

Переход на протокол IPv6 как необходимое  
условие миграции к СПП. Оценка текущего  
уровня внедрения IPv6 в мире.  
Необходимые координационные действия  
регулятора для упрощения процесса  
перехода

Фарид Нахли,  
Начальник отдела развития ИКТ  
ОАО «Гипросвязь»

# Содержание

- I. Факторы, сдерживающие распространение IPv6
- II. Текущее состояние перехода к IPv6
- III. Сравнительный обзор уровня внедрения IPv6 в Государствах-Членах РСС
- IV. Обзор затрат при переходе к IPv6 (GSR-13) и Решения WTDC-14, направленные на упрощение перехода к IPv6
- V. Мероприятия, необходимые для осуществления перехода на протокол IPv6
- VI. Пример плана перехода на протокол IPv6 с точки зрения регулятора

I. Факторы, сдерживающие распространение IPv6

II. Текущее состояние перехода к IPv6

III. Сравнительный обзор уровня внедрения IPv6 в Государствах-Членах РСС

IV. Обзор затрат при переходе к IPv6 (GSR-13) и Решения WTDC-14, направленные на упрощение перехода к IPv6

V. Мероприятия, необходимые для осуществления перехода на протокол IPv6

VI. Пример плана перехода на протокол IPv6 с точки зрения регулятора

# Факторы, сдерживающие распространение IPv6

## 1. Несовместимость IPv6 с IPv4

- *устройства, поддерживающие IPv4 не могут напрямую взаимодействовать с устройствами IPv6*

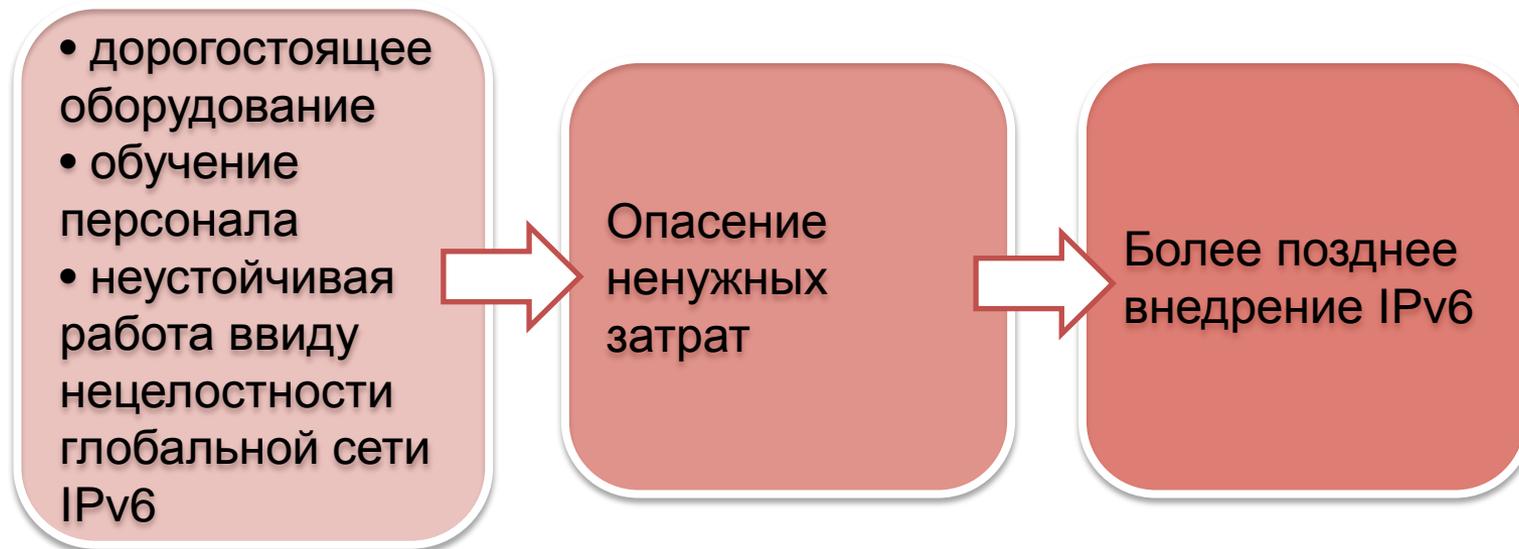


## 2. Безразличие рядового пользователя к проблеме внедрения IPv6



# Факторы, сдерживающие распространение IPv6

## 3. Опасение больших затрат на сопровождение инфраструктуры IPv6



# Факторы, сдерживающие распространение IPv6

## 4. Необходимость обучения и переподготовки как на уровне руководства, так и на уровне технических специалистов

В результате обучения руководство операторов должно понять две главные истины:

- коммерческой выгоды от перехода к IPv6 не будет
- затягивание перехода повлечет в будущем еще большие затраты



Переподготовка технических специалистов с учетом специфики нового протокола и оборудования, поддерживающего IPv6



Основные возможности обучения предлагают производители оборудования, поэтому обучение ориентировано в первую очередь на продажу данного оборудования

# Факторы, сдерживающие распространение IPv6

## 5. Необходимость координации перехода как на международном, так и на национальном уровне

Очевидно, что переход к IPv6 требует четкой координации как на международном, так и на национальных уровнях



На международном уровне такую функцию мог бы выполнять МСЭ, так как функцией RIR является только распределение блоков адресов



На национальном уровне функцию координатора может выполнять регулятор или неправительственная организация.

Успешный пример национальной координации – IPv6 Council, действующий в Швейцарии под руководством признанного эксперта в данной области, г-жи Сильвии Хаген

I. Факторы, сдерживающие распространение IPv6

II. Текущее состояние перехода к IPv6

III. Сравнительный обзор уровня внедрения IPv6 в Государствах-Членах РСС

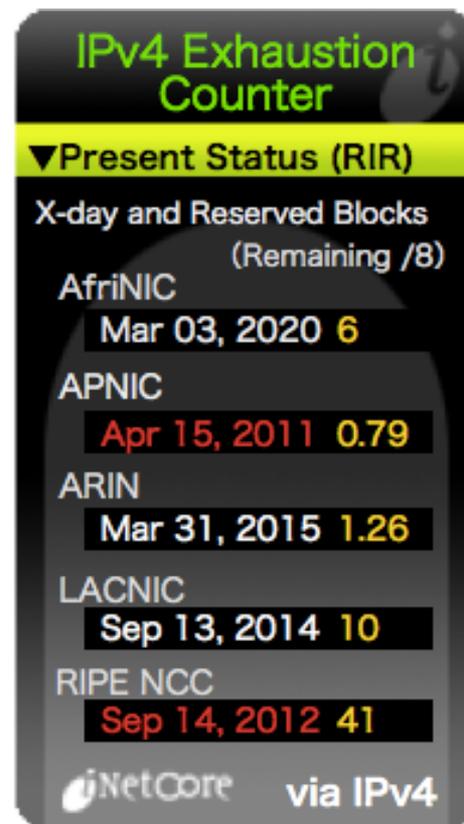
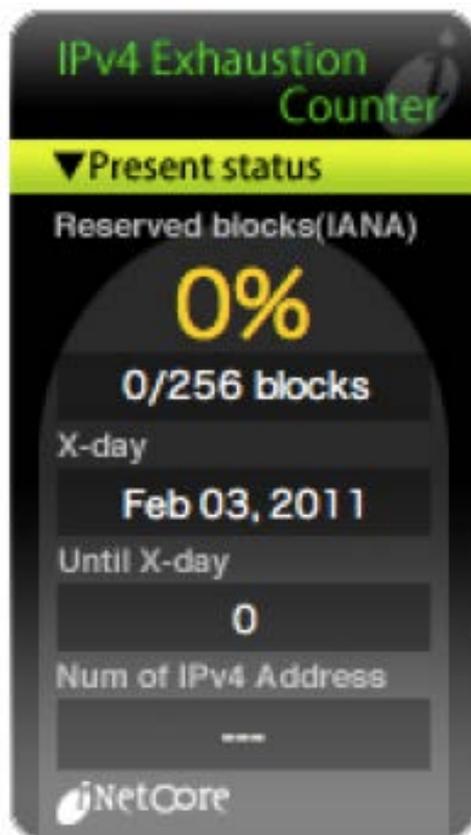
IV. Обзор затрат при переходе к IPv6 (GSR-13) и Решения WTDC-14, направленные на упрощение перехода к IPv6

V. Мероприятия, необходимые для осуществления перехода на протокол IPv6

VI. Пример плана перехода на протокол IPv6 с точки зрения регулятора

# Текущее состояние перехода к IPv6

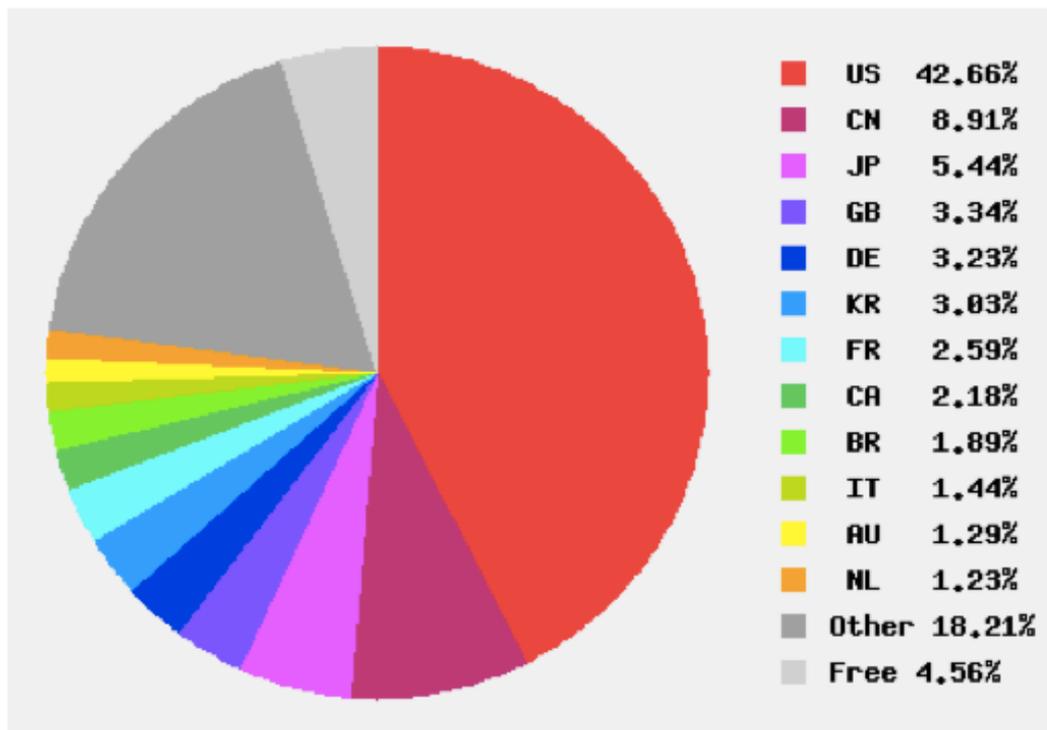
## Отсчет окончания IPv4-адресов



Источник: [http://inetcore.com/project/ipv4ec/index\\_en.html](http://inetcore.com/project/ipv4ec/index_en.html)

# Текущее состояние перехода к IPv6

## Распределение адресного пространства IPv4 по странам



Источник: <http://www.bgpexpert.com/addressespercountry.php>

# Текущее состояние перехода к IPv6

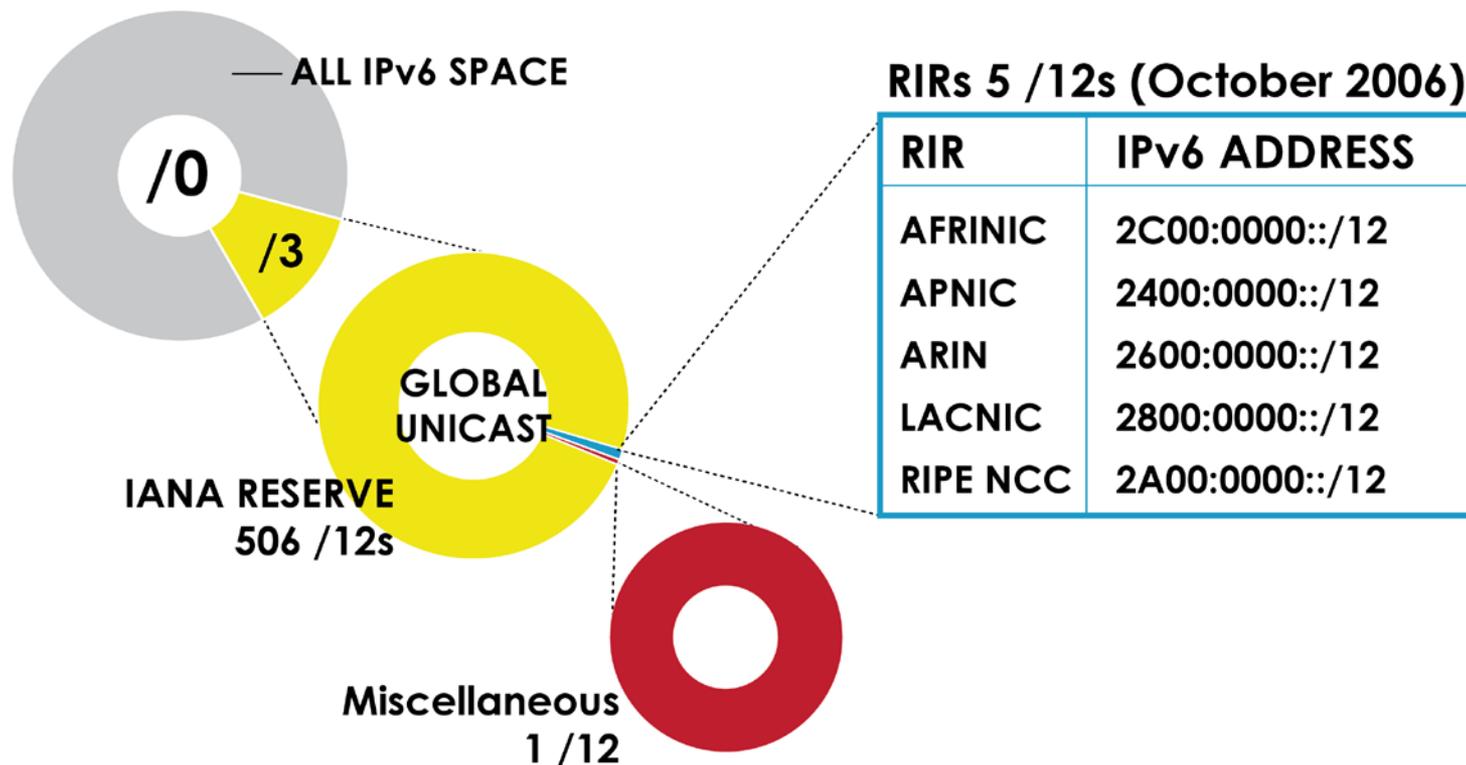
## Распределение адресного пространства IPv4 по странам

Страна	Всего, млн.	Per capita
Соединенные Штаты	1581.22	5.68
Китай	330.31	0.26
Германия	119.56	1.46
Российская Федерация	45.48	0.31
Казахстан	2.72	0.17
Беларусь	1.82	0.18
Молдова	0.89	0.20
Азербайджан	0.70	0.09
Узбекистан	0.23	0.01

