

RIPE NCC

Отчет по региону: Центральная Азия

Сентябрь 2020



Введение

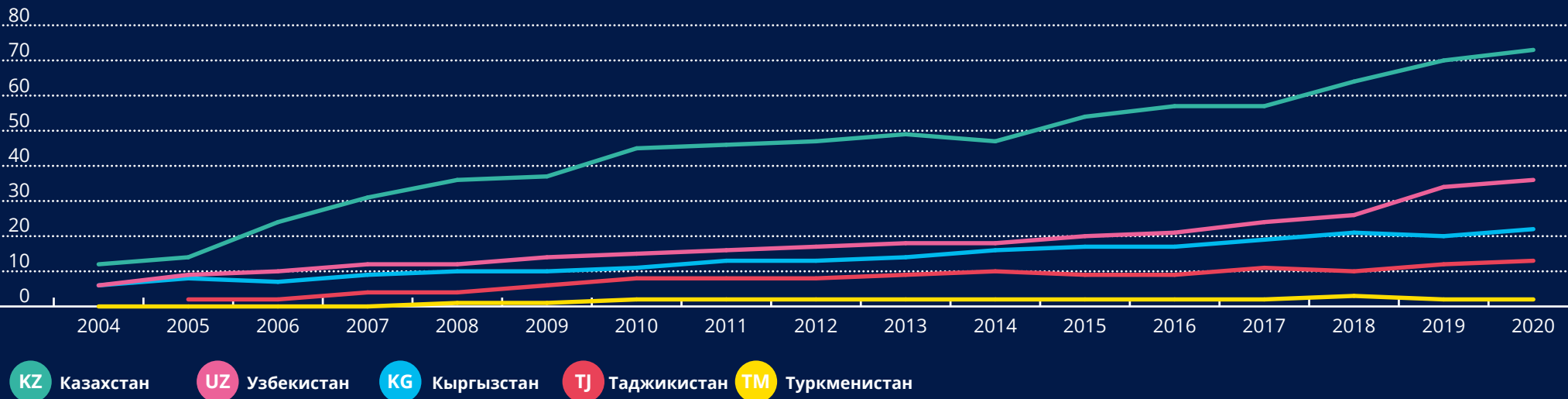
Интернет — это глобальная сеть сетей, но при этом подход к работе с ней в каждой стране различается. В этом отчете дан обзор текущей ситуации с Интернетом в Центральной Азии. Мы проанализировали текущую ситуацию с Интернет-ресурсами нумерации в регионе и историю ее развития, изучили маршрутизацию Интернет-трафика, внимательно рассмотрели ситуацию с доступом к глобальной системе доменных имен и подключением к глобальной сети Интернет. Анализ проводился при помощи инструментов RIPE NCC, а также на основе ряда сторонних источников данных.

Центральная Азия — один из субрегионов, обслуживаемых RIPE NCC, где есть и уникальные возможности, и проблемы. Мы представляем комплексный анализ развития Интернета в регионе с целью дальнейшего обсуждения этой темы, предоставления технической информации и содействия обмену передовым опытом, связанным с развитием Интернета в указанном регионе. Это уже пятый подобный отчет, который RIPE NCC подготовил в рамках постоянно проводимой работы по поддержке развития сети в нашем регионе обслуживания. Мы предоставляем собранные данные и аналитику как широкому техническому сообществу, так и лицам, принимающим решения.

Основные тезисы

- История, география и нормативные требования в странах Центральной Азии накладывают определенные ограничения на доступ в Интернет в регионе.
- Конкуренция на рынке невелика, существуют препятствия для частных и зарубежных инвестиций. Однако в регионе реализуется несколько крупных инициатив по улучшению качества доступа в Интернет.
- Как и во многих других регионах, нехватка IPv4-адресов оказывается серьезным препятствием на пути дальнейшего развития.
- Для поддержки дальнейшего роста необходимо серьезно расширить внедрение протокола IPv6.
- Доступ к системе доменных имен в целом оптимален и выполняется локально.
- По большей части обмен трафиком происходит на местном уровне при ограниченном пиринге и малом количестве точек обмена трафиком.
- Число международных соединений в регионе ограничено.

