

Развитие интернет технологий в Центральной Азии:

Внедрение RPKI и IPv6

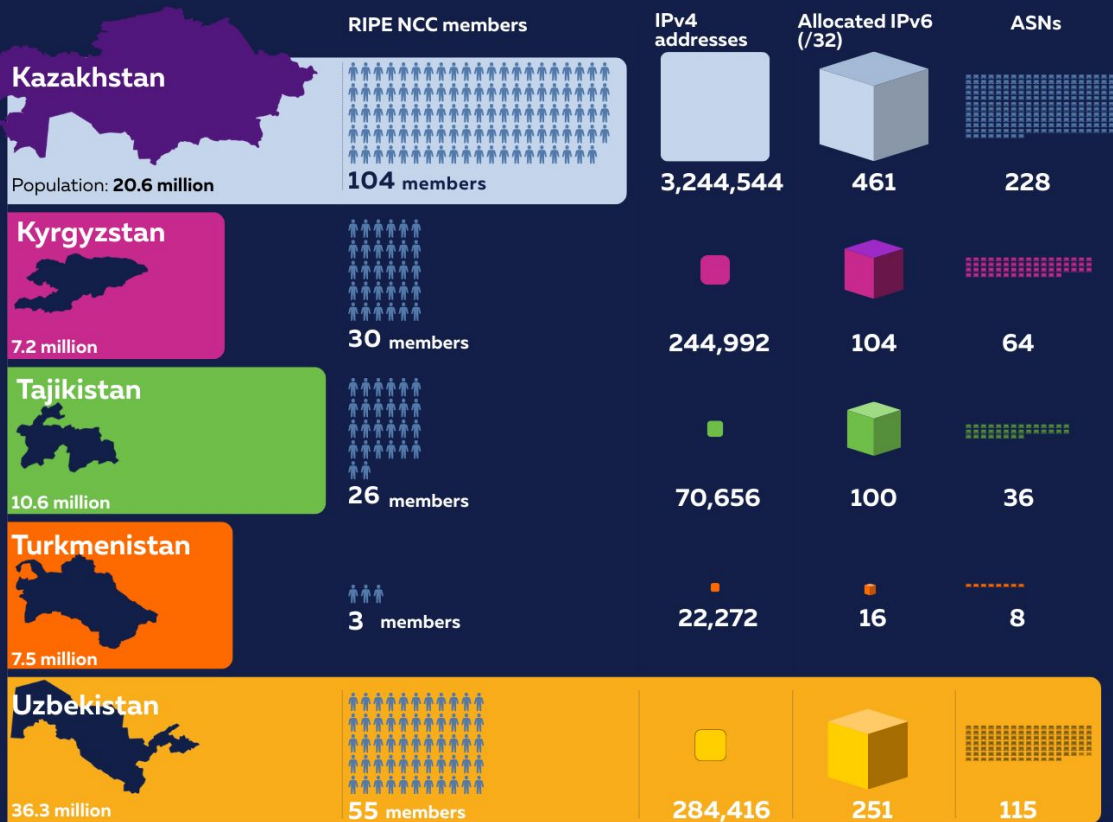


Интернет ресурсы в регионе

Интернет ресурсы в регионе



Country



Population

Интернет ресурсы в регионе





Безопасность интернета в Центральной Азии



Нарушение безопасности маршрутизации

- В нашем взаимосвязанном цифровом мире **безопасность маршрутизации** – основа стабильного надёжного и доверенного Интернета. Она гарантирует, что данные проходят по сети безопасно и эффективно, достигая нужных адресатов без сбоев и подмены.
- **Протокол BGP** – основной протокол, который используется для обмена маршрутами в Интернете.
- Однако построен на **доверии** (не учитывая элемент безопасности). Злоумышленники или операторы, по ошибке, могут перенаправить трафик, вызывая сбой или кражу данных.
- Пример: Pakistan Telecom 2008 г - ошибка в конфигурации у PTCL привела к захвату IP-адресов YouTube, что вызвало масштабный глобальный сбой.





Почему RPKI?

- Предотвращает подобные инциденты путём криптографической проверки легитимности объявлений маршрутов (номером автономной системы - ASN).
- Помогает минимизировать как случайные, так и умышленные ошибки конфигурации BGP.
- Авторизован ли исходный ASN для объявления данного префикса?

Состоит из двух частей:

- **Route Origin Authorisation (ROA):** Оператор определяет, какие автономные системы (AS) авторизованы для объявления конкретных IP-префиксов, с помощью своих информационных систем, или пользуясь готовой инфраструктурой от RIPE NCC.
- **Route Origin Validation (ROV):** Оборудование оператора проверяет маршруты на основе ROA, обеспечивая приём только легитимных маршрутов (т.е. подписанных ROA).



Примеры инцидентов

- **Попытка блокировки Telegram (июль 2023 г.):**

Правительство Ирака анонсировало IP-пространство Telegram через маршруты BGP, которые на короткое время распространились за пределы Ирака.

- **Инцидент Cloudflare 1.1.1.1 (июнь 2024 г.):**

Ошибка конфигурации маршрутизации вызвала перебои в обслуживании. ROV помогло предотвратить распространение ошибочных маршрутов, снизив ущерб.

- Подробнее в презентации Qasim Lone:

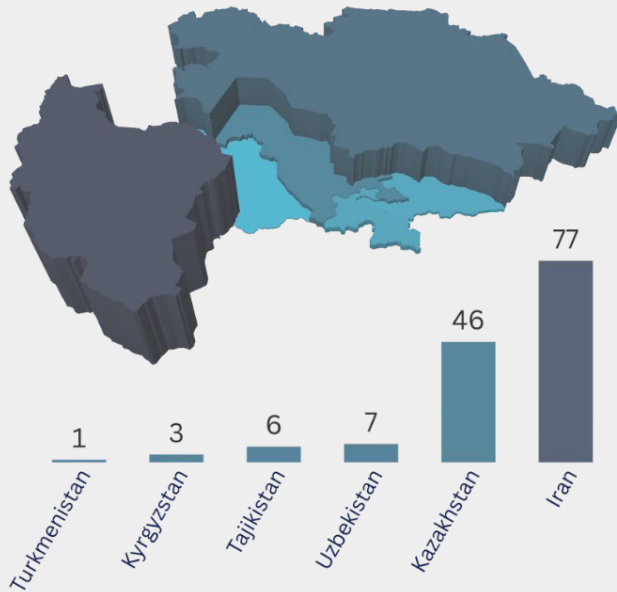
https://www.youtube.com/watch?v=EICY5HSb_Pw&list=PLQjY0ot5dt35tokLRILHUo2yIQ4j4H8C8&index=9

Инциденты BGP в регионе и мире (1 сентября 2024 - 1 сентября 2025)