Источник: <http://www.bgpexpert.com/addressespercountry.php>

# Текущее состояние перехода к IPv6

## Адресные пространства IPv6, выделенные RIRам

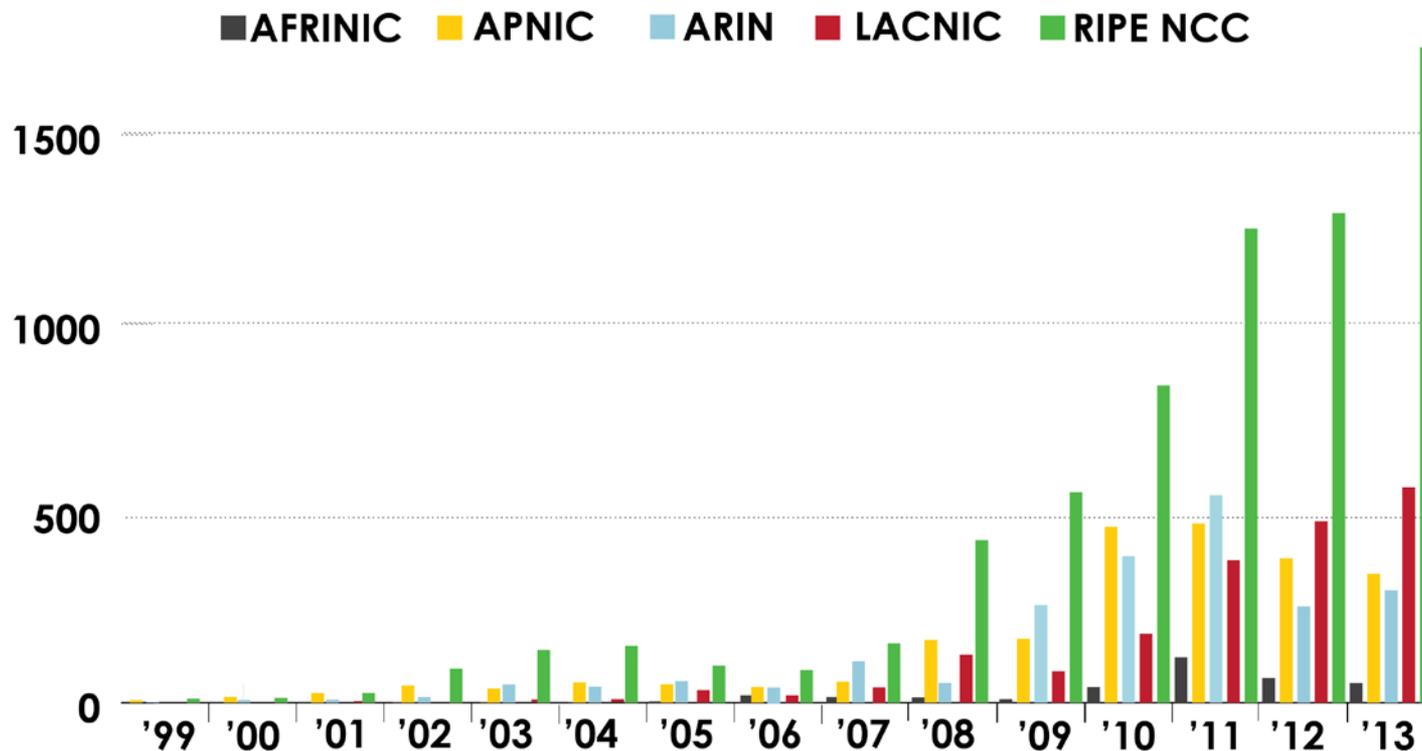


Источник: <http://www.nro.net/statistics>

# Текущее состояние перехода к IPv6

Блоки IPv6, выделенные RIRами ISP/LIR (декабрь 2013)

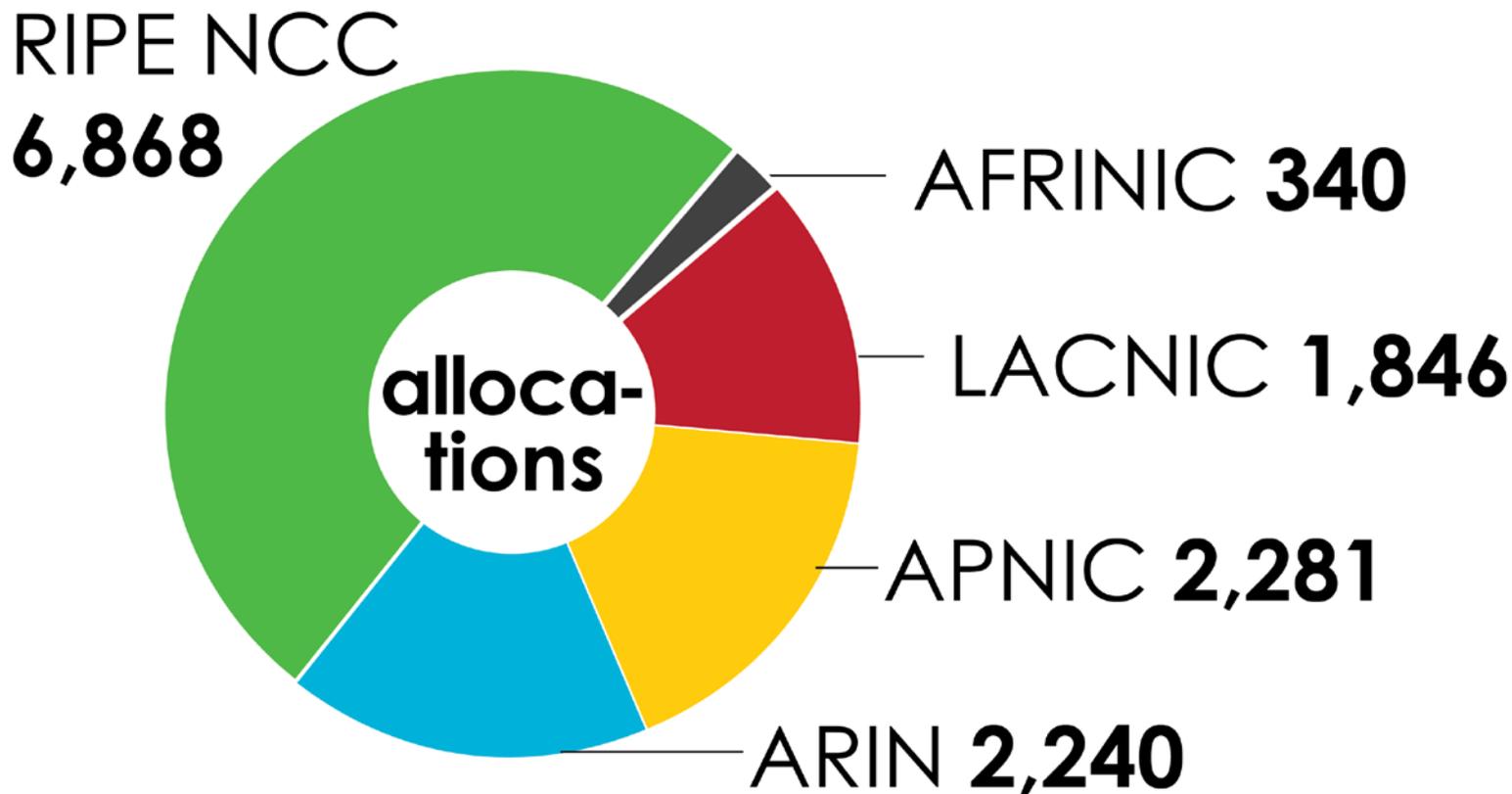
2000 allocations



Источник: <http://www.nro.net/statistics>

# Текущее состояние перехода к IPv6

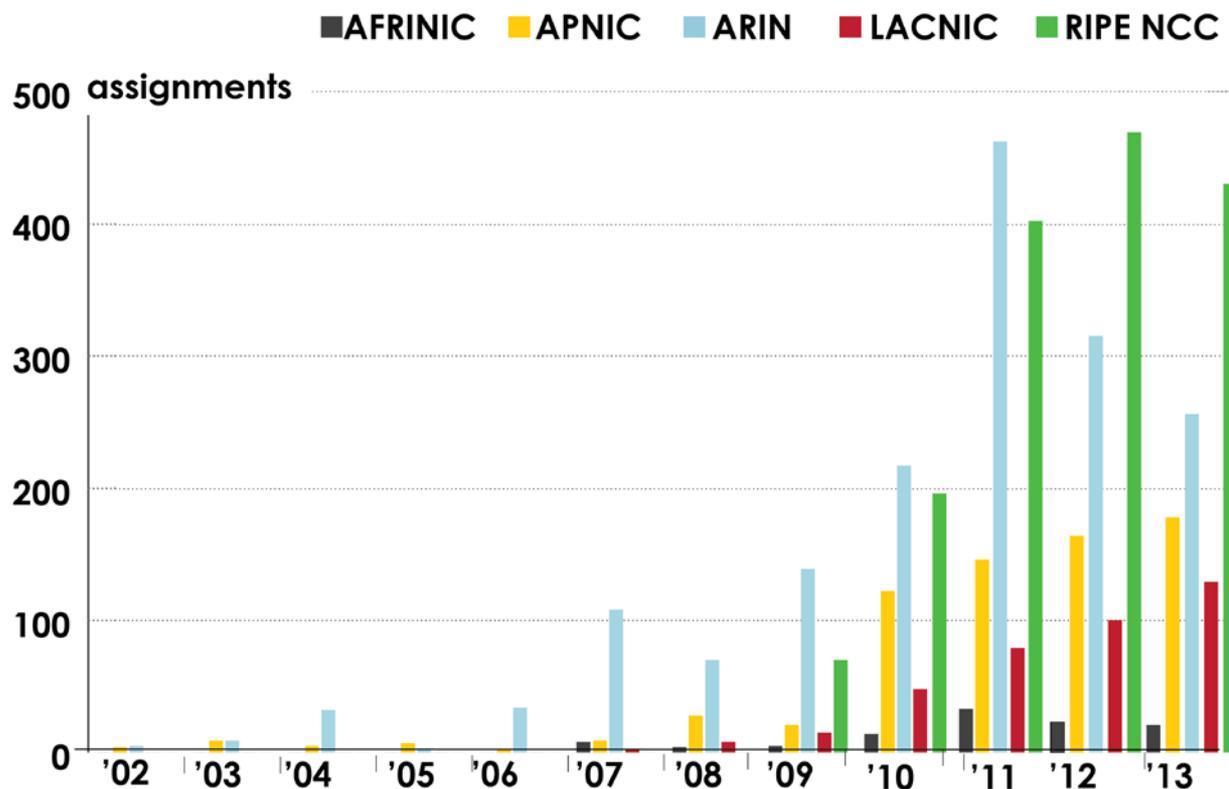
Всего IPv6-адресов, выделенных RIRами ISP/LIR (декабрь 2013)



Источник: <http://www.nro.net/statistics>

# Текущее состояние перехода к IPv6

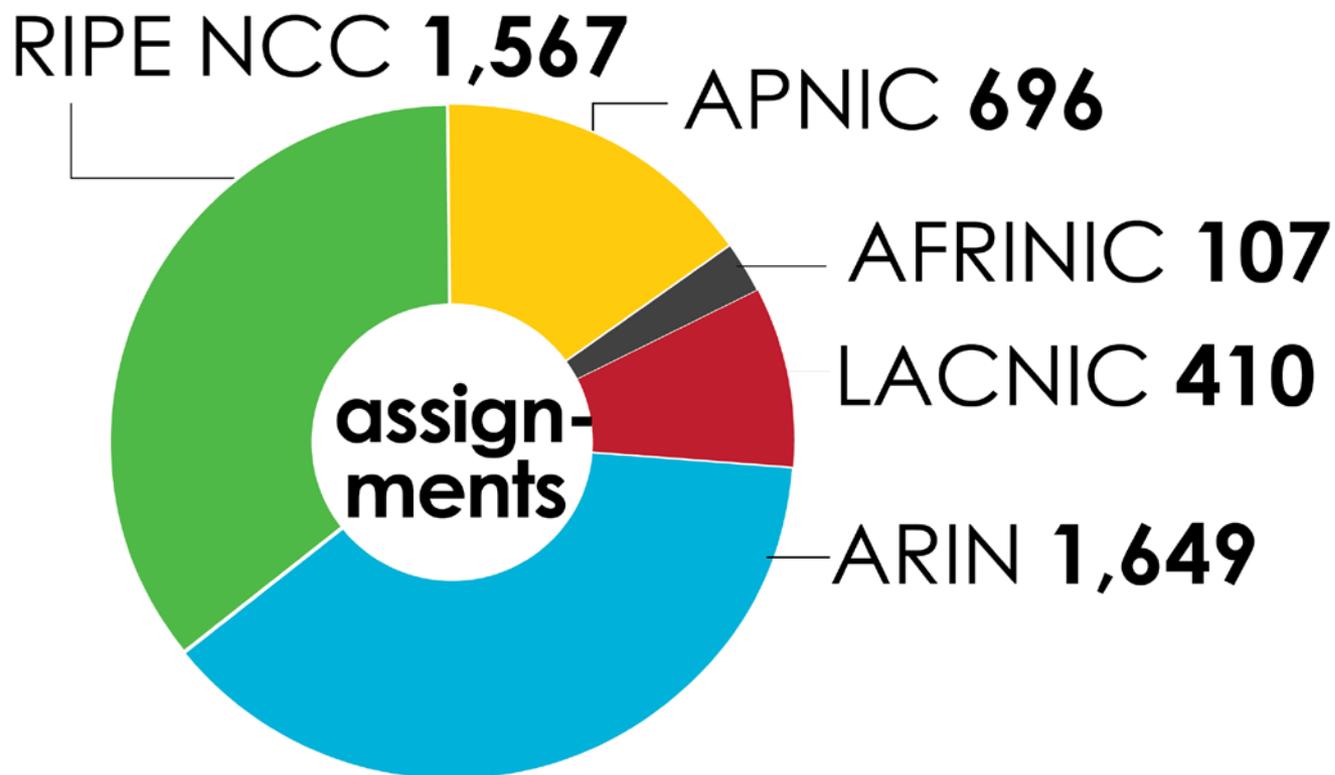
Блоки IPv6, выделенные RIRами конечным пользователям (декабрь 2013)



