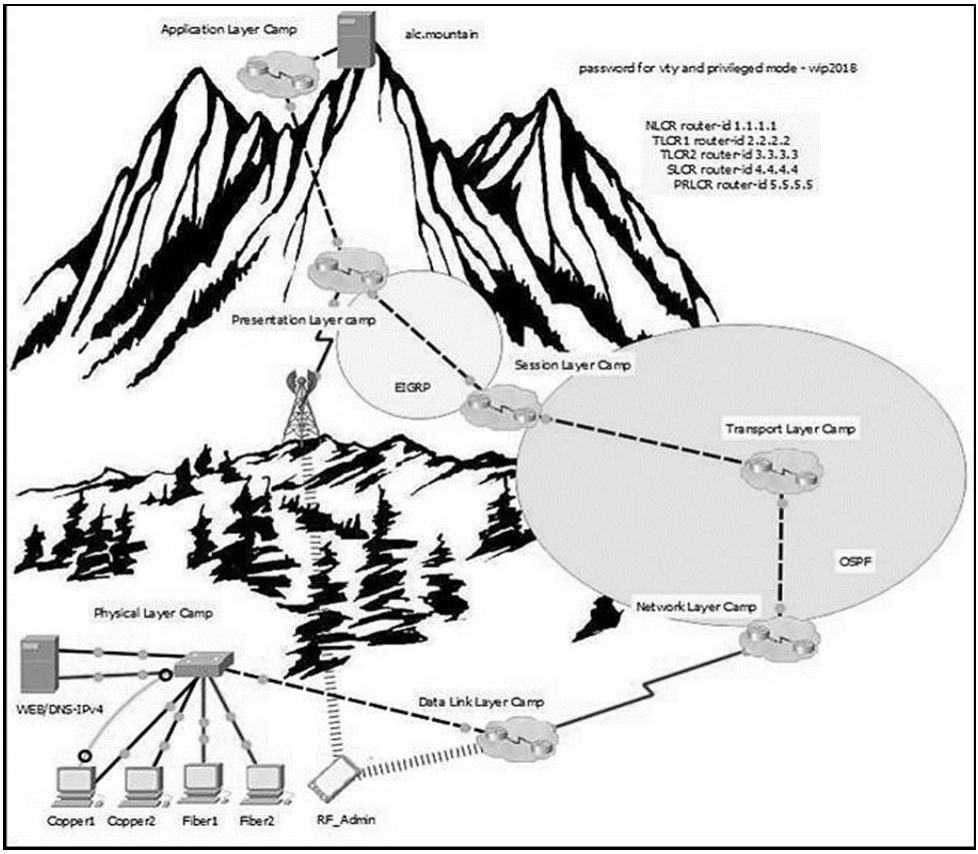
بروتوكول	1 قطعة	2 قطعة	3 قطعة	3 قطعة			4 قطعة	5 قطعة
OSPFv2	+	+	+	+	+	+	-	-
OSPFv3	+	+	+	+			+	+

الشكل 8 - تمديد بروتوكول OSPFv3

نظرًا لأن تشغيل بروتوكولات التوجيه الديناميكية يتطلب جمع بيانات الخدمة على طوبولوجيا الشبكة من أجل إيجاد الطريق الأمثل للترويج لحزم بروتوكول الإنترنت، فإن التشغيل المتوازي لإصدارين من بروتوكول OSPF يمكن أن يزيد الحمل على قنوات الاتصال. يرسل كل إصدار من OSPF رسائل على مستوى الارتباط تصف أجهزة التوجيه والشبكات التي تشكل معًا قاعدة بيانات حالة الارتباط (LSDB) على كل جهاز توجيه. تجدر الإشارة إلى أن البيانات الخاصة ببناء LSDB يتم جمعها في طبقة ارتباط البيانات، وأن العمل الرئيسي لإصدارات البروتوكول هو في ارتباط الشبكة. لذلك، من الممكن تحسين حركة الخدمة.تم استخدام المثال الذي تم بحثه في المقالة كمهمة تأهيل

ISSN: 2410-7727

للجولة الثانية للتأهل لمسابقة "تقنيات نقل البيانات في الشبكات المحلية والعالمية" للألعاب الأوليمبية الدولية "IT Planet" في 17 مارس 2018 (الشكل 9).