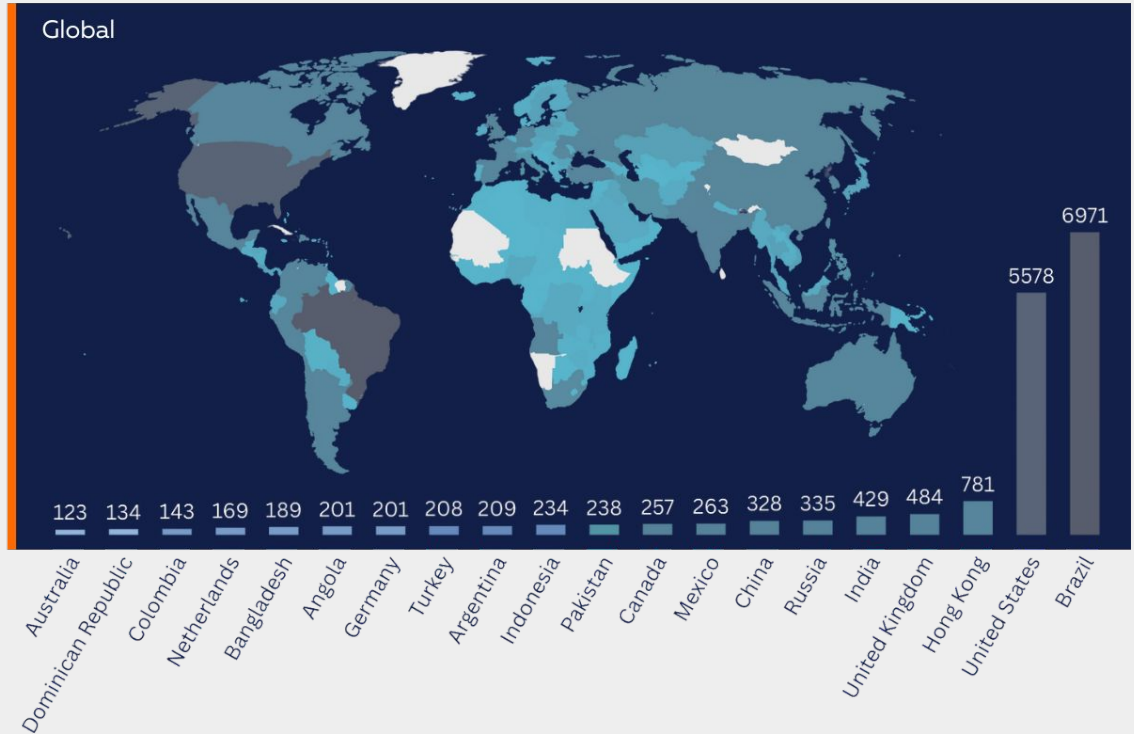


Sep 2024 - Sep 2025

Central Asia and Iran



Global

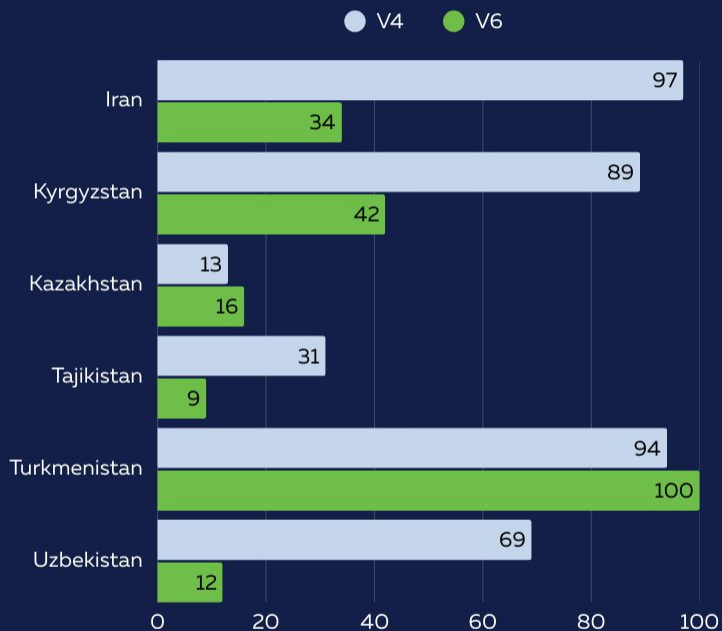


Source: GRIP (Global Routing Intelligence Platform; Georgia Institute of Technology); visualisations created with Flourish Studio.

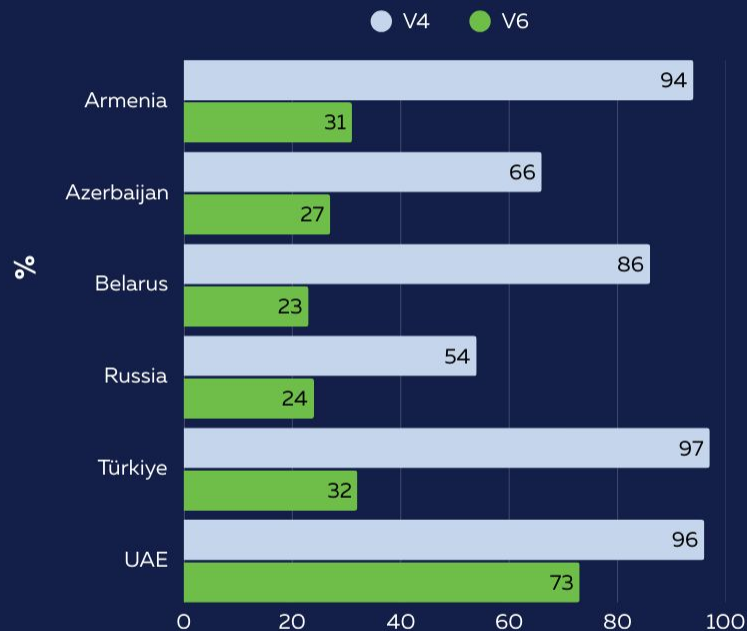


ROA in Central Asia - Update

Покрытие ROA в регионе и за его пределами (IPv4 и IPv6)