Источник: <http://www.nro.net/statistics>

# Текущее состояние перехода к IPv6

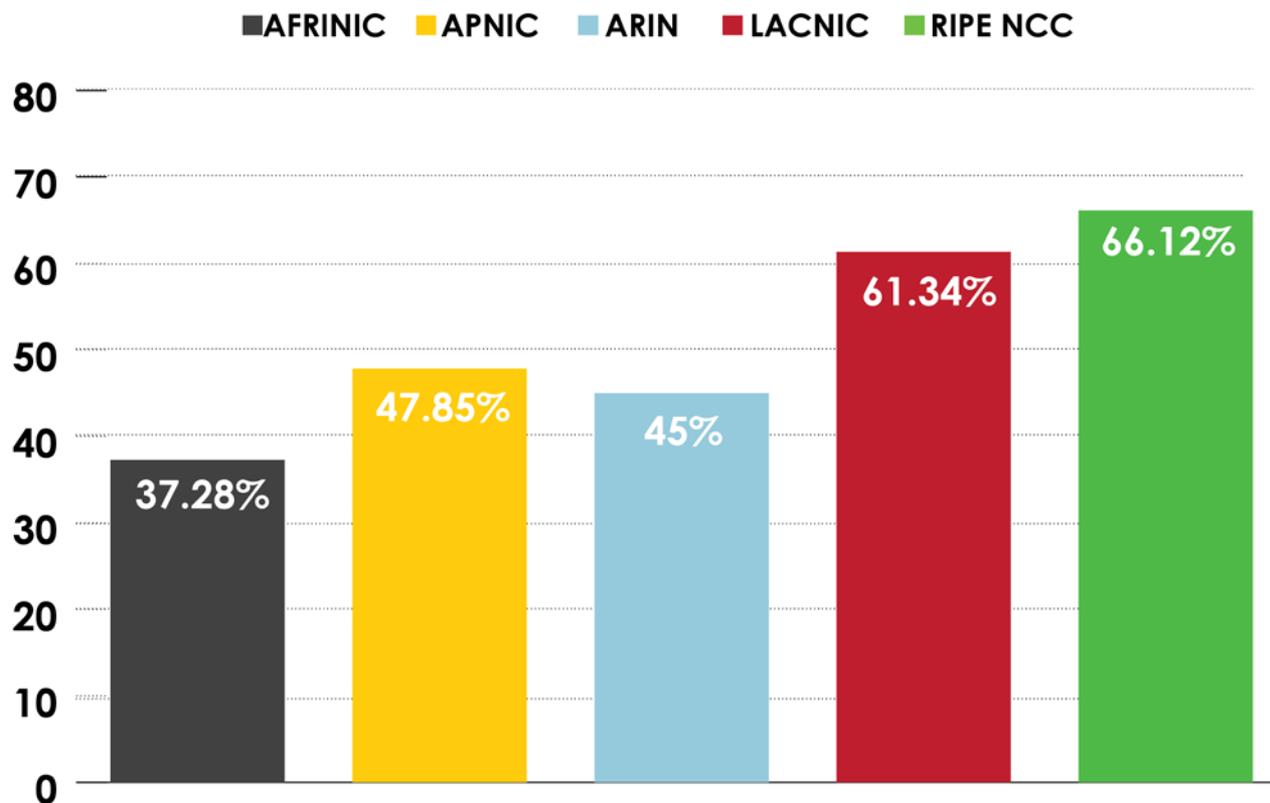
Всего IPv6-адресов, выделенных RIRами конечным пользователям (декабрь 2013)



Источник: <http://www.nro.net/statistics>

# Текущее состояние перехода к IPv6

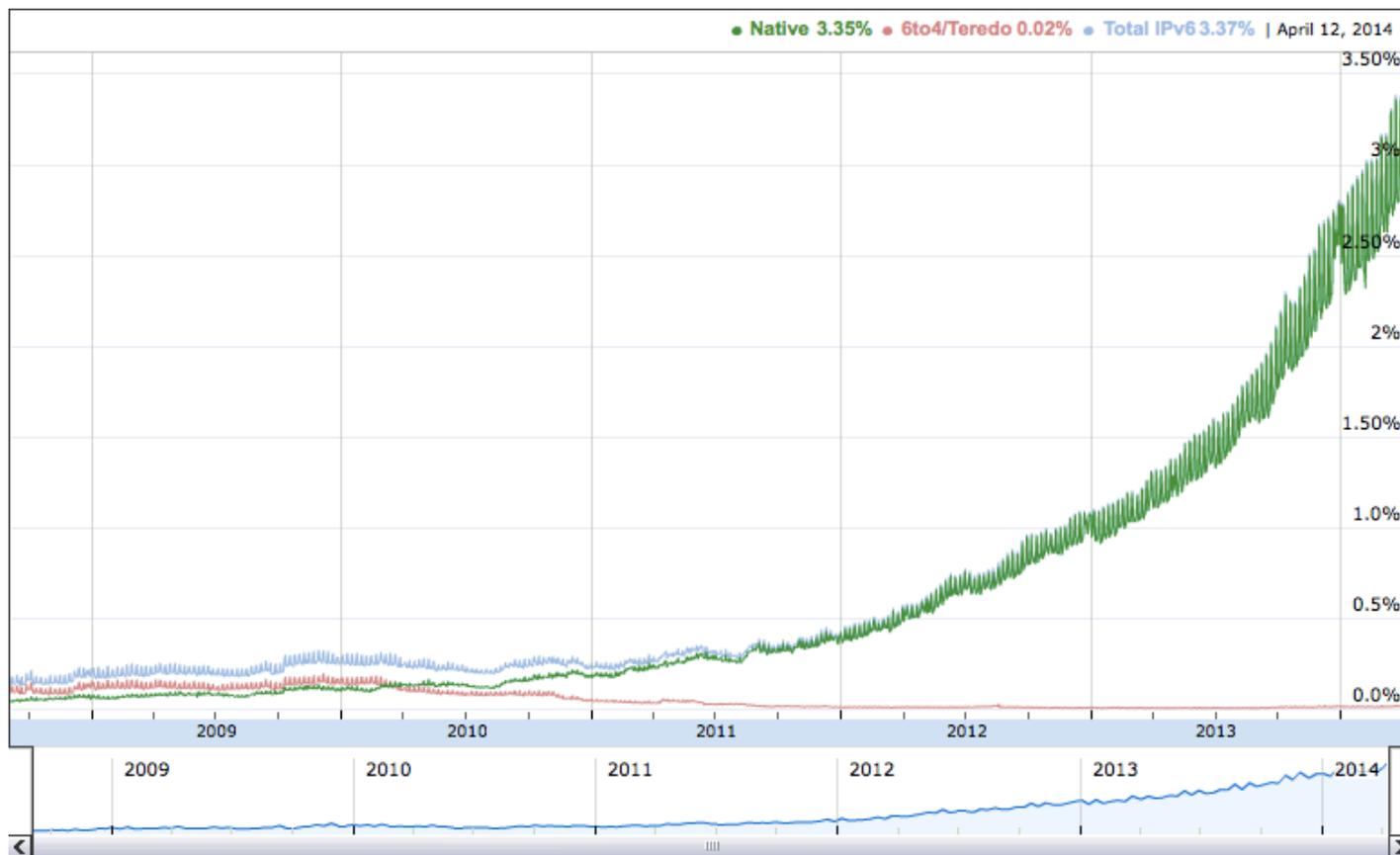
Процент членов каждого RIR, обладающих адресами обоих типов (декабрь 2013)



Источник: <http://www.nro.net/statistics>

# Текущее состояние перехода к IPv6

Количество пользователей Google, использующих IPv6



Источник: <http://www.google.com/intl/en/ipv6/statistics.html#tab=ipv6-adoption>

I. Факторы, сдерживающие распространение IPv6

II. Текущее состояние перехода к IPv6

III. Сравнительный обзор уровня внедрения IPv6 в Государствах-Членах РСС

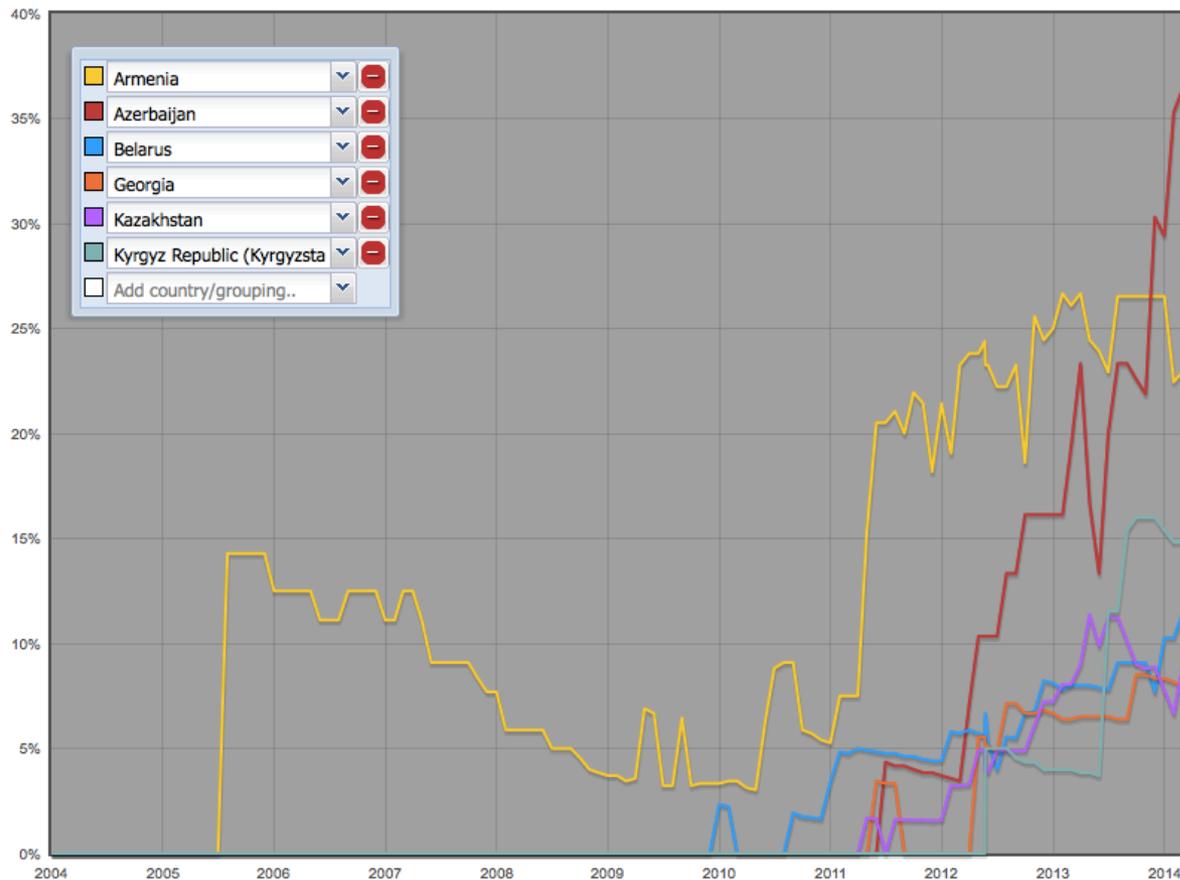
IV. Обзор затрат при переходе к IPv6 (GSR-13) и Решения WTDC-14, направленные на упрощение перехода к IPv6

V. Мероприятия, необходимые для осуществления перехода на протокол IPv6

VI. Пример плана перехода на протокол IPv6 с точки зрения регулятора

# IPv6 в Государствах-Членах РСС

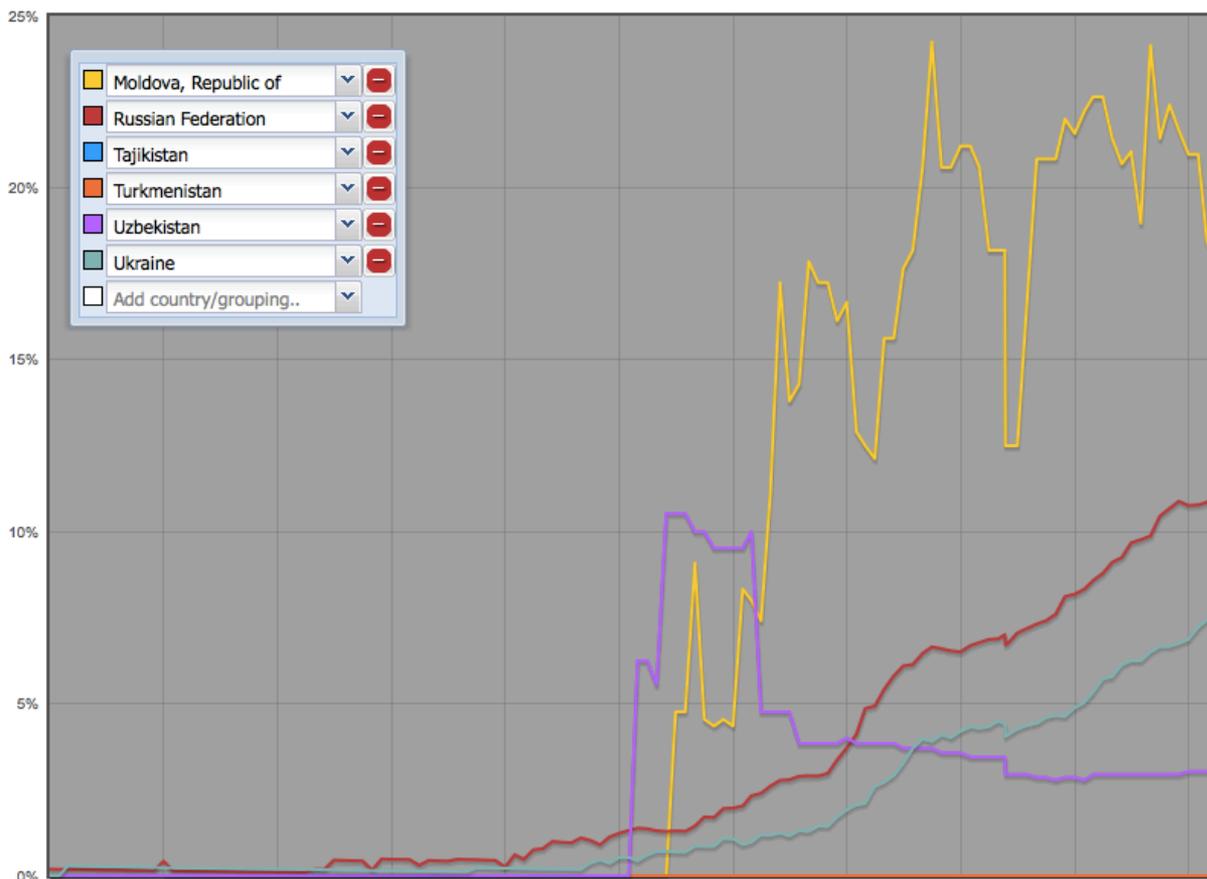
Процент сетей, анонсирующих префиксы IPv6 (AS)