Рисунок 1:
Число локальных интернет-регистратур (ЛИР) в динамике по времени



Рынок стран Центральной Азии и возможности для роста

Ситуация на рынке

В целом рыночная ситуация в странах Центральной Азии основана не на свободной конкуренции, а на государственном воздействии и контроле. Хотя регион пытается найти новые пути развития в постсоветскую и постнефтяную эпоху, вопросы безопасности и суверенитета остаются преобладающими. В результате государственные провайдеры доминируют во всех пяти странах, а стоимость доступа в Интернет крайне высока по сравнению со многими другими регионами мира даже в абсолютных цифрах, не говоря уже о соотношении с местными зарплатами и стоимостью жизни.

По сравнению со многими другими регионами,

Интернет-провайдеры в Центральной Азии сталкиваются с очень сильным государственным регулированием, в связи с чем операторам приходится получать лицензию или разрешение на прокладку волоконно-оптических линий связи и на организацию международных каналов передачи трафика. В последние годы международные операторы, которые вышли на рынок стран Центральной Азии, стали покидать регион, а частные или зарубежные инвестиции практически отсутствуют.¹ Хотя развитие широкополосного и мобильного доступа в Интернет остается приоритетом для местных правительств, чаще всего выбирается стратегия централизации, предусматривающая ограниченное число точек подключения к остальному миру, обслуживаемых малым количеством провайдеров. Хотя такой подход на первый взгляд предоставляет государствам больше контроля, он в то же время приводит к росту цен,

неоптимальной маршрутизации, а также затрудняет стабильное и надежное предоставление услуг доступа в Интернет.

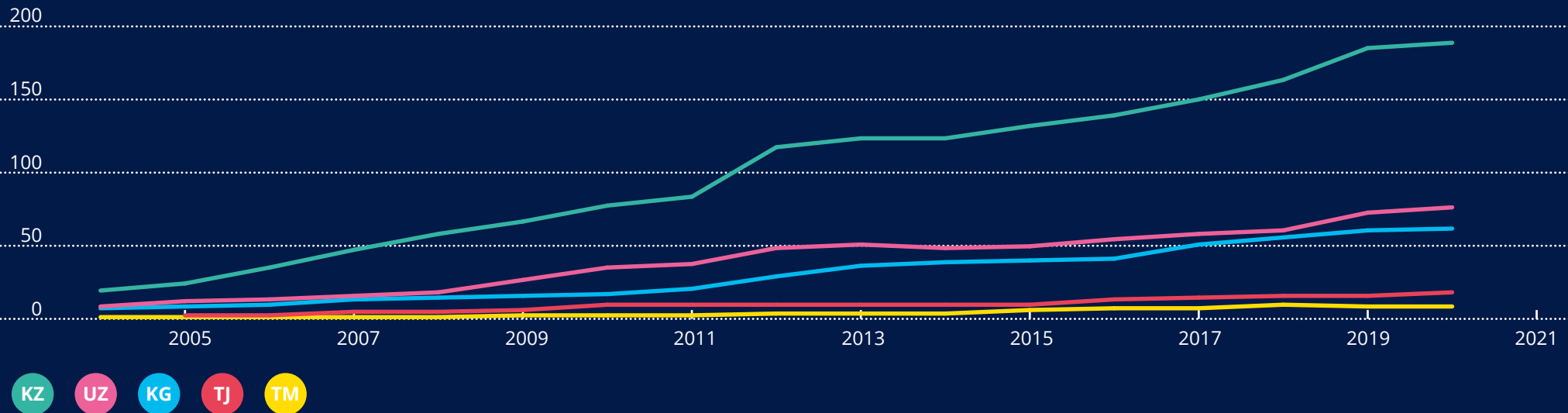
При этом в настоящее время в регионе реализуется ряд крупных инфраструктурных проектов, среди которых — проект ООН «Азиатско-Тихоокеанская информационная супермагистраль», программа Digital CASA, а также инвестиции ряда крупных китайских компаний, нацеленные на повышение доступности Интернета и снижение цен.

Количество провайдеров

Как правило, число локальных интернет-регистратур (ЛИР) примерно коррелирует с населением страны. Однако в этом плане в регионе однозначно доминирует Казахстан: там число ЛИРов на душу населения

1 Пример: <https://cn.reuters.com/article/telia-company-eurasia-idINL8N1BJ10N> <https://www.reuters.com/article/us-russia-mts-uzbekistan-idUSKCN10G20G>

Рисунок 2:
Число сетей в динамике по времени



значительно превышает показатели остальных стран. Население Узбекистана практически вдвое превышает население Казахстана, но число ЛИРов в Узбекистане существенно меньше. Данный факт отчасти объясняется тем, что среди всех пяти стран региона Казахстан занимает наибольшую площадь. Однако непропорционально большое количество провайдеров в Казахстане — как крупных, так и небольших — вероятно, указывает на наличие более конкурентного рынка, чем в остальных странах региона. Рынок наименее развит в Туркменистане: на всю страну имеются лишь два ЛИРа.