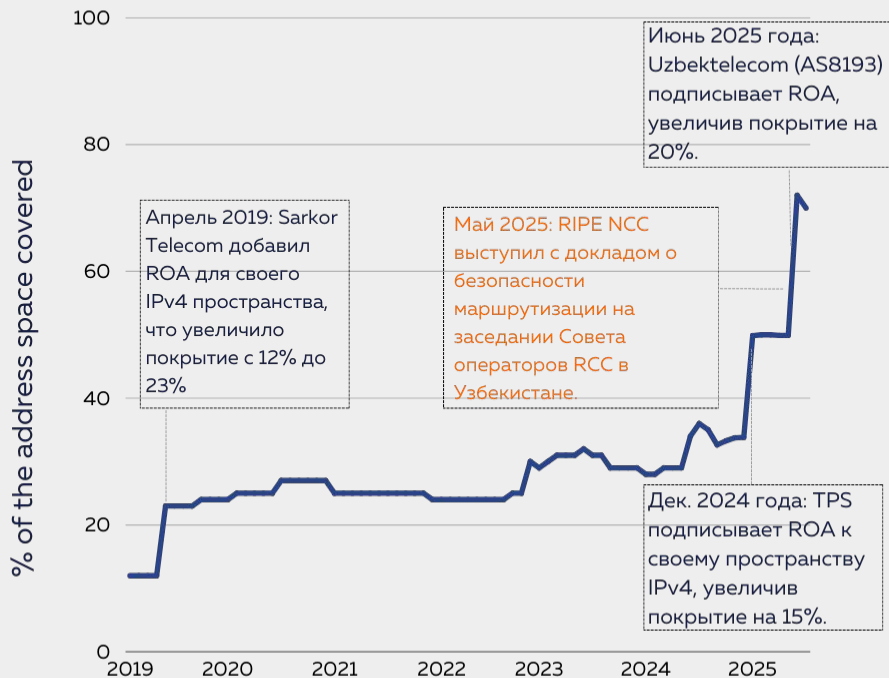


Центральная Азия и Иран

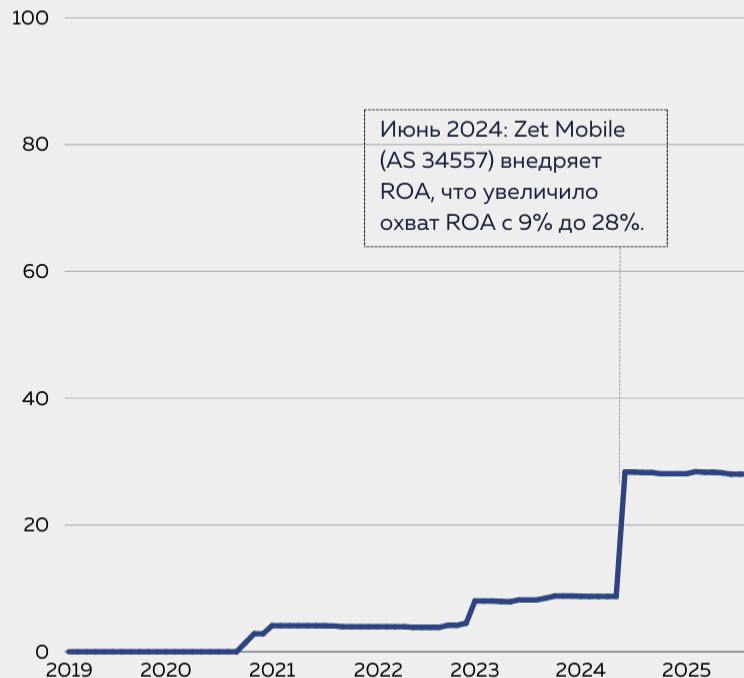


Другие страны

Покрытие ROA в Центральной Азии (IPv4) (2019-2025)

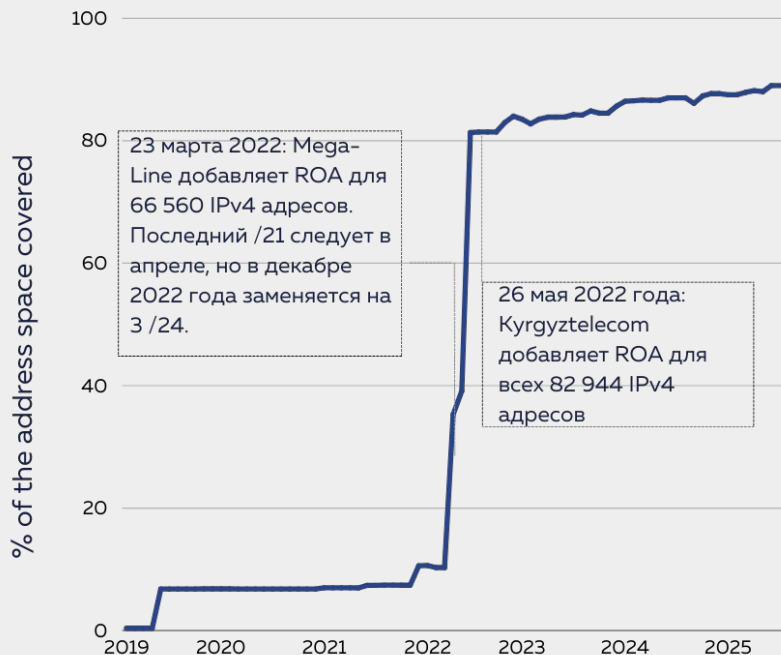


Узбекистан

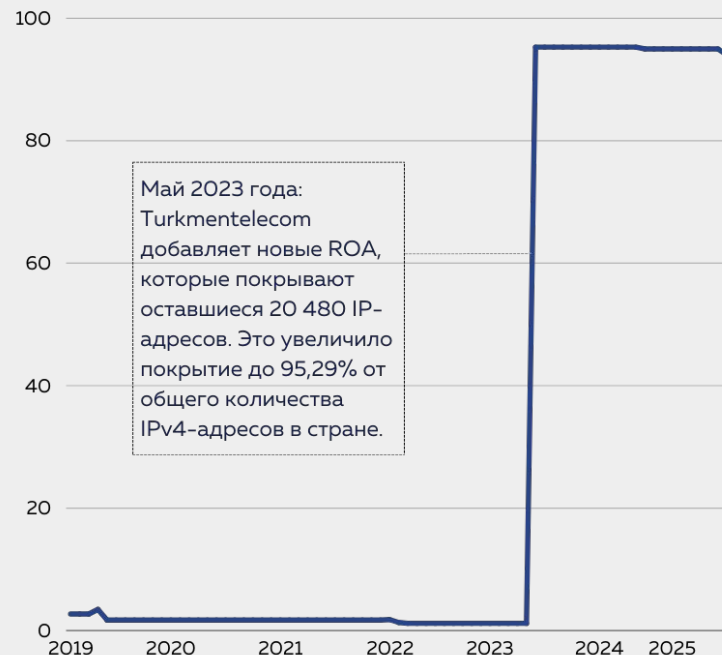


Таджикистан

Покрытие ROA в Центральной Азии (IPv4) (2019-2025)