Источник: <http://v6asns.ripe.net/v/6>

# IPv6 в Государствах-Членах РСС

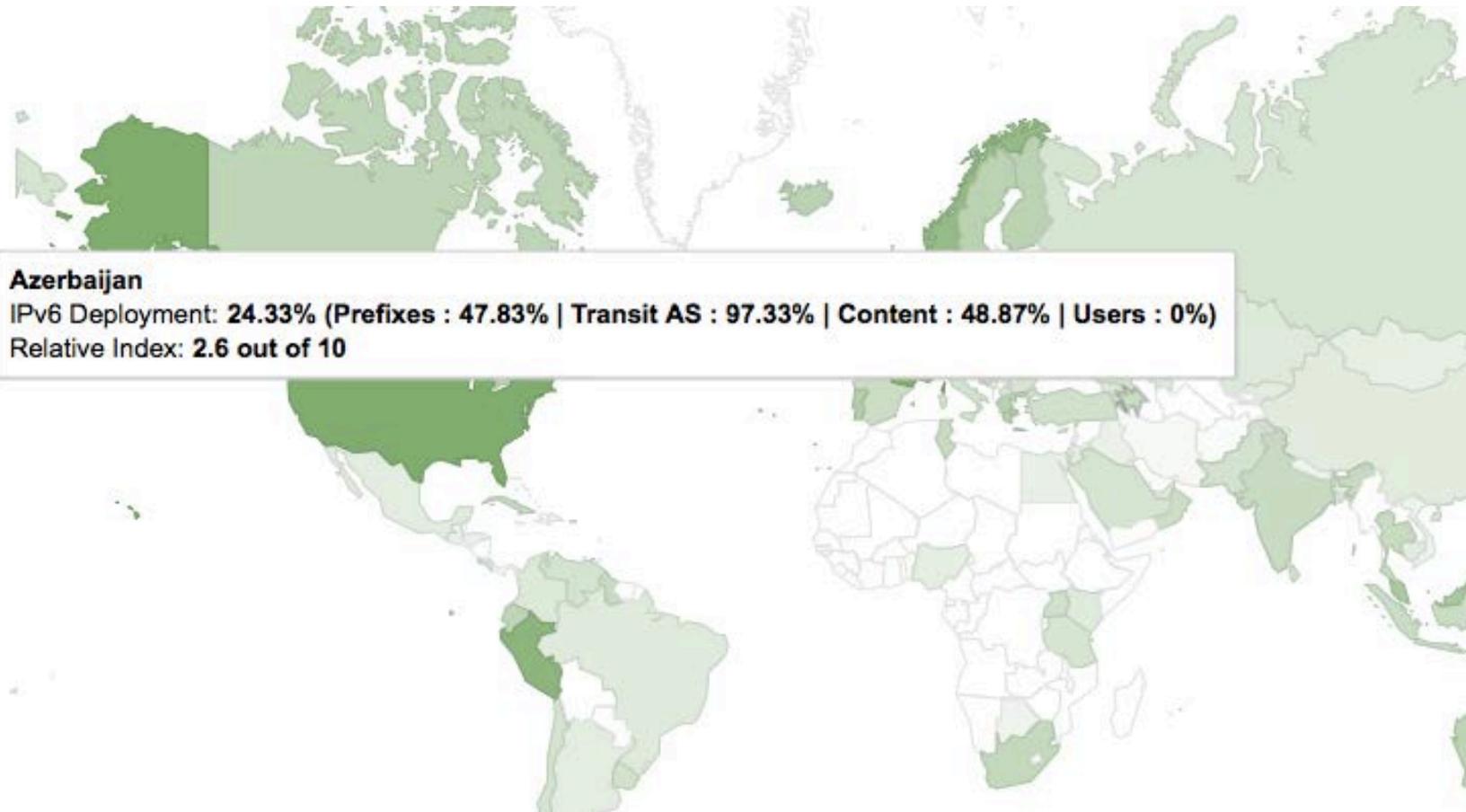
Процент сетей, анонсирующих префиксы IPv6 (AS)



Источник: <http://v6asns.ripe.net/v/6>

# IPv6 в Государствах-Членах РСС

Проникновение по данным Cisco

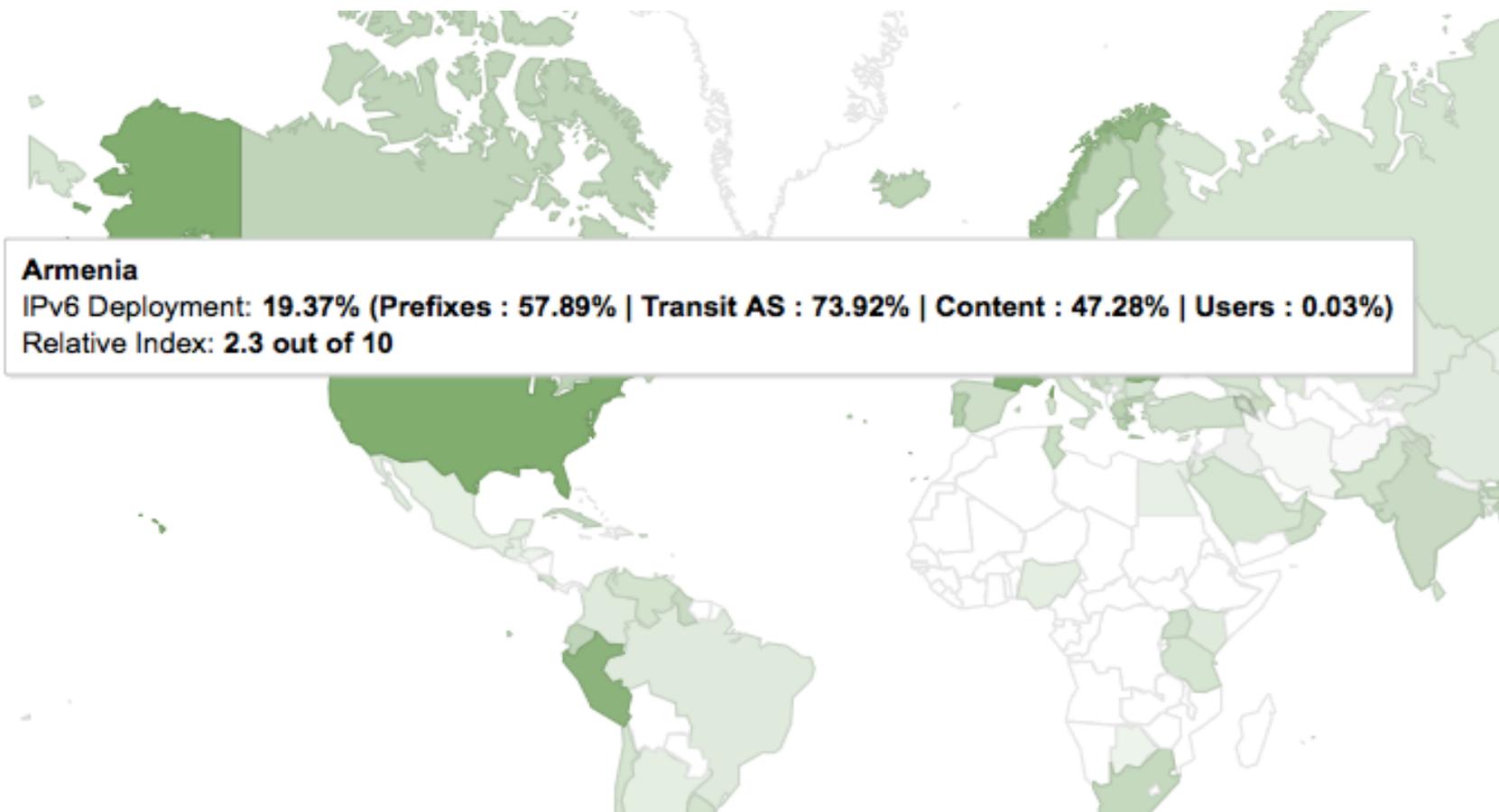


Источник: <http://6lab.cisco.com/stats/index.php>



# IPv6 в Государствах-Членах РСС

Проникновение по данным Cisco



Источник: <http://6lab.cisco.com/stats/index.php>



# IPv6 в Государствах-Членах РСС

Проникновение по данным Cisco



## Belarus

IPv6 Deployment: **16.83%** (Prefixes : 40% | Transit AS : 65.36% | Content : 43.24% | Users : 0.01%)