Члены RIPE NCC и локальные интернет-регистратуры (ЛИРы)

Среди членов RIPE NCC — Интернет-провайдеры, хостинг-провайдеры, правительственные и научные учреждения, коммерческие компании и другие организации, эксплуатирующие свои собственные сети в обслуживаемом RIPE NCC регионе (Европа, Ближний Восток и Центральная Азия). RIPE NCC распределяет пространство IP-адресов среди своих членов, которые затем предоставляют эти адреса конечным пользователям. Члены RIPE NCC могут создать более одной локальной интернет-регистратуры (ЛИР).

Во всех странах региона, за исключением Туркменистана, с годами наблюдается рост числа

ЛИРов. Однако увеличение численности ЛИРов не обязательно означает рост числа Интернет-провайдеров. ЛИРы могут быть созданы и другими типами организаций, которым нужны пулы IP-адресов: хостинг-провайдерами, правительственными учреждениями, университетами, коммерческими компаниями и др. В отдельных местах региона обслуживания RIPE NCC наблюдаются случаи, когда одна и та же организация создает дополнительные ЛИРы, чтобы получить большее пространство IPv4-адресов, однако же в Центральной Азии эта проблема менее заметна.

Число сетей

Как правило, значительное число локальных интернет-регистратур означает наличие большого количества независимых сетей (называемых Автономными Системами, и каждая такая система имеет отдельный

Рисунок 3:
Число IPv4-адресов в динамике по времени

Число адресов

3,5 млн

3 млн

2,5 млн

2 млн

1,5 млн

1 млн

500 тыс

0

2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020



номер, называемый «номером Автономной Системы», или ASN), что мы и наблюдаем в рассматриваемом регионе. И снова, большее число сетей в Казахстане по сравнению с населением страны указывает на более развитый рынок.

Пространство IPv4-адресов в Центральной Азии

До 2012 г. члены RIPE NCC могли получить большие диапазоны IPv4-адресов в соответствии с имеющимися потребностями. Когда в 2012 году RIPE NCC начал распределение из последнего блока /8 IPv4-адресов, сообщество RIPE ввело правило, позволяющее выделить новым ЛИРам небольшие диапазоны IPv4-адресов, чтобы способствовать их переходу на IPv6 — протокол нового поколения, адресов в котором хватит на обозримое будущее. В ноябре 2019 г. RIPE NCC выдал последний такой блок IPv4-адресов, затем была введена очередь, и организации, которые ранее не получали от RIPE NCC пространство IPv4-адресов, теперь могут получить еще меньший диапазон, и только в случаях, если достаточная часть адресного пространства высвобождается (иногда организации прекращают членство или закрывают ЛИРы, и выделенное им адресное пространство возвращается RIPE NCC). Даже до 2012 года число IPv4-адресов у ЛИР в Центральной Азии практически не росло. Исключением снова был Казахстан, в котором наблюдался резкий рост пространства IPv4-адресов и до 2012 г. (когда были изменены правила выделения адресов). С тех пор рост замедлился, так как ЛИРы могли в последний раз получить лишь небольшой блок IPv4-адресов — всего 1024 адреса.

Число IPv4-адресов в Казахстане превышает 3,1 млн. По этому показателю страна явно доминирует в регионе. Однако даже при этом в Казахстане один IPv4-адрес приходится на шесть жителей, что значительно ниже, чем в других странах региона, обслуживаемого RIPE NCC. В других странах региона этот показатель составляет от одного адреса на 24 жителя (Кыргызстан) до одного адреса на 400 жителей (Туркменистан).