شكل 9 – نافذة العمل لحل مشكلة في بيئة Cisco Packet Tracer

ISSN: 2410-7727

في وضع التنفيذ هذا، لا يعمل DualStack في جميع أنحاء الشبكة، ولكن فقط من جانب توليد والحفاظ على حركة المرور. يمكن تنفيذ أوامر تكوين النفق باستخدام بناء الجملة هذا (الشكل 10).

```
Router A Configuration
!
interface GigabitEthernet 0/1
 ip address 192.168.99.1 255.255.255.0
!
interface tunnel 0
 ipv6 address 3ffe:b00:c18:1::3/127
 tunnel source GigabitEthernet 0/1
 tunnel destination 192.168.30.1
 tunnel mode ipv6ip

Router B Configuration
!
interface GigabitEthernet 0/2
 ip address 192.168.30.1 255.255.255.0
!
interface tunnel 0
 ipv6 address 3ffe:b00:c18:1::2/127
 tunnel source GigabitEthernet 0/2
 tunnel destination 192.168.99.1
 tunnel mode ipv6ip
```

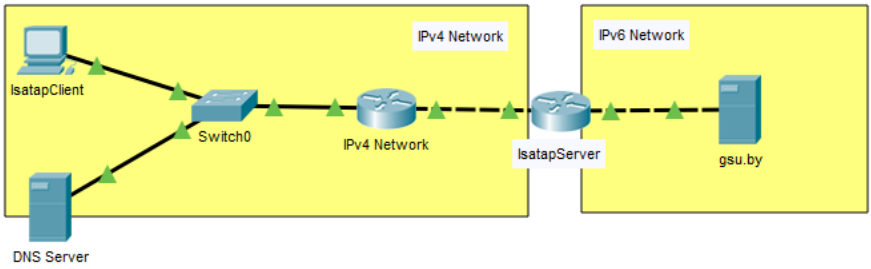
الشكل 10 - تكوين IPv6 عبر نفق IPv4

في حالة أي بنية نفق من الضروري تقليل حجم معلمة وحدة الإرسال الكبرى لحزمة IP ، مما سيؤثر بشكل إضافي على معدل نقل الحركة النهائي.

4. بناء حلول نفق ISATAP

عند تنفيذ نفق ISATAP ، فإن بيئة الشبكة التي يتصل بها المشترك لا تدعم نقل حركة المرور في نظام IPv6. لضمان وضع DualStack على جانب المشترك ، يجب أن يعمل IsatapServer الذي يعمل كبوابة IPv6 على الشبكة. يظهر الشكل 11 نسخة مبسطة من الطوبولوجيا.

ISSN: 2410-7727



الشكل 11 - الاتصال عبر ISATAP

يعد جهاز IsatapServer هو الحافة بين مقاطع IPv4 و IPv6. يتضمن تكوين ISATAP تزويد المشترك بعنوان IPv6 وتكوين إجراء العبّارة (الشكل 12).

```
interface Tunnel0
 no ip address
 mtu 1476
 no ipv6 nd ra suppress
 ipv6 address 2001:DB8:CAFE:65::/64 eui-64
 ipv6 enable
 tunnel source FastEthernet0/0
 tunnel mode ipv6ip isatap
!
!
interface FastEthernet0/0
 ip address 14.1.1.2 255.0.0.0
 duplex auto
 speed auto
!
interface FastEthernet0/1
 no ip address
 duplex auto
 speed auto
 ipv6 address 2001::1/64
```

الشكل 12 - تكوين بوابة ISATAP

ISSN: 2410-7727

في بيئة Cisco Packet Tracer ، من أجل اختبار الاتصال في نموذج نظام تشغيل المشترك ، تحتاج إلى تشغيل أمرين:

netsh interface isatap set state enabled
netsh interface isatap set router 14.1.1.2

يقومون ببدء طلب عنوان IPv6 ، ويقومون بتنشيط نفق ، ويقومون بتعيين بوابة افتراضية على جهاز بعنوان IPv4 14.1.1.2. تظهر نتيجة بناء النفق في الشكل 13.