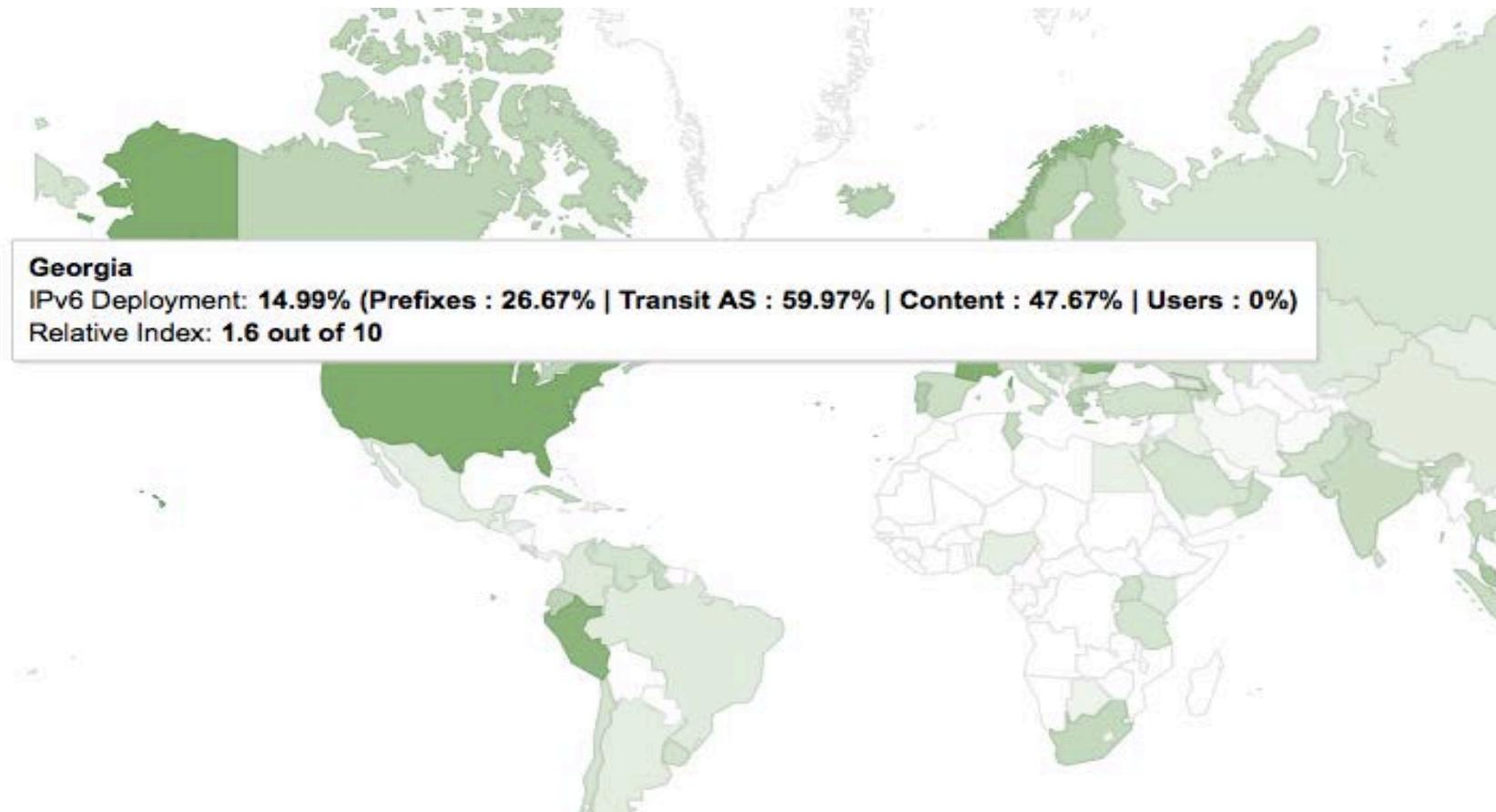
Relative Index: **1.9 out of 10**

Источник: <http://6lab.cisco.com/stats/index.php>



# IPv6 в Государствах-Членах РСС

Проникновение по данным Cisco

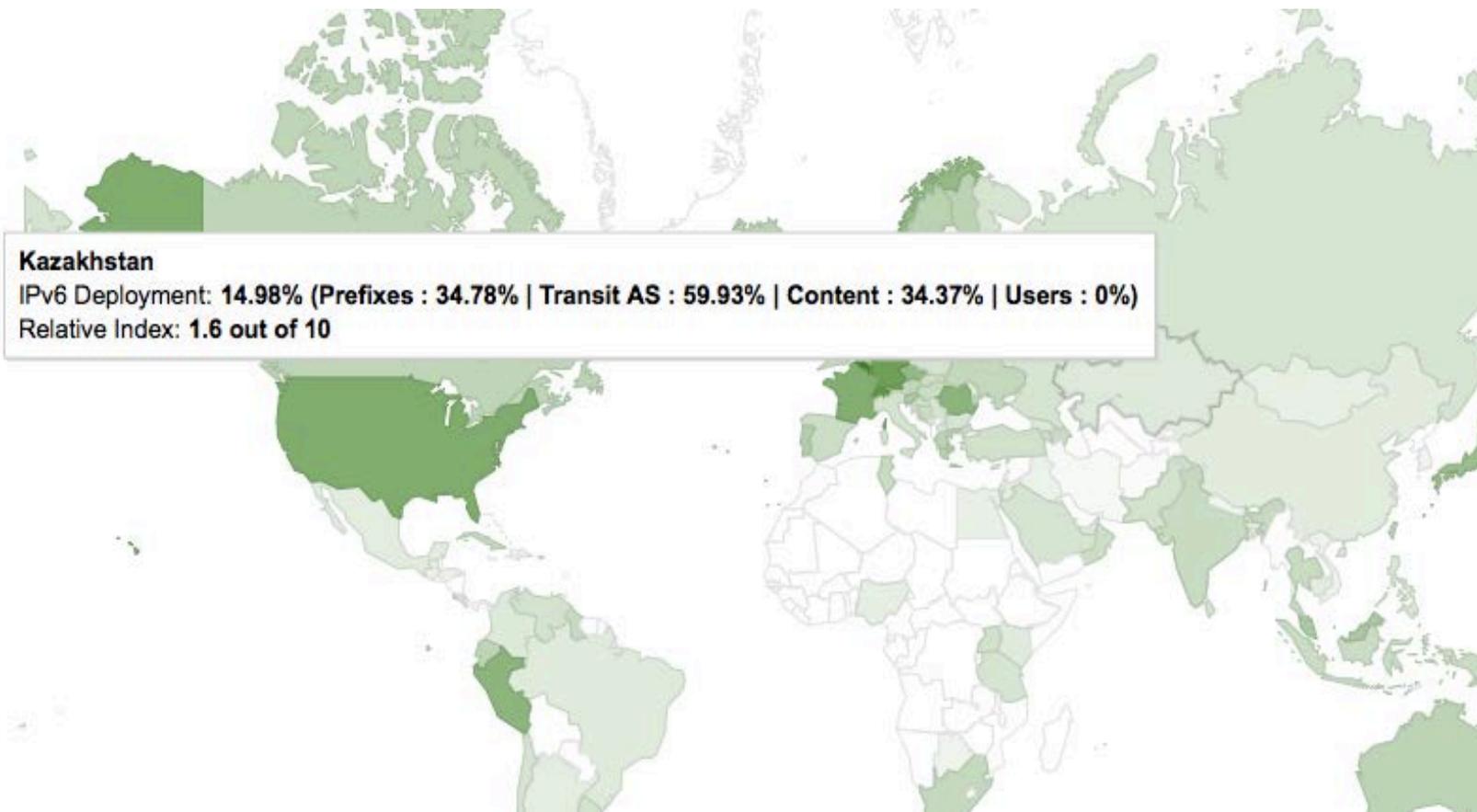


Источник: <http://6lab.cisco.com/stats/index.php>



# IPv6 в Государствах-Членах РСС

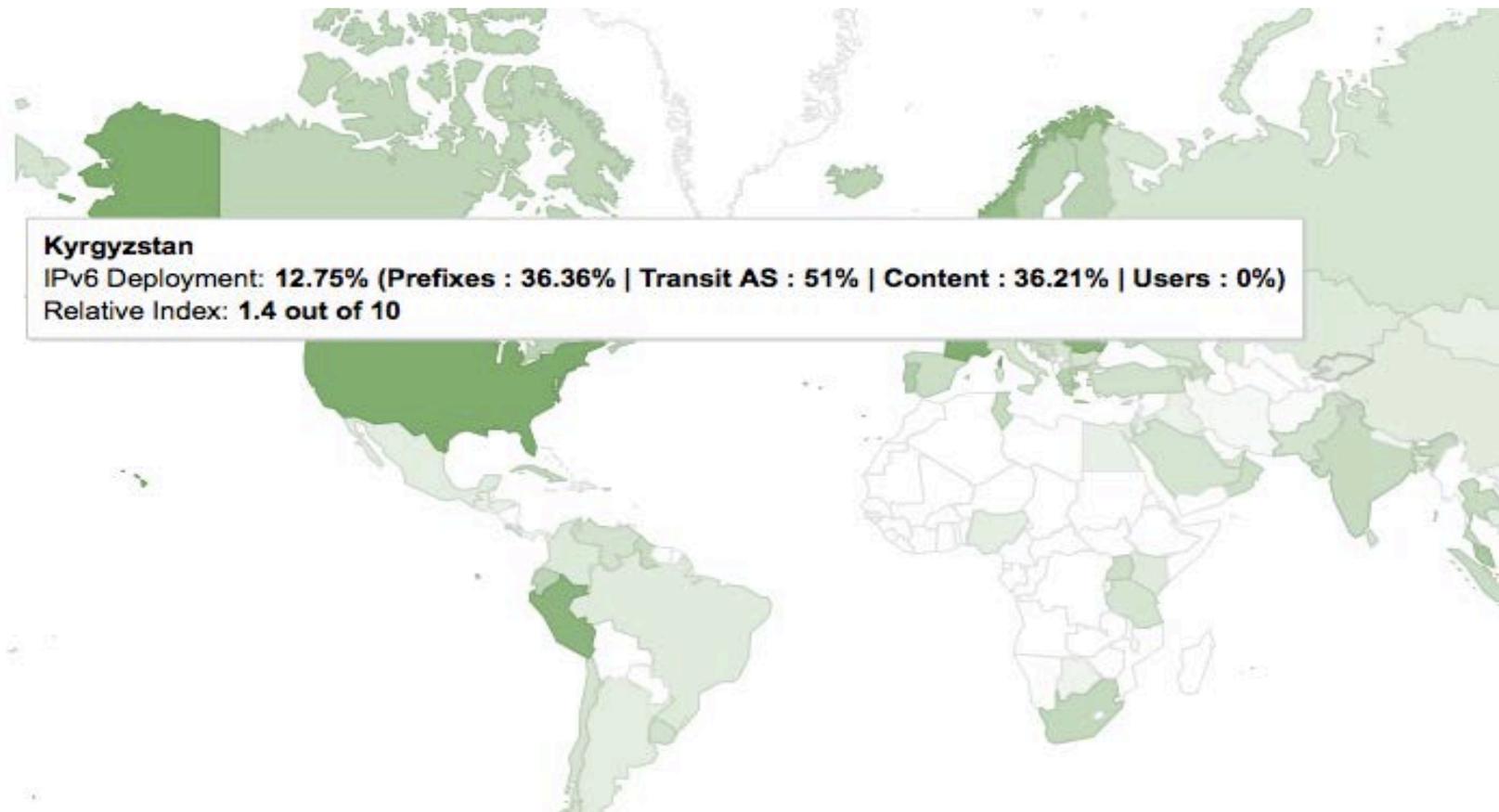
Проникновение по данным Cisco



Источник: <http://6lab.cisco.com/stats/index.php>

# IPv6 в Государствах-Членах РСС

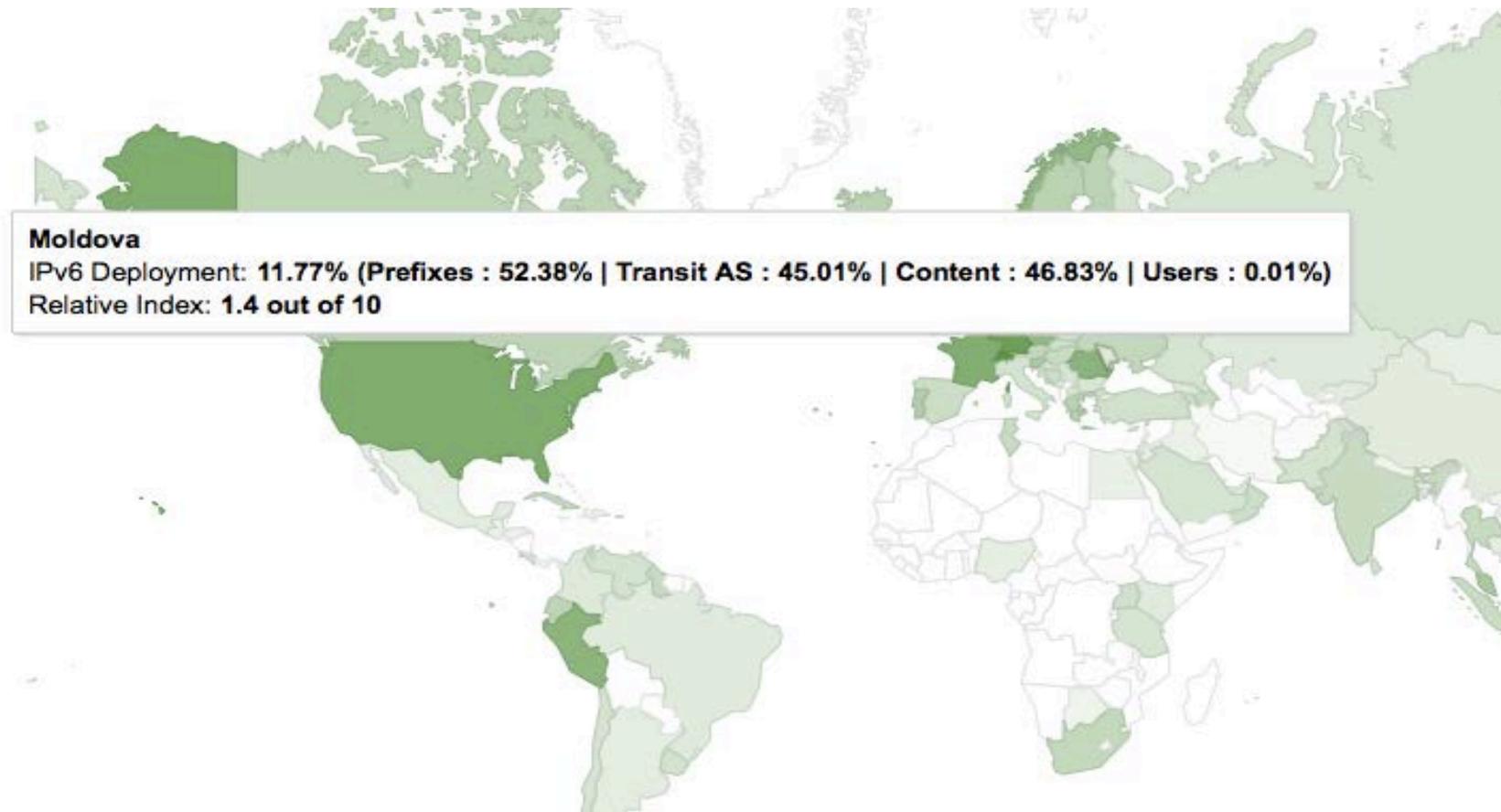
Проникновение по данным Cisco



Источник: <http://6lab.cisco.com/stats/index.php>

# IPv6 в Государствах-Членах РСС

Проникновение по данным Cisco

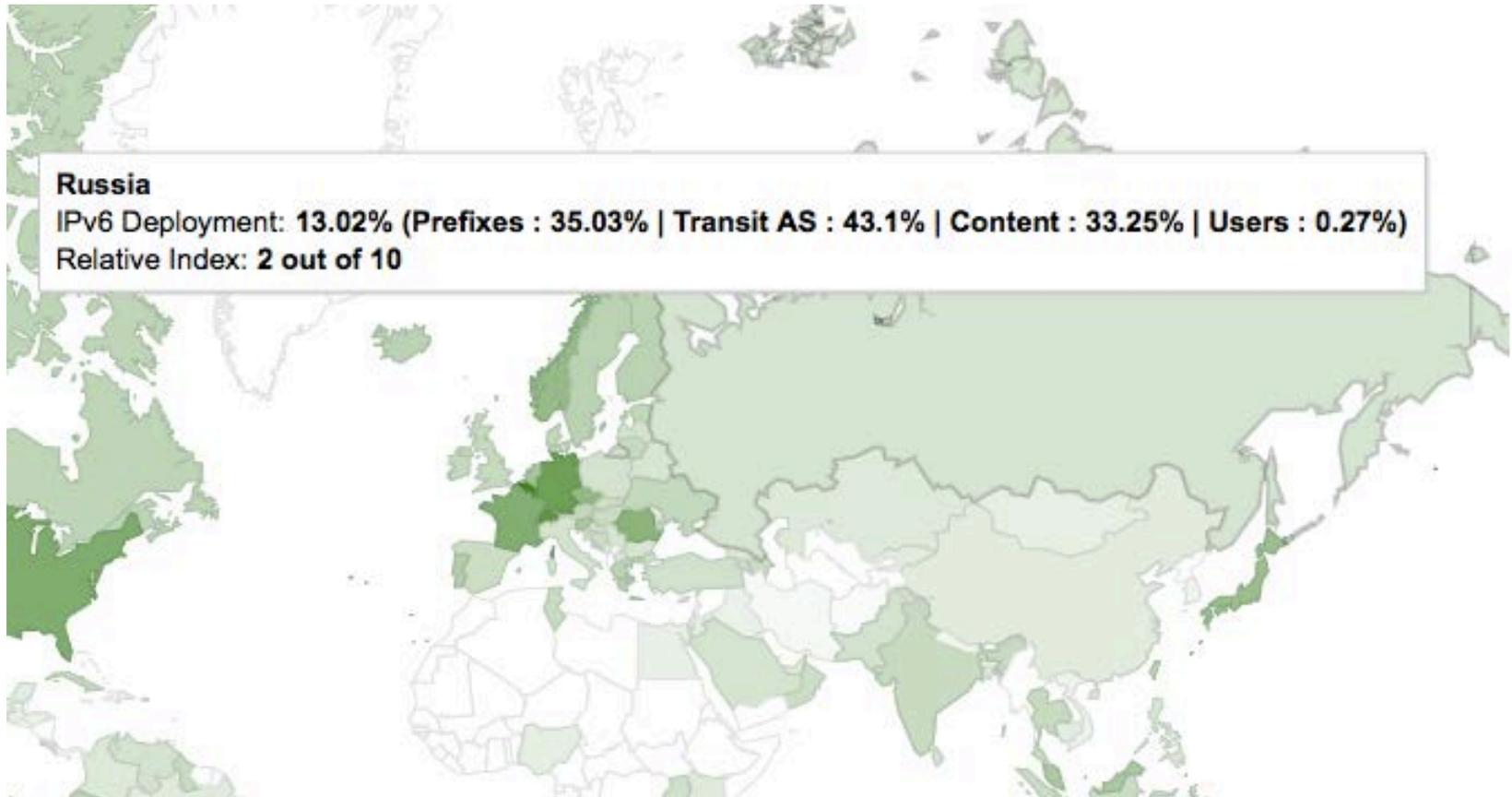


Источник: <http://6lab.cisco.com/stats/index.php>

# IPv6 в Государствах-Членах РСС



Проникновение по данным Cisco



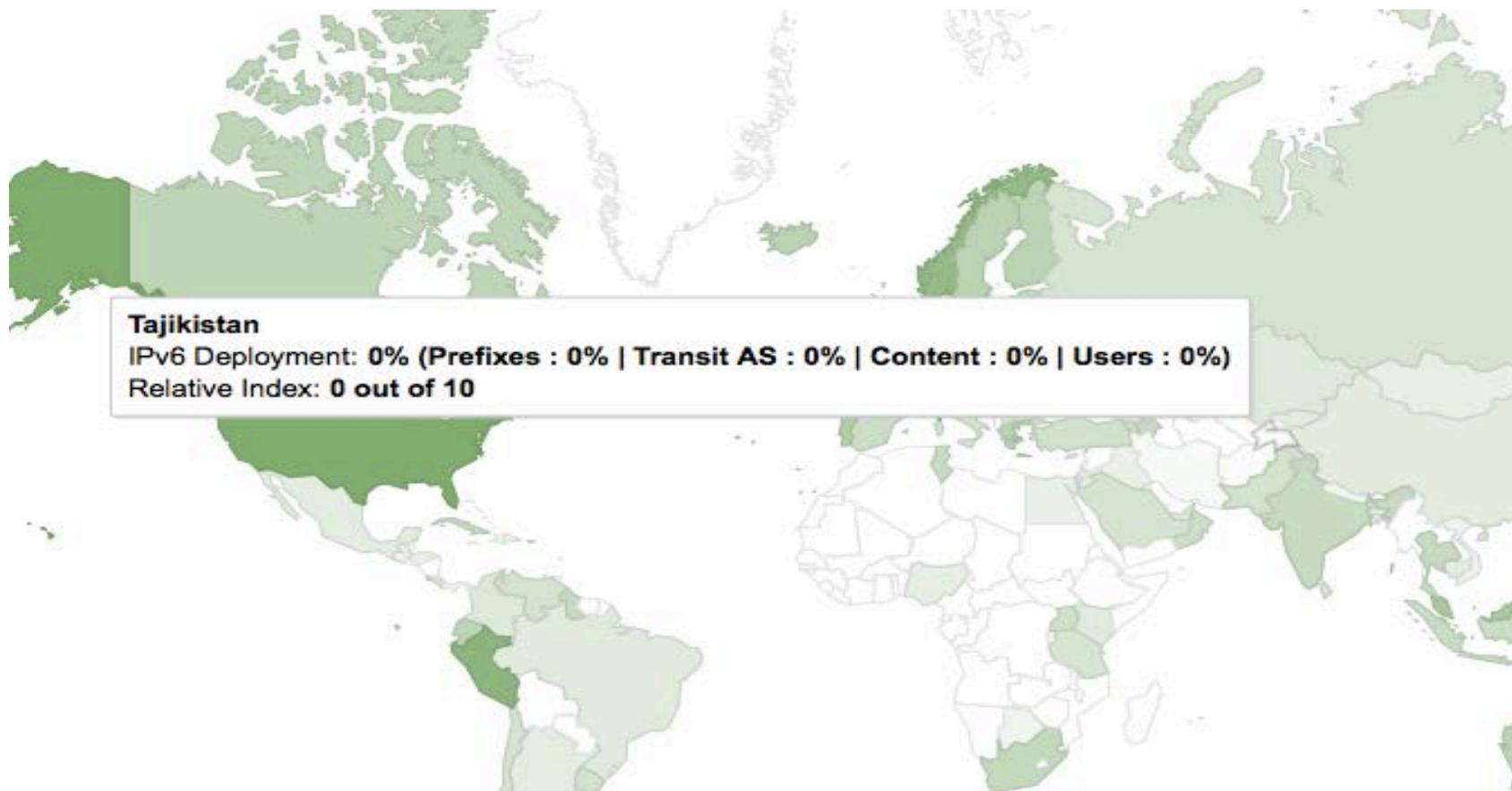
Источник: <http://6lab.cisco.com/stats/index.php>