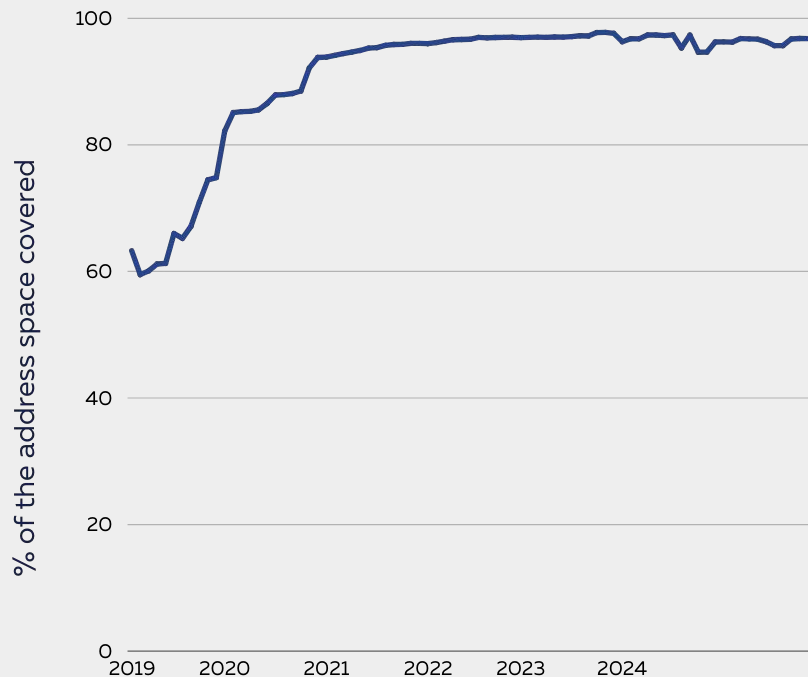


Кыргызстан

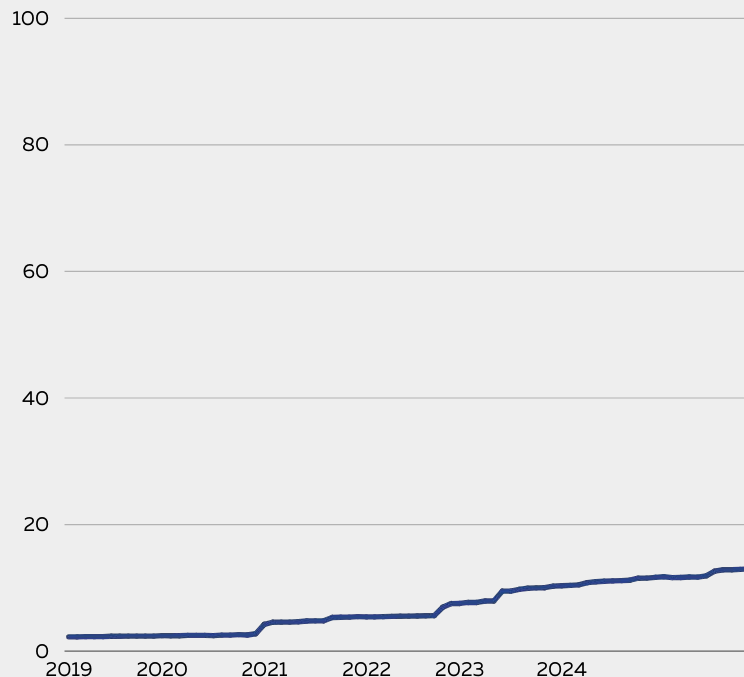


Туркменистан

Покрытие ROA в Центральной Азии (IPv4) (2019-2025)

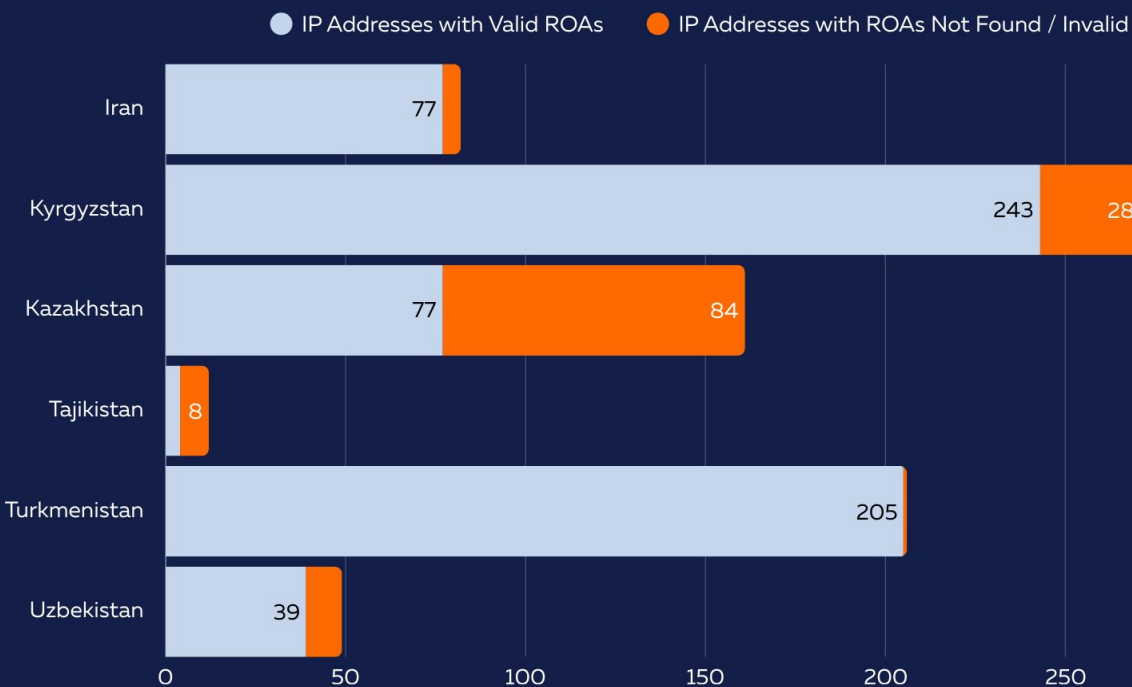


Иран



Казахстан

Поккрытие ROA: Государственные домены в ЦА



Мы проанализировали, покрываются ли IP-адреса, на которые разрешаются домены государственных учреждений, ROA.

Методология: мы извлекали данные BGP-маршрутизации из RIS и проверили их с помощью RPKI Validator RIPE NCC, классифицируя каждый префикс как Valid, Invalid (нарушает ROA) или Not-Found (без защиты RPKI).

IP-адреса, попавшие в префиксы **Invalid** или **Not-Found**, и не покрытые более специфичным Valid ROA, были отнесены к адресам под префиксами RPKI Invalid или Not-Found.

Примечание: для составления списка государственных учреждений использовались логи Certificate Transparency (CT). Список может быть неполным, некоторые домены могли не попасть в анализ.



Использовали RoVISTA (Taejoong Chung и соавторы) для анализа внедрения ROV в регионе.