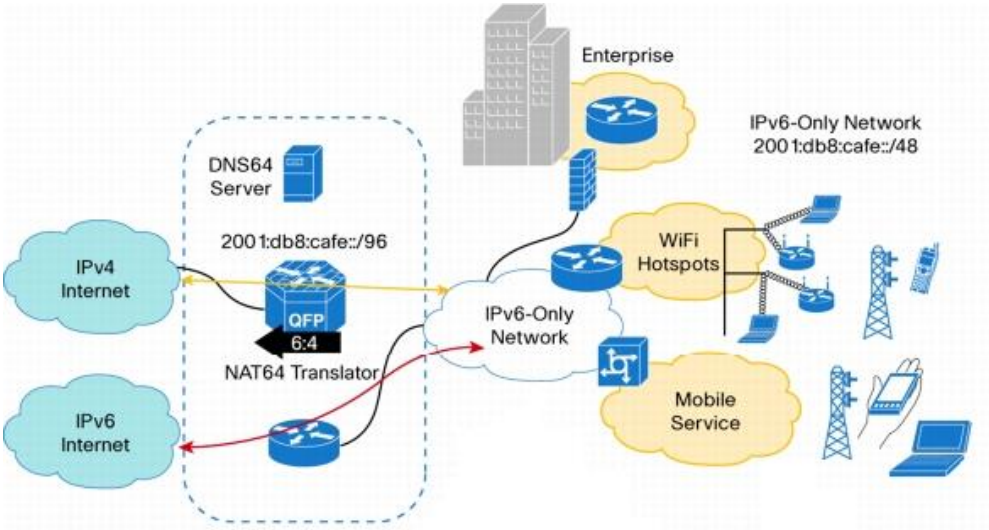
```
C:\>ipconfig
FastEthernet0 Connection:

   Link-local IPv6 Address.....: ::
   IP Address.....: 13.1.1.2
   Subnet Mask.....: 255.0.0.0
   Default Gateway.....: 13.1.1.1

C:\>ipv6config

IsatapTunnel1 Connection:

   Link-local IPv6 Address.....: FE80::200:5EFE:D01:102
   IPv6 Address.....: 2001:DB8:CAFE:65::D01:102/64
   Default Gateway.....: FE80::200:5EFE:E01:102
   DHCPv6 Client DUID.....: 00-01-00-01-45-8B-6A-65-00-30-F2-44-90-40
```

الشكل 13 - نتيجة توصيل المشترك بنفق ISATAP

5. **بناء حلول NAT64**

يمكن اعتبار هذا الحل إجراءً قاسياً بسبب فشل نظام التشغيل الخاص بالمشترك في العمل مع مساحة عنوان IPv6 بسبب عدم وجود تحديثات و / أو استحالة ذلك بسبب النظام الأساسي للأجهزة القديمة. في الواقع ، ينتهي المكدس المزدوج عند نقطة الترسيم بين الشبكة الخارجية وشبكة الموفر (الشكل 14).

ISSN: 2410-7727



الشكل 14 – هيكل التكاملNAT64

يظهر تكوين جهاز حافة QFP في الشكل 15.

```
!
ipv6 access-list mylist permit ipv6 2001:db8:cafe::/48 any
!
nat64 v6v4 static 2001:db8:cafe:2::1 203.0.113.111
!
nat64 prefix stateful 2001:db8:cafe::/96
nat64 v4 pool mypool 203.0.113.1 201.0.113.100
nat64 v6v4 list mylist pool mypool overload
!
```

الشكل 15 – تكوين NAT64 على جهاز توجيه Cisco ASR 1000 Series IOS

ISSN: 2410-7727

6. الاستنتاجات والتوصيات :

اعتبارًا من ديسمبر 2019 ، كان هيكل حركة مرور IP العالمية مركبًا مع ميزة سائدة لصالح الإصدار IPv4. إن متطلبات عمليات الإنتاج لزيادة عدد عقد شبكة WAN المعنية والنمو السريع لإنترنت الأشياء يضع ضغطًا على عملية نقل حركة بروتوكول الإنترنت IP نحو نظام عنونة جديد. سيكون للحلول المقترحة في المقالة مستوى مرتفع من الطلب في حل المهام المتعلقة بتنفيذ خدمات الشبكة.

7. المراجع والمصادر:

1. A. V. Varuyeu, O. M. Demidenko, V. D. Liauchuk, P. L. Chechat, “Encapsulation of backbone traffic of data processing center”, PFMT, 2018, no. 1(34), 88–93
2. A. V. Varuyeu, I. O. Demidenko, A. I. Carnyshou, S. Y. Mikhnevich “Programmable network access control with adaptive physical interface configuration”, Proceedings of Francisk Skorina Gomel State University, 2018, no. 6(111), 55–62.
3. NAT64 Technology: Connecting IPv6 and IPv4 Networks. – In access mode: https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/ios-nx-os-software/enterprise-ipv6-solution/white_paper_c11-676278.html. – Access date: 09.12.2019.