# IPv6 в Государствах-Членах РСС



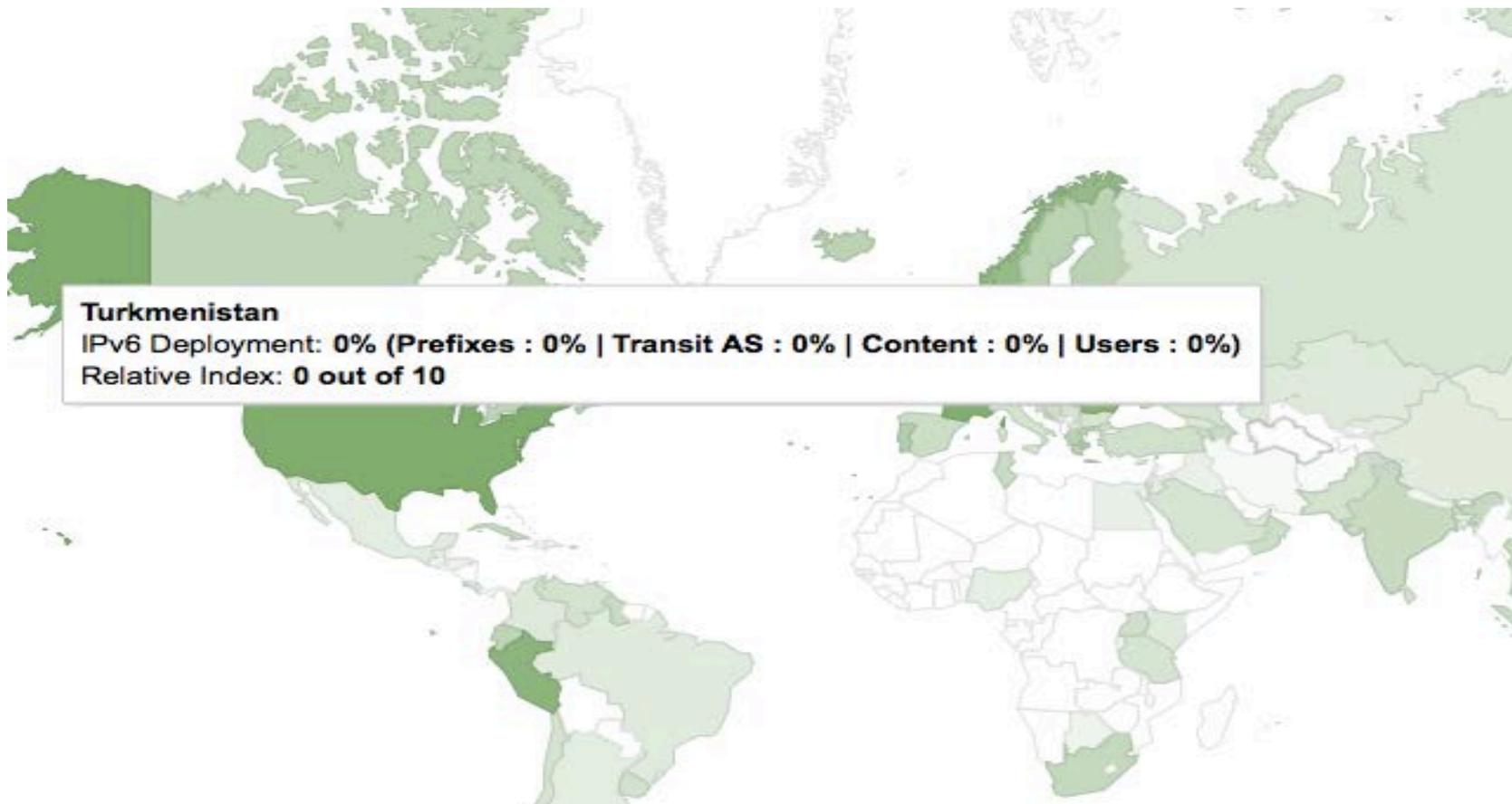
Проникновение по данным Cisco



Источник: <http://6lab.cisco.com/stats/index.php>

# IPv6 в Государствах-Членах РСС

Проникновение по данным Cisco

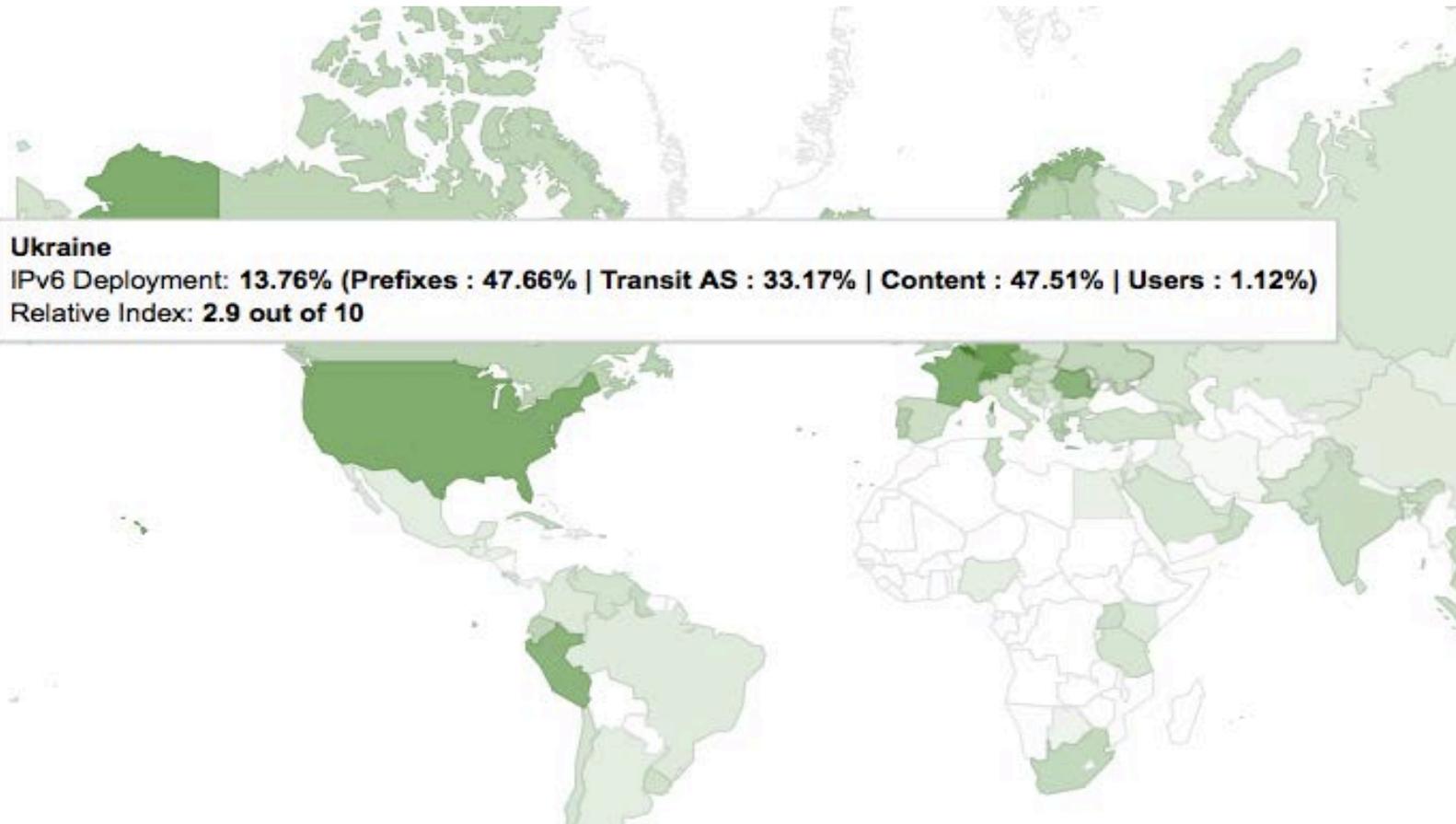


Источник: <http://6lab.cisco.com/stats/index.php>



# IPv6 в Государствах-Членах РСС

Проникновение по данным Cisco

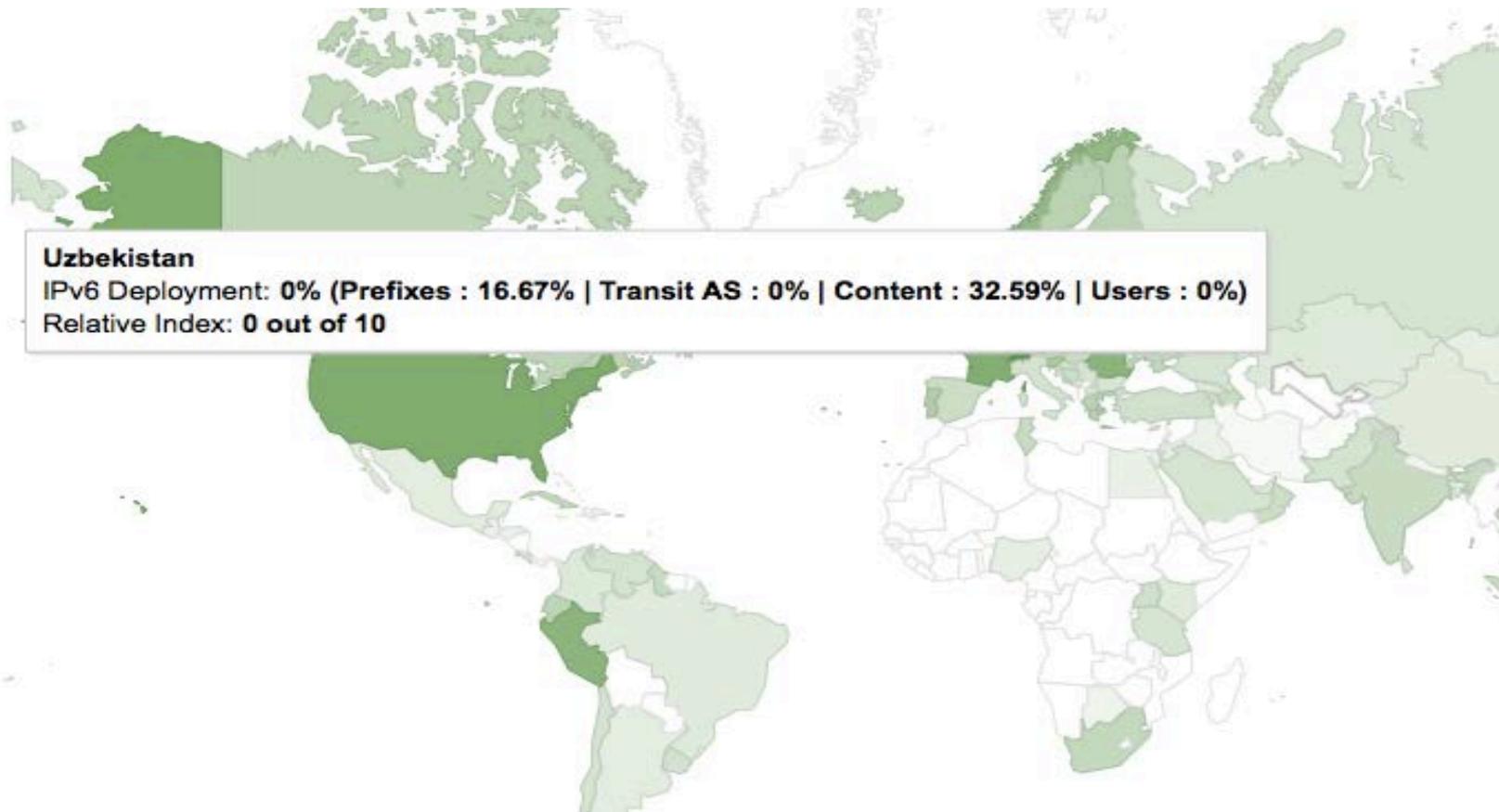


Источник: <http://6lab.cisco.com/stats/index.php>



# IPv6 в Государствах-Членах РСС

Проникновение по данным Cisco



Источник: <http://6lab.cisco.com/stats/index.php>

# IPv6 в Государствах-Членах РСС

Проникновение по данным Cisco (сводный слайд)

Country	IPv6 dep.	Prefixes	Transit AS	Content	Users	Ratio (of 10)
AZE	24.33%	47.83%	97.33%	48.87%	0%	2.6
ARM	19.37%	57.89%	73.92%	47.28%	0.03%	2.3
BLR	16.83%	40%	65.36%	43.24%	0.01%	1.9
GEO	14.99%	26.67%	59.97%	47.67%	0%	1.6
KAZ	14.98%	34.78%	59.93%	34.37%	0%	1.6
KGZ	12.75%	36.36%	51%	36.21%	0%	1.4
MDA	11.77%	52.38%	45.01%	46.83%	0.01%	1.4
RUS	13.02%	35.03%	43.1%	33.25%	0.27%	2
TJK	0%	0%	0%	0%	0%	0
TKM	0%	0%	0%	0%	0%	0
UKR	13.76%	47.66%	33.17%	47.51%	1.12%	2.9
UZB	0%	16.67%	0%	32.59%	0%	0

Источник: <http://6lab.cisco.com/stats/index.php>

- I. Факторы, сдерживающие распространение IPv6
- II. Текущее состояние перехода к IPv6
- III. Сравнительный обзор уровня внедрения IPv6 в Государствах-Членах РСС
- IV. Обзор затрат при переходе к IPv6 (GSR-13) и Решения WTDC-14, направленные на упрощение перехода к IPv6
- V. Мероприятия, необходимые для осуществления перехода на протокол IPv6
- VI. Пример плана перехода на протокол IPv6 с точки зрения регулятора

# Обзор затрат при переходе к IPv6

<i>Transition Cost Break-down<sup>a</sup></i>						
<i>Stake-holders</i>	<i>Relative Cost</i>	Hard- Ware	Soft- ware	Labor	<i>Timing Issues</i>	<i>Key Factors in Bearing Costs</i>
		(HW)	(SW)			
Hardware Vendors	Low <sup>b</sup>	10%	10%	80%	Currently most are providing IPv6 capabilities	Rolling in IPv6 as a standard R&D expense; international interest and future profits incentivize investments
Software Vendors	Low / Medium <sup>c</sup>	10%	10%	80%	Currently some are providing IPv6 capabilities	Interoperability issues could increase costs
Internet Users (large)	Medium	10%	20%	70%	Very few currently using IPv6; HW and SW will become capable as routine upgrade; enabling cost should decrease over time	Users will wait for significantly lower enablement costs or (more probably) a killer application requiring IPv6 for end-to-end functionality before enabling
Internet Users (small)	Low	30%	40%	30%	Availability and adoption schedules	With little money to spare, these users must see a clear return on investment (ROI)
Internet Service Providers (ISPs)	High <sup>d</sup>	15%	15%	70%	Very few offering IPv6 service; no demand currently; very high cost currently to upgrade major capabilities	ISPs see low or nonexistent ROI, high costs, and high risk

Источник: Глобальный Симпозиум для регуляторных органов 2013 года (Варшава, Польша)

# Обзор затрат при переходе к IPv6

<i>Item</i>	<i>Hardware, Software, Service Providers</i>	<i>ISPs</i>	<i>Enterprise Users</i>
<b>Hardware</b>			
Replace interfacing cards	H		M
Replace routing/forwarding engine(s) <sup>b</sup>	M	M	
Replace chassis (if line cards will not fit)		M	M
Replace firewall		M	M
<b>Software</b>			
Upgrade network monitoring/management software		H	H
Upgrade operating system		M	H
Upgrade applications <sup>c</sup>			
• Servers (Web, DNS, file transfer protocol (FTP), mail, music, video. etc.)			L
• Enterprise resource planning software (e.g., PeopleSoft, Oracle, SAP, etc.)			H
• Other organization-specific, network-enabled applications			H
<b>Labor</b>			
R & D	M	L	
Train networking/IT employees	H	H	H

Затраты: H – высокие, M – средние, L- низкие

# Обзор затрат при переходе к IPv6

Labor			
R & D	M	L	
Train networking/IT employees	H	H	H
Design IPv6 transition strategy and a network vision	M	H	M/H
Implement transition:			
• Install and configure any new hardware	L	H	H
• Configure transition technique (e.g., tunneling, dual-stack, NAT-port address translation)	M	M	M
• Upgrade software (see Software section above)		L/M	L/M
• Extensive test before "going live" with IPv6 services		H	H
Maintain new system		M/H	M/H
Other			
IPv6 address blocks			L
Lost employee productivity <sup>d</sup>			
Security intrusions <sup>e</sup>		H	H
Foreign activities		M	M
Interoperability issues		M/H	M/H