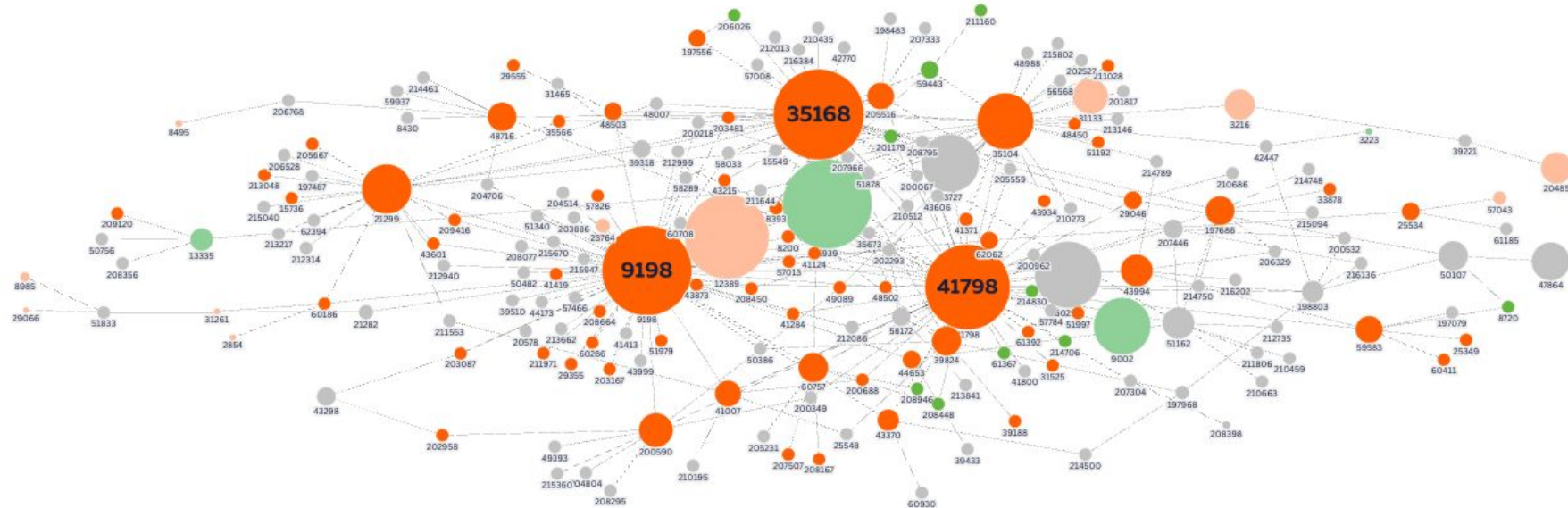
Методология:

- RoVISTA рассчитывает баллы на основе количества недействительных RPKI-префиксов, доступных AS.
- Гибкий подход: AS считается внедрившей ROV, если её балл выше 0.
- Дополнительное преимущество:
 - Анализ влияния ROV с использованием методики AS Hegemony.
 - Значение **AS Hegemony** (от 0 до 1) показывает долю путей, проходящих через узел.
 - Размер каждой AS указывает на то, насколько центральную роль эта сеть играет в маршрутизации Интернета

Карта взаимосвязанности в Казахстане (AS Hegemony, ROV)



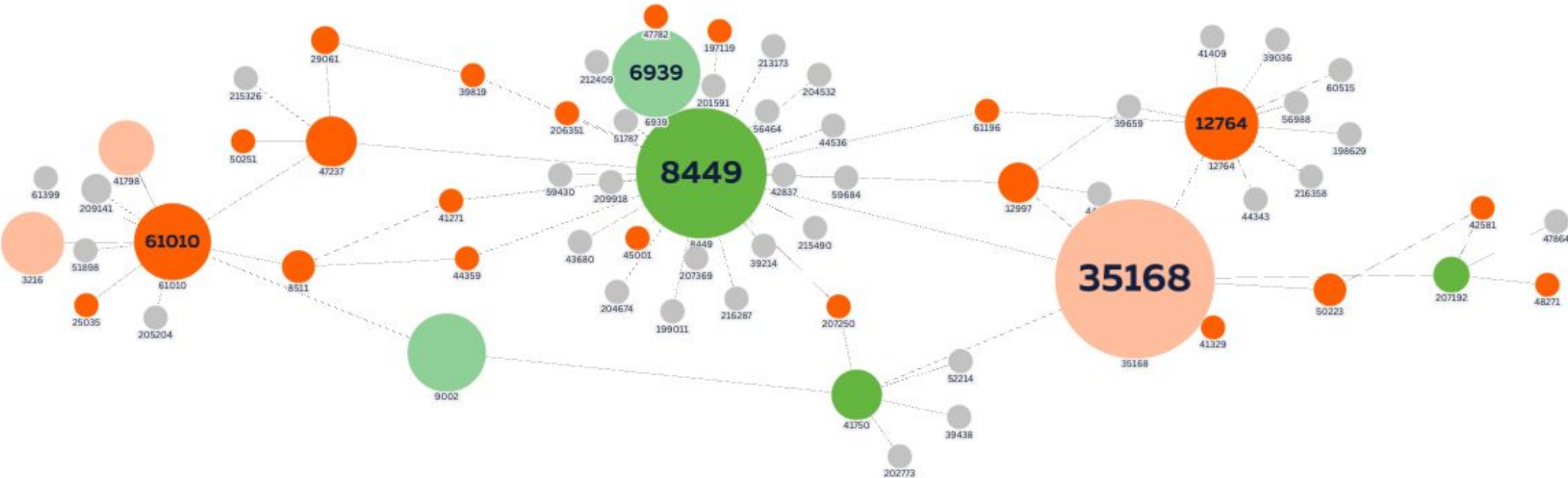
● Local ASN with ROV ● Local ASN no ROV ● Foreign ASN with ROV ● Foreign ASN no ROV ● No Data



Карта взаимосвязанности в Кыргызстане (AS Hegemony, ROV)



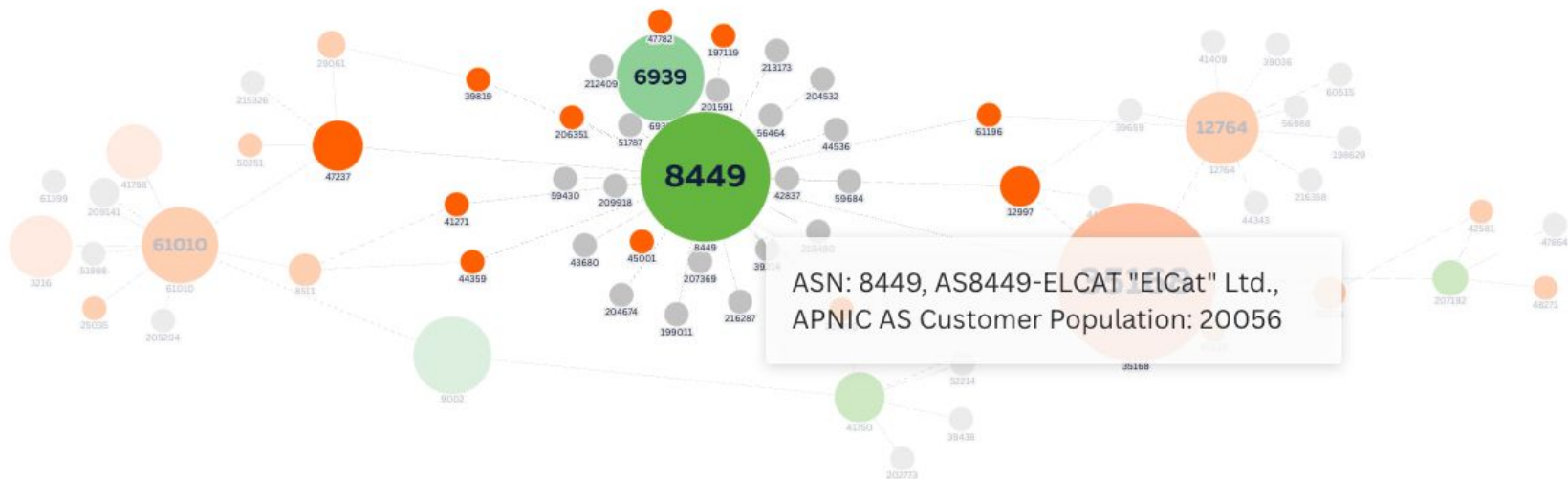
Local ASN with ROV Local ASN no ROV Foreign ASN with ROV Foreign ASN no ROV No Data



Карта взаимосвязанности в Кыргызстане (AS Hegemony, ROV)



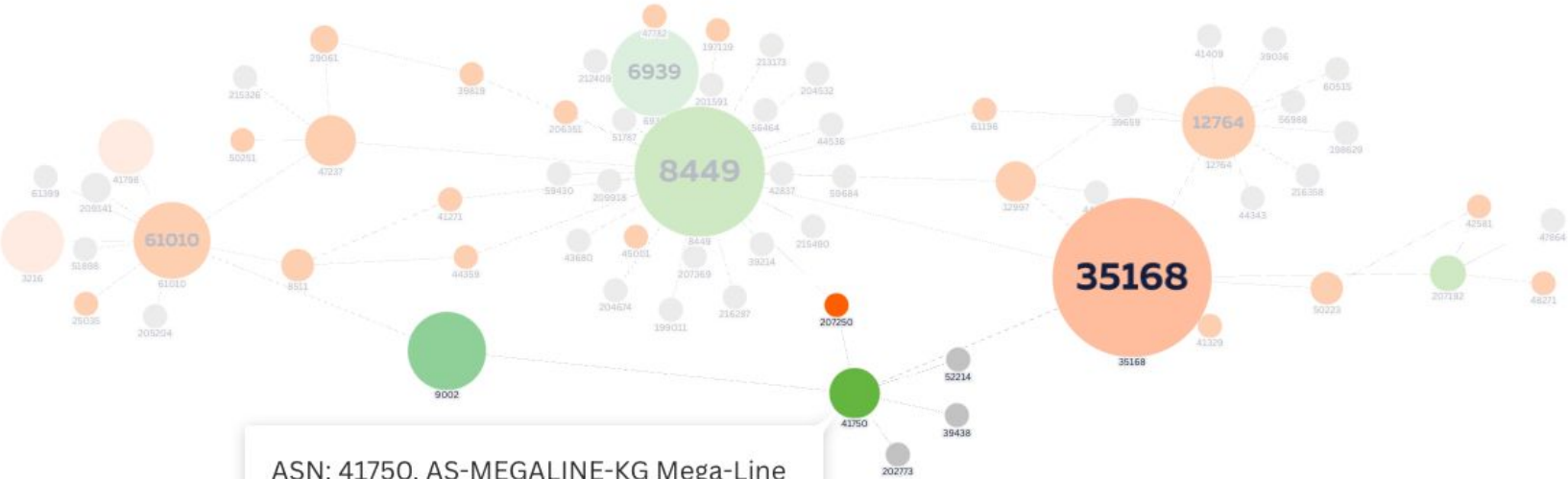
● Local ASN with ROV ● Local ASN no ROV ● Foreign ASN with ROV ● Foreign ASN no ROV ● No Data



Карта взаимосвязанности в Кыргызстане (AS Hegemony, ROV)



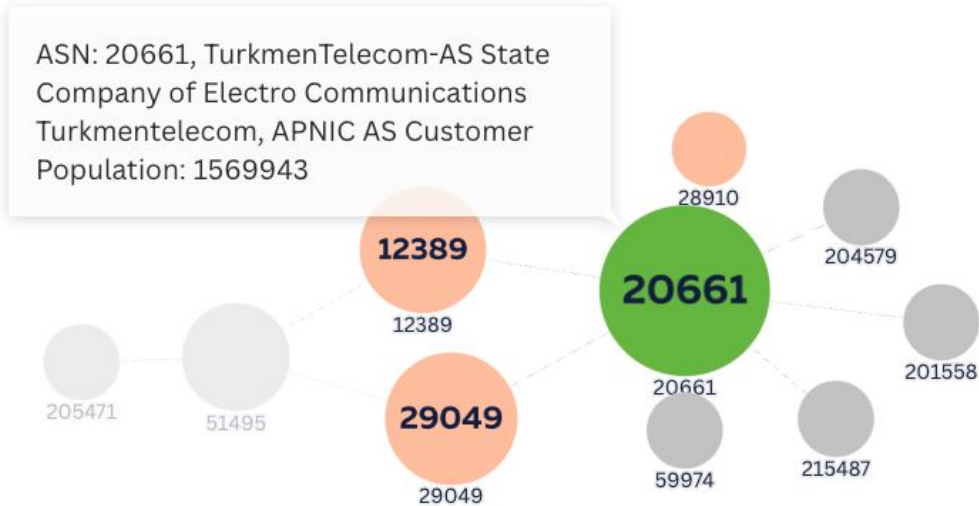
Local ASN with ROV Local ASN no ROV Foreign ASN with ROV Foreign ASN no ROV No Data



ASN: 41750, AS-MEGALINE-KG Mega-Line Ltd., APNIC AS Customer Population: 144055

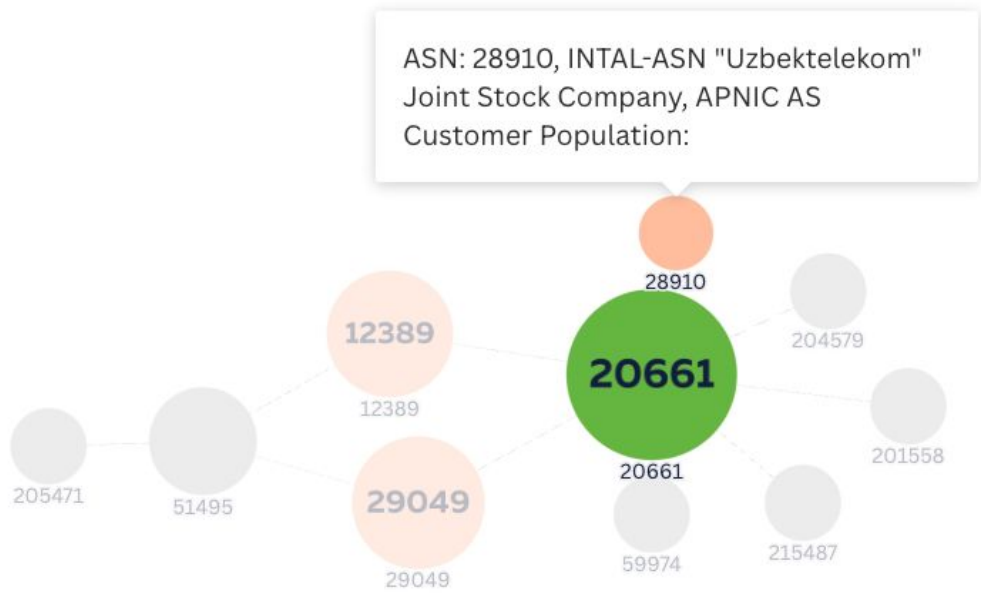
Карта взаимосвязанности в Туркменистане (AS Hegemony, ROV)

● Local ASN with ROV ● Foreign ASN no ROV ● No Data



Карта взаимосвязанности в Туркменистане (AS Hegemony, ROV)