Затраты: Н – высокие, М – средние, L- низкие

Источник: Глобальный Симпозиум для регуляторных органов 2013 года (Варшава, Польша)

# Решения WTDC-14



На ВКРЭ-14, в том числе и по инициативе Государств-Членов РСС была принят ряд решений, призванных ускорить переход к IPv6:

- Новый Вопрос Исследовательской Комиссии 1 МСЭ – D «Стратегические, регуляторные и технические аспекты перехода от существующих к сетям ШПД в развивающихся странах, включая NGN, m-услуги, ОТТ и внедрение IPv6»
- Региональные инициативы для Африканского и Азиатско-Тихоокеанского регионов, в задачи которых среди прочего входит ускорение перехода к IPv6
- Резолюция 63 (Пересм. Дубай 2014) «Распределение IP-адресов и упрощение перехода к IPv6 в развивающихся странах»

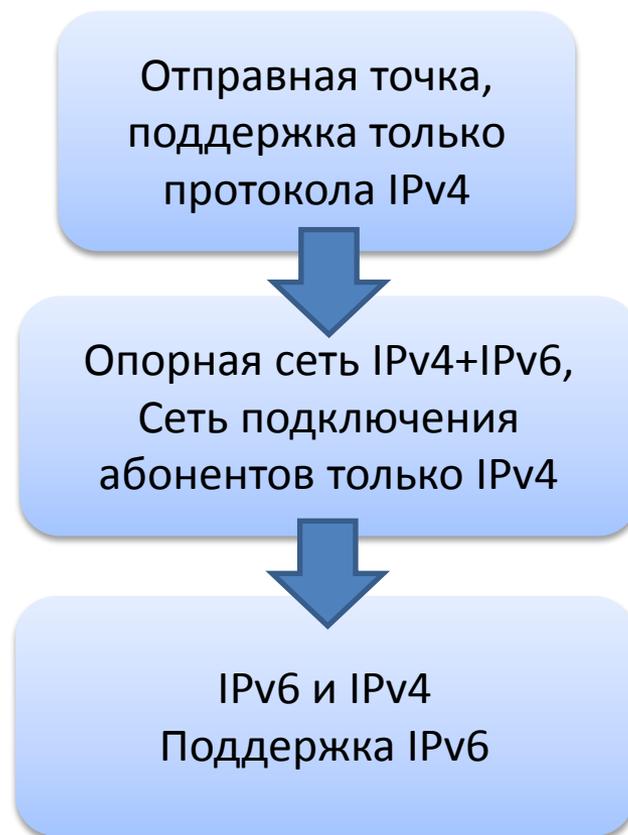
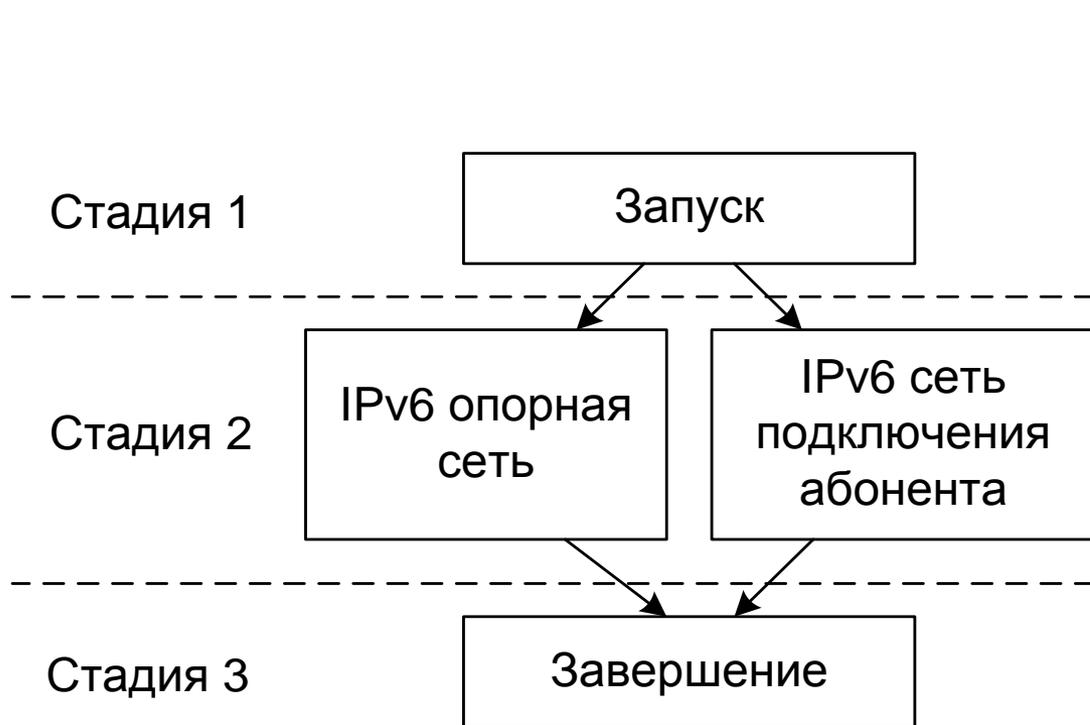
- I. Факторы, сдерживающие распространение IPv6
- II. Текущее состояние перехода к IPv6
- III. Сравнительный обзор уровня внедрения IPv6 в Государствах-Членах РСС
- IV. Обзор затрат при переходе к IPv6 (GSR-13) и Решения WTDC-14, направленные на упрощение перехода к IPv6
- V. Мероприятия, необходимые для осуществления перехода на протокол IPv6
- VI. Пример плана перехода на протокол IPv6 с точки зрения регулятора

# Переход на IPv6 для операторов доступа



**Обобщенная структура сети передачи данных оператора**

# Стадии перехода оператора на протокол IPv6



Мероприятия по переводу опорных сетей на протокол IPv6

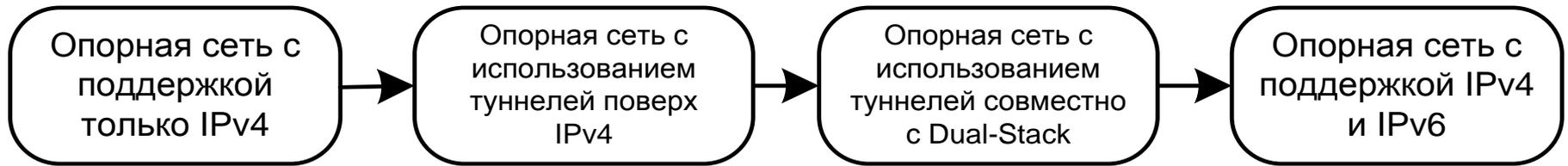
Мероприятия по переводу сетей подключения абонентов на протокол IPv6

Дополнительные мероприятия, необходимые для осуществления перехода на протокол IPv6



- Политика назначения IPv6 адресного пространства;
- Система доменных имен DNS для IPv6;
- Мониторинг и обслуживание сетей IPv6;
- Миграция приложений на протокол IPv6;
- Качество обслуживания в сетях IPv6;
- Требования к оборудованию, реализующему протокол IPv6.

# Мероприятия по переводу опорных сетей на протокол IPv6



Протоколы маршрутизации:

1 разные протоколы маршрутизации для протоколов IPv4 и IPv6:

- – OSPFv2 для IPv4, IS-IS для IPv6;
- – OSPFv2 для IPv4, OSPFv3 для IPv6;
- – IS-IS для IPv4, OSPFv3 для IPv6.

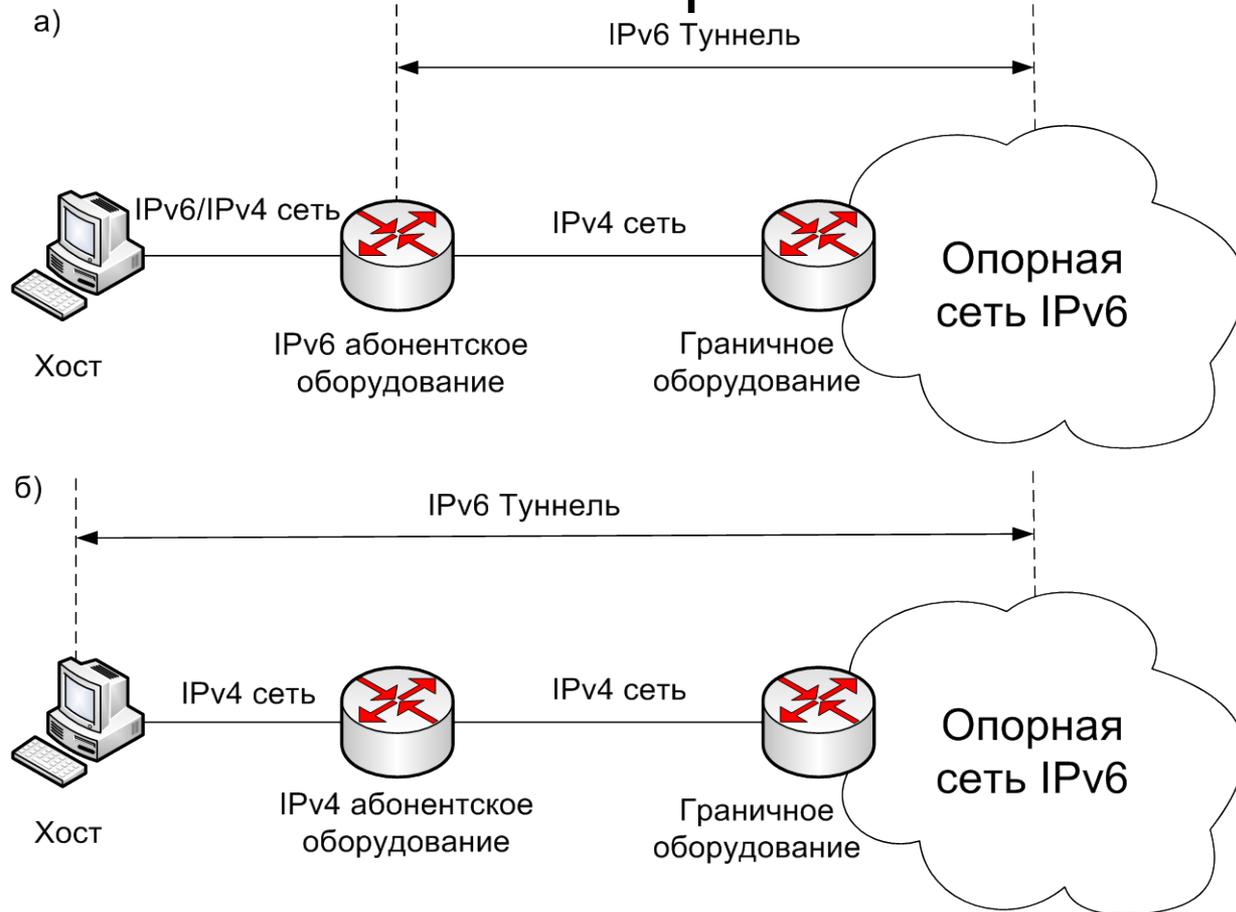
2 Один протокол маршрутизации для протоколов IPv4 и IPv6:

- – IS-IS для IPv4 и IPv6.

3 Внешняя маршрутизация:

- один процесс BGP для IPv6 и IPv4;
- разные процессы BGP .

# Мероприятия по переводу сетей подключения абонентов на протокол IPv6



Организация туннеля поверх сети подключения абонента

# Мероприятия по переводу сетей подключения абонентов на протокол IPv6

## **Подключение небольших абонентских сетей.**

*Домашние необслуживаемые сети, состоящие из одного или более хостов.*

- 6to4 2002::/16
- Teredo 2001::/32
- настраиваемые туннели с использованием брокера
- L2TP

## **Подключение больших абонентских сетей**

*обычно имеют собственный обслуживающий персонал*

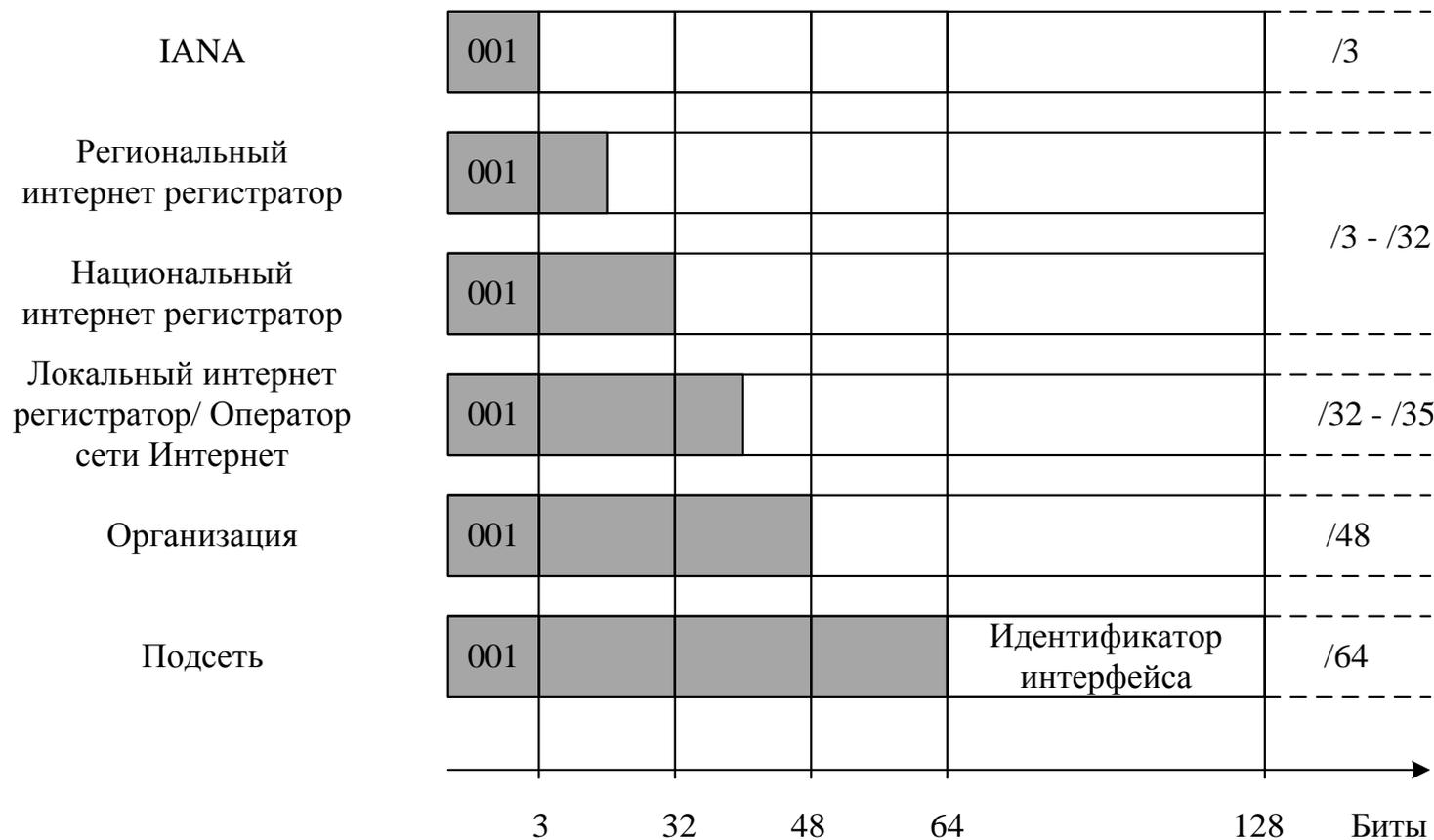
- настраиваемые туннели

## **Настройка абонентского оборудования**

- IPv6 префикс сети, предоставляемый оператором для глобального взаимодействия;
- IPv6 адреса шлюза и сервера доменных имен DNS;
- сервера NTP и т.д.