● Local ASN with ROV ● Foreign ASN no ROV ● No Data

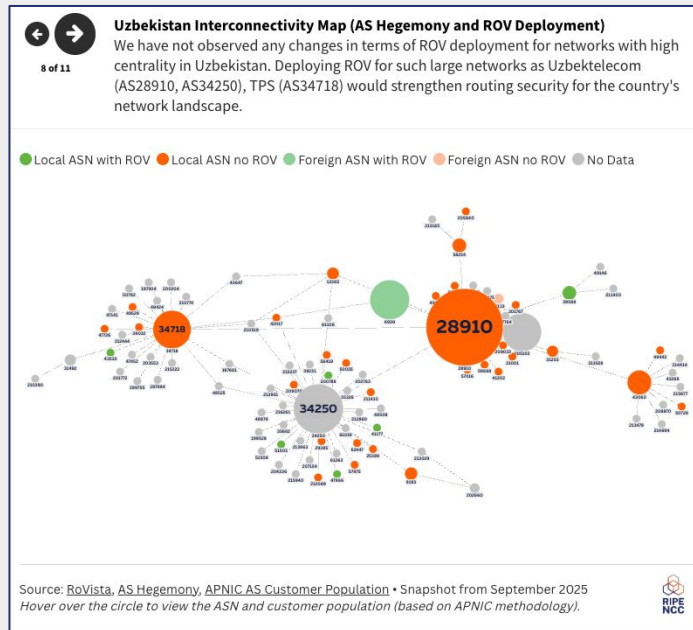


Найдите свою AS!



Интерактивная визуализация

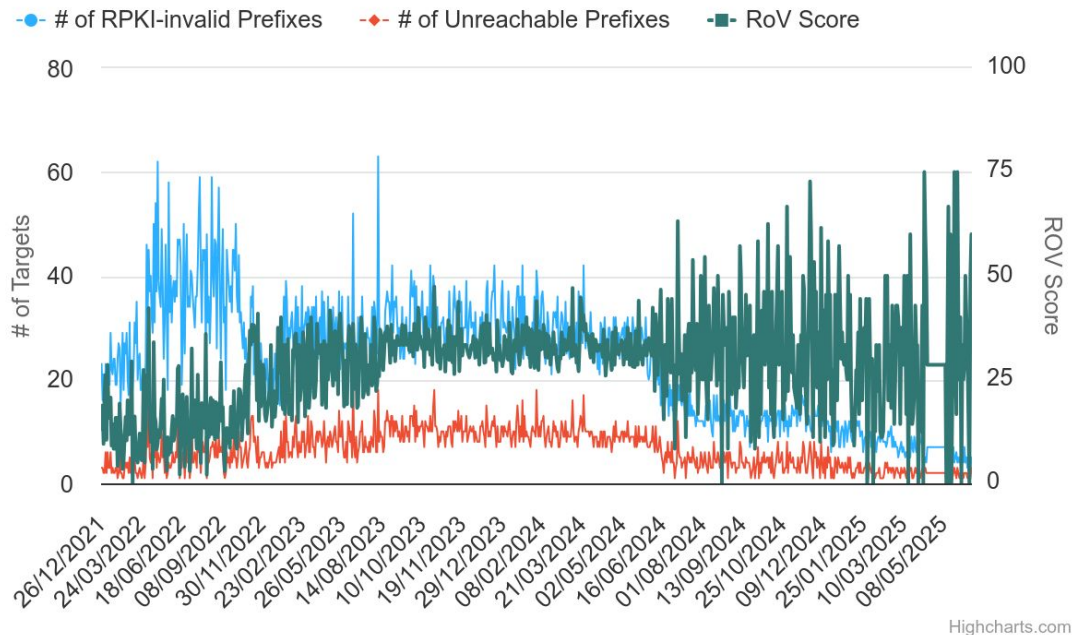
Источники: AS Hegemony, RoVista, APNIC
Визуализация сделана с помощью Flourish



Почему ROV измерять сложно?



ROV Score

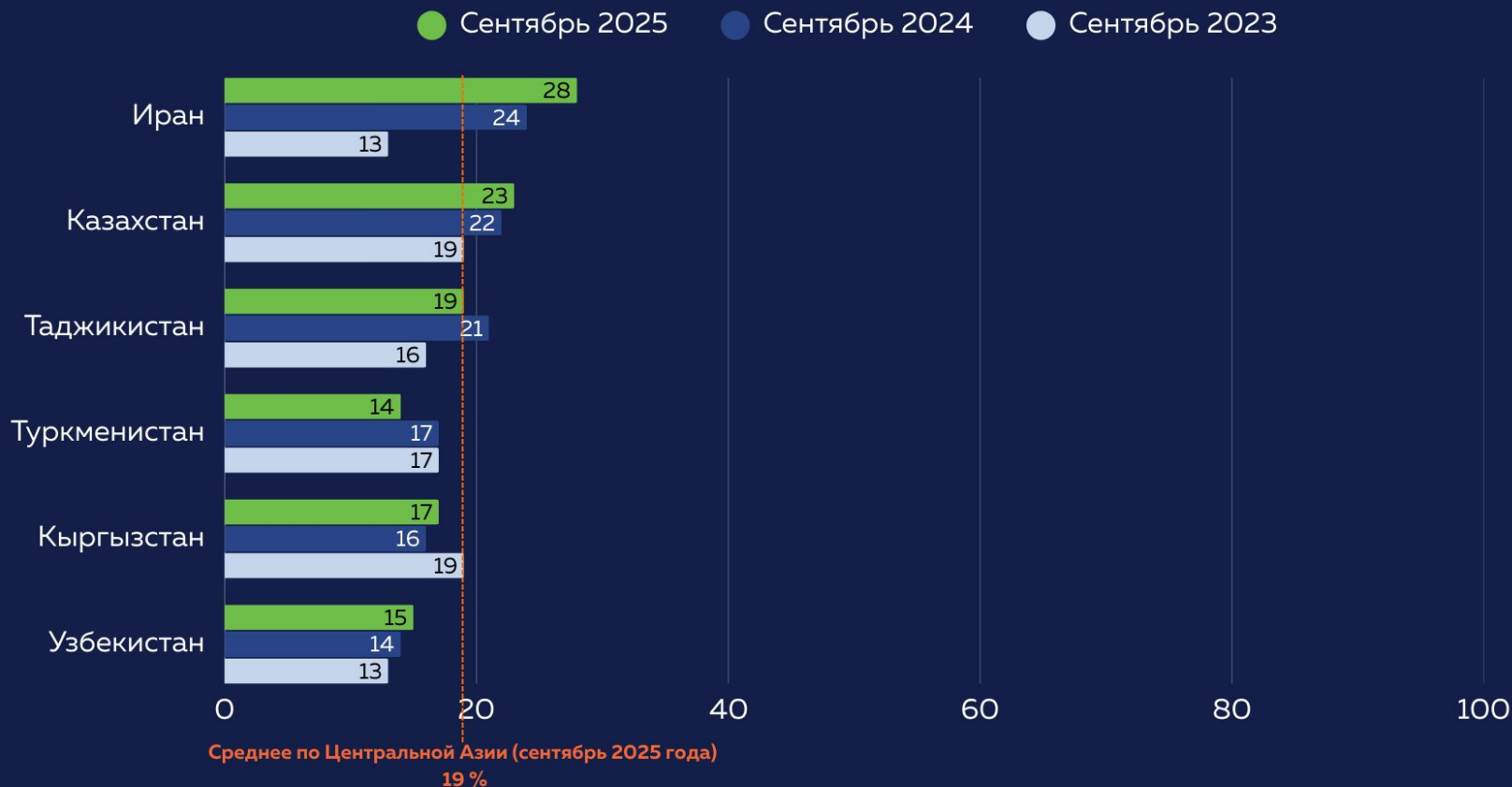


- **Зависимость от пути:** Недействительные маршруты блокируются только при прохождении через сеть, проверяющую RPKI; через непроверяющие сети они могут продолжать распространяться.
- **Полная защита требует полного развертывания:** Автономная система получает полную защиту от перехвата только если все её пограничные маршрутизаторы фильтруют недействительные маршруты — любая «незакрытая» граница оставляет риск утечек.

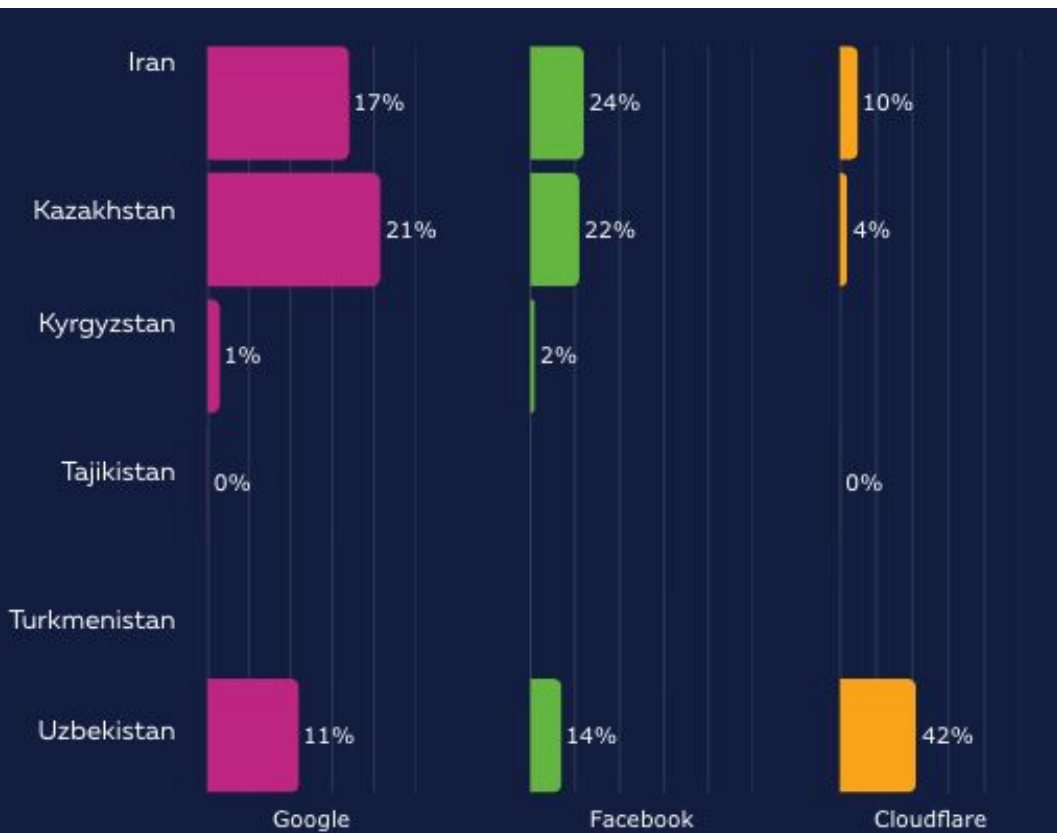


Внедрение IPv6 в регионе

Процент автономных систем, поддерживающих IPv6



Внедрение IPv6 в Центральной Азии (CDN)



Sources: Google, Facebook, Cloudflare, Sept 2025

- Внедрение IPv6 отражает, действительно ли пользователи используют IPv6 в своих сетях.
- Данные крупных контент-провайдеров (CDN) показывают разные уровни внедрения IPv6 в странах Центральной Азии.
- Лидерами по внедрению IPv6 являются Казахстан и Иран
- Узбекистан запустил IPv6 в прошлом году - наблюдается рост



- Признание важности RPKI на уровне правительств растет в ведущих странах.
- Регуляторы предпринимают меры:
 - [FCC \(США\)](#): предложение ежегодных планов управления рисками BGP.
 - [Forum Standaardisatie](#) (Нидерланды): подход «применяй или объясняй» для всех госструктур (RPKI)
- Значение для Центральной Азии:
 - Государство и сами операторы могут служить катализатором прогресса в обеспечении сетевой безопасности страны
 - Со стороны государства, например, создание рекомендаций и определения сроков внедрения RPKI



- Переход на **IPv6 жизненно важен** из-за исчерпания IPv4-адресов и быстрого роста интернет-пользователей в регионе.
- Государствам, провайдерам и предприятиям необходимо приоритетно модернизировать сети и сервисы для поддержки IPv6.
- Внедрение IPv6 сегодня обеспечивает устойчивость, масштабируемость и возможности для цифровых инноваций **завтра**.
- Повышение осведомлённости и образовательная работа имеют решающее значение
- **Учебные ресурсы**
 - Курсы RIPE NCC Academy (Основы IPv6, Безопасность IPv6) и вебинары — бесплатно для всех: academy.ripe.net
 - Очные тренинги (для членов RIPE NCC)
 - Онлайн курс **Основы протокола IPv6** (на русском и украинском): www.youtube.com/watch?v=2OLZs33HUdI&list=PLDWSJmznqM9FTdEUFeNpyDq5OtF2fi3-r





CAPIF 4: Advancing Internet Technologies in Central Asia

 **Qasim Lone** — 18 Sep 2025
Contributors: [Jim Cowie](#), [Alun Davies](#), [Anastasiya Pak](#), [Rene Wilhelm](#)
13 min read

[dns](#) [ipv6](#) [ipv4](#) [routing](#) [security](#) [community](#) [governance](#) [measurements](#) [internet infrastructure](#) [internet number resources](#)

52  0   



Ahead of CAPIF 4, we once again pause to examine the latest in Central Asia's digital transformation. Against a backdrop of deepening regional cooperation, we chart improvements in routing security and IPv6 adoption, while also probing interconnection patterns as seen in K-root data.

Related Articles [View more](#)

**CAPIF 3: Securing Internet Infrastructure in Central Asia**
 **Anastasiya Pak**
18 Sep 2024

As we return to Kazakhstan for the fourth RIPE NCC Central Asian Peering



Вопросы, Комментарии, Предложения



apak@ripe.net
qlone@ripe.net