# Дополнительные мероприятия, необходимые для осуществления перехода на протокол IPv6

## Политика назначения IPv6 адресов



# Дополнительные мероприятия, необходимые для осуществления перехода на протокол IPv6

## Система доменных имен DNS для протокола IPv6

Для работы сервиса DNS необходимо, чтобы система DNS поддерживала:

- записи типа AAAA для протокола IPv6 (запись AAAA хранит один IPv6 адрес);  
2001:db8:2:3:4:5:678:90ab
- динамические обновления, чтобы IPv6 хосты могли автоматически регистрировать AAAA записи;
- PTR записи для домена IP6.ARPA;  
b.a.0.9.8.7.6.0.5.0.0.0.4.0.0.0.3.0.0.0.2.0.0.0.8.b.d.0.1.0.0.2.IP6.ARPA
- динамические обновления, чтобы IPv6 хосты могли автоматически регистрировать PTR записи;
- политика предпочтения IP адреса.

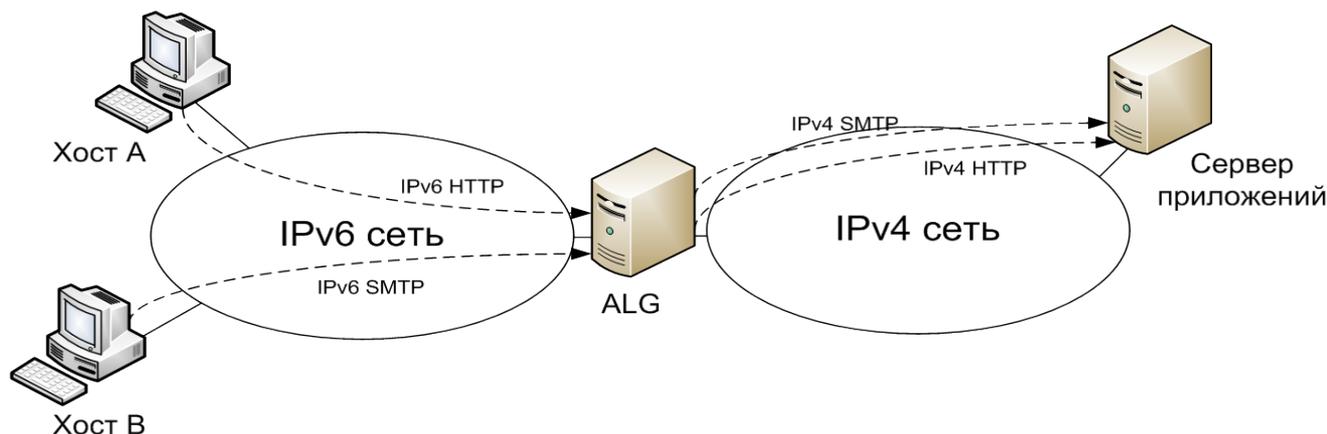
## Мониторинг и обслуживание сетей IPv6

- Протокол SNMP поддерживает IPv6 адресацию и может работать поверх различных транспортных протоколов: UDP, TCP

# Дополнительные мероприятия, необходимые для осуществления перехода на протокол IPv6

## Миграция приложений на протокол IPv6

- Доработка приложений до IPv6
- Использование шлюзов прикладного уровня ALG



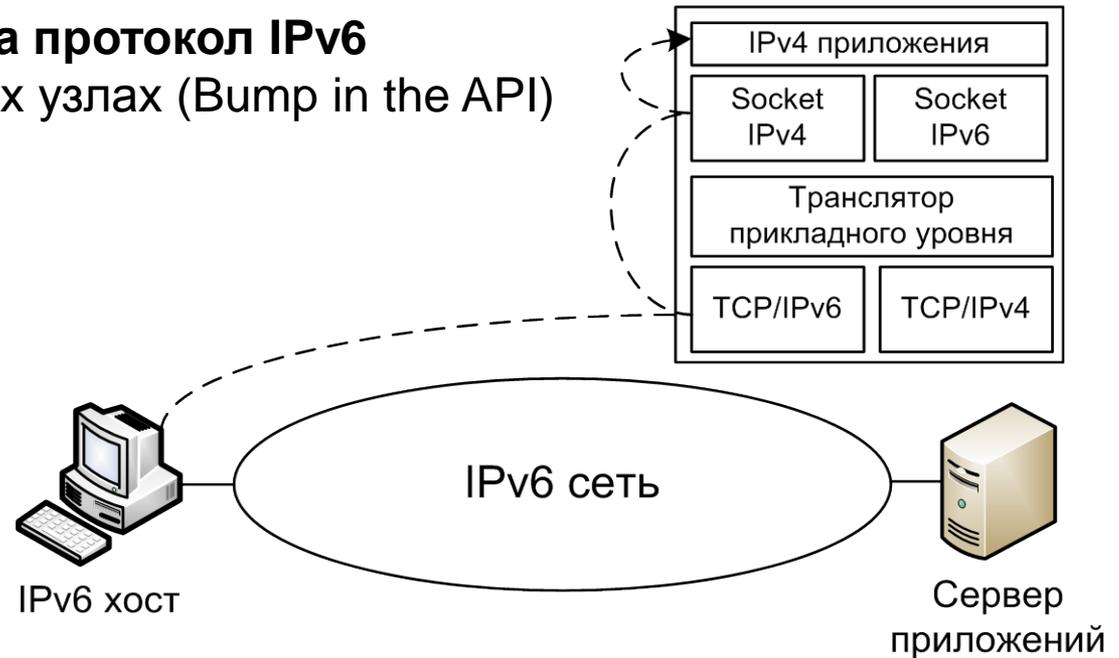
## Недостатки:

- Ограниченное количество приложений: не все приложения могут работать через шлюз прикладного уровня
- Уязвимость шлюза: шлюз прикладного уровня является единственной точкой выхода на серверы приложений
- Безопасность: работа шлюза мешает установлению безопасных IPsec соединений между хостом и сервером

# Дополнительные мероприятия, необходимые для осуществления перехода на протокол IPv6

## Миграция приложений на протокол IPv6

- Трансляция на конечных узлах (Bump in the API)

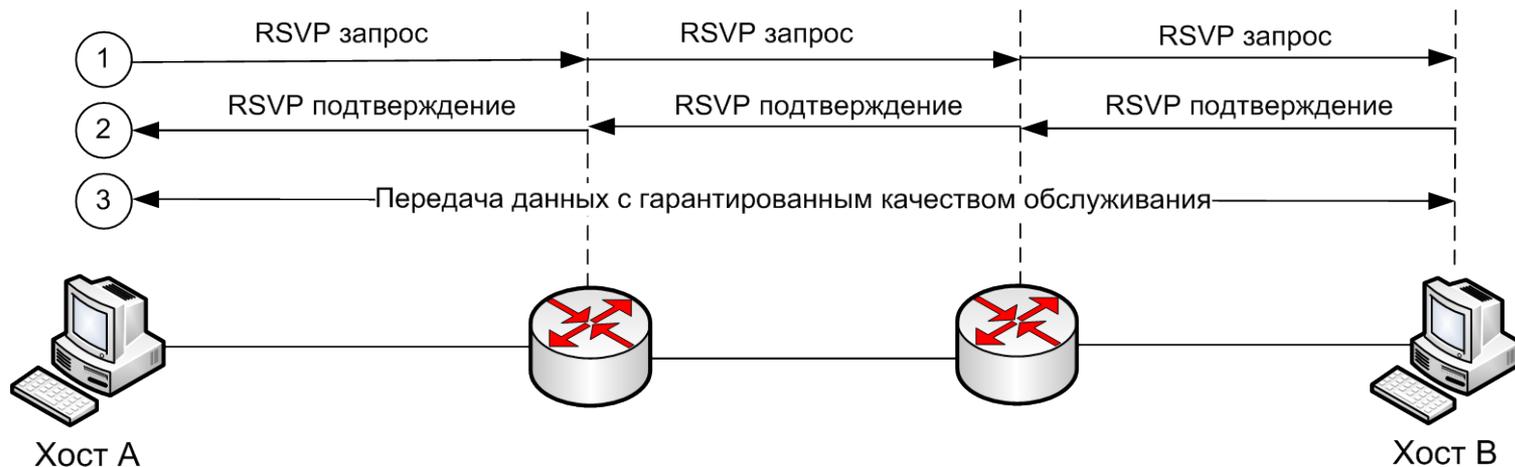


! Безопасное соединение между хостом и сервером

# Дополнительные мероприятия, необходимые для осуществления перехода на протокол IPv6

## Качество обслуживания в сетях IPv6

- Механизм дифференцирования служб (Diffserv)
  - ✓ классификации передаваемых на сети пакетов
  - ✓ Маркирование пакета IPv6 . Поле – «класс трафика» (Traffic Class).
  - ✓ отдельная обработка в соответствии с требованиями приложений
- Механизм интеграции служб (Intserv)
  - ✓ резервировании ресурсов сети для гарантированной доставки пакетов от источника до получателя.



- I. Факторы, сдерживающие распространение IPv6
- II. Текущее состояние перехода к IPv6
- III. Сравнительный обзор уровня внедрения IPv6 в Государствах-Членах РСС
- IV. Обзор затрат при переходе к IPv6 (GSR-13) и Решения WTDC-14, направленные на упрощение перехода к IPv6
- V. Мероприятия, необходимые для осуществления перехода на протокол IPv6
- VI. Пример плана перехода на протокол IPv6 с точки зрения регулятора

# Пример плана перехода на протокол IPv6 с точки зрения регулятора

№	Мероприятие	Ответственная организация
1	Подготовить план перехода на IPv6	Регулятор
2	Направить на отзыв план перехода на IPv6 операторам электросвязи с запросом о внесении предложений. Собрать предложения от операторов.	Регулятор
3	На основе полученных от операторов предложений и замечаний доработать проект плана перехода на IPv6 и выслать операторам	Регулятор
4	Дать операторам время на рассмотрение доработанного плана перехода на IPv6. Назначить время организационного собрания	Регулятор
5	Провести организационное собрание. Согласовать план перехода на IPv6 с операторами электросвязи.	Регулятор, операторы
6	Прекратить приобретение и установку оборудования и программного обеспечения без поддержки IPv6. При закупке нового оборудования руководствоваться требованиями RIPE NCC ( <a href="http://www.ripe.net/ripe/docs/ripe-554">http://www.ripe.net/ripe/docs/ripe-554</a> )	Операторы
7	Назначить руководителя, отвечающего за процесс перехода сети оператора электросвязи на протокол IPv6. Распределить роли и назначить ответственных в структурных подразделениях.	Операторы электросвязи
8	Составить схему сети по состоянию на текущий момент.	Операторы
9	Провести работу по выявлению возможностей IP оборудования в сети: - оборудования, поддерживающего IPv6 и другие протоколы, необходимые для работы с IPv6; - оборудования с поддержкой IPv4, с возможностью модернизации до протокола IPv6; - оборудования с поддержкой IPv4 без возможности модернизации.	Операторы электросвязи
10	Провести работу по выявлению возможностей программного обеспечения: - программного обеспечения, поддерживающего IPv6; - программного обеспечения, которое требует обновления/переустановки для работы с IPv6.	
11	Провести обучение персонала основам работы IPv6, протоколов и технологий на базе IPv6, принципам эксплуатации IPv6-сетей	

# Пример плана перехода на протокол IPv6 с точки зрения регулятора

№	Мероприятие	Ответственная организация
12	<p>Составить схему сети после перехода на IPv6. При составлении плана сети должно учитываться следующее:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- новые услуги, которые будут предоставляться с внедрением IPv6;</li> <li>- возможные изменения, которые нужно будет внести в процедуры предоставления существующих услуг;</li> <li>- изменения в программном и аппаратном обеспечении;</li> <li>- вопросы взаимодействия между протоколами IPv4 и IPv6;</li> <li>- изменения в топологии сети;</li> <li>- расходы и возможные риски, связанные с переходом на IPv6;</li> <li>- вопросы безопасности.</li> </ul> <p>Все указанные выше моменты должны быть описаны в прилагаемой документации.</p>	Операторы
13	<p>Определить сценарий и механизмы перехода к IPv6. Составить план перехода, отражающий этапы развертывания протокола IPv6, работы, проводимые в рамках данных этапов, и сроки их выполнения.</p>	Операторы
12	<p>На основе перечней, полученных в результате инвентаризации оборудования и программного обеспечения сети, а также поэтапного плана перехода на IPv6 составить план замены/обновления оборудования и программного обеспечения.</p>	Операторы
13	<p>Провести оценку рисков и разработать план по обеспечению безопасности в сети с учетом совместного функционирования IPv4 и IPv6, а также применения транзитных механизмов. Разработать соответствующую политику безопасности.</p>	Операторы
14	<p>Разработать порядок тестирования работы IPv6</p>	Операторы, регулятор"
15	<p>Провести адресное планирование. Определить необходимое число IPv6-адресов для работы сети с учетом её дальнейшего развития.</p>	Операторы
16	<p>Получить пул IPv6-адресов от соответствующего регионального/локального регистратора (RIR/LIR)</p>	Операторы

# Пример плана перехода на протокол IPv6 с точки зрения регулятора

№	Мероприятие	Ответственная организация
<b>Перевод опорной сети на протокол IPv6</b>		
17	Запустить поддержку IPv6 на нескольких маршрутизаторах опорной сети, путем конфигурации туннелей, обеспечить взаимодействие по IPv6 сетей абонентов, поддерживающих двойной стек протоколов. Протестировать работу сети в соответствии с разработанными ранее процедурами.	Операторы
28	Посредством туннелирования или через точку обмена трафиком установить взаимодействие по IPv6 сетей абонентов, поддерживающих двойной стек протоколов с другими операторами электросвязи, а также с ресурсами глобальной сети Интернет. Протестировать работу сети в соответствии с разработанными ранее процедурами.	Операторы, регулятор"
19	Обеспечить поддержку механизма двойного стека протоколов в оставшейся части сети. Сконфигурировать выбранные в соответствии с планом перехода оператора протоколы маршрутизации.	Операторы
<b>Перевод систем управления и эксплуатации сети на протокол IPv6</b>		
20	Сконфигурировать необходимые сетевые службы и сервисы (DNS, DHCPv6, NTP, SNMP и т.д.)	Операторы
<b>Перевод сетей подключения абонентов на протокол IPv6</b>		
21	Замена клиентского оборудования и граничных маршрутизаторов оператора электросвязи на оборудование с поддержкой IPv6. При невозможности замены оборудования и необходимости установления взаимодействия с сетями, поддерживающими только IPv6, использовать транзитные механизмы (туннелирование, протокольная трансляция и др.).	Операторы
22	Отключение поддержки IPv4 в сети оператора.	Операторы

# Спасибо за внимание!

# Thank you for your attention!

Фарид Нахли  
Начальник отдела развития ИКТ  
ОАО «Гипросвязь»

Тел.: +375 17 237-34-95  
Факс: +375 17 285-77-27  
E-mail: [nahli@giprosvjaz.by](mailto:nahli@giprosvjaz.by)