Рисунок 4:
Число абонентов проводного широкополосного Интернета на 100 жителей в динамике по времени

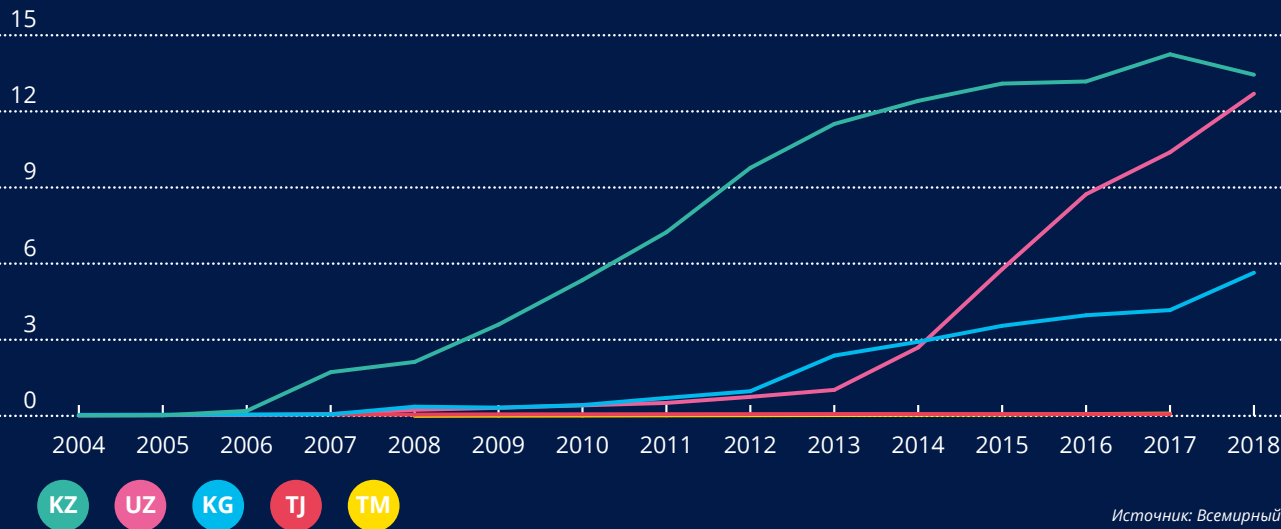
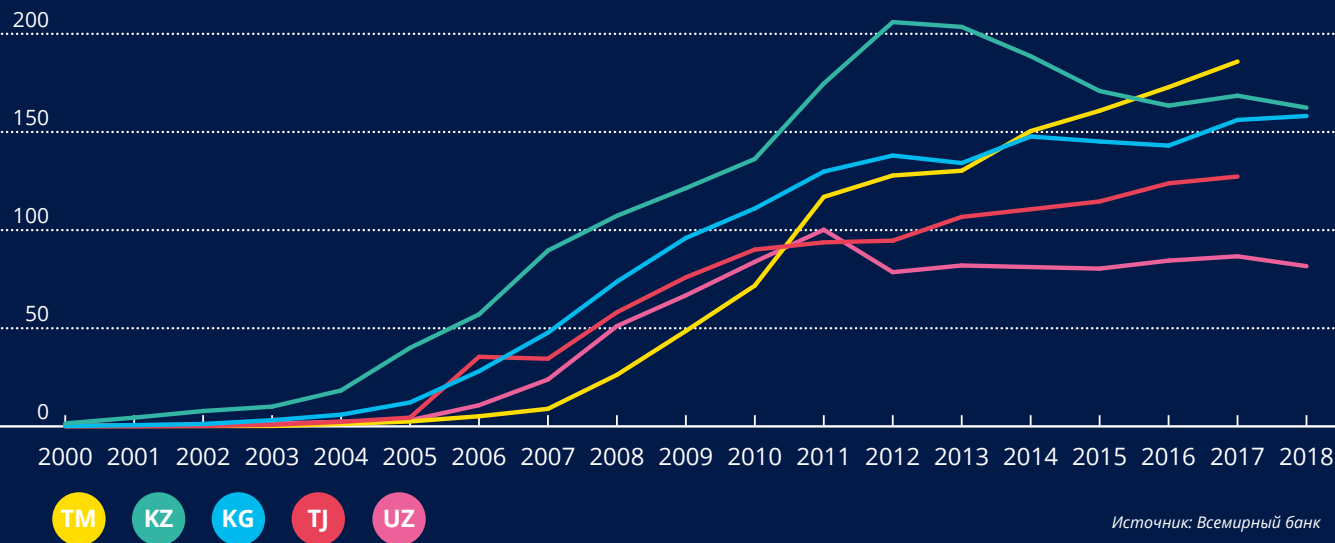


Рисунок 5:
Число абонентов мобильного Интернета на 100 жителей в динамике по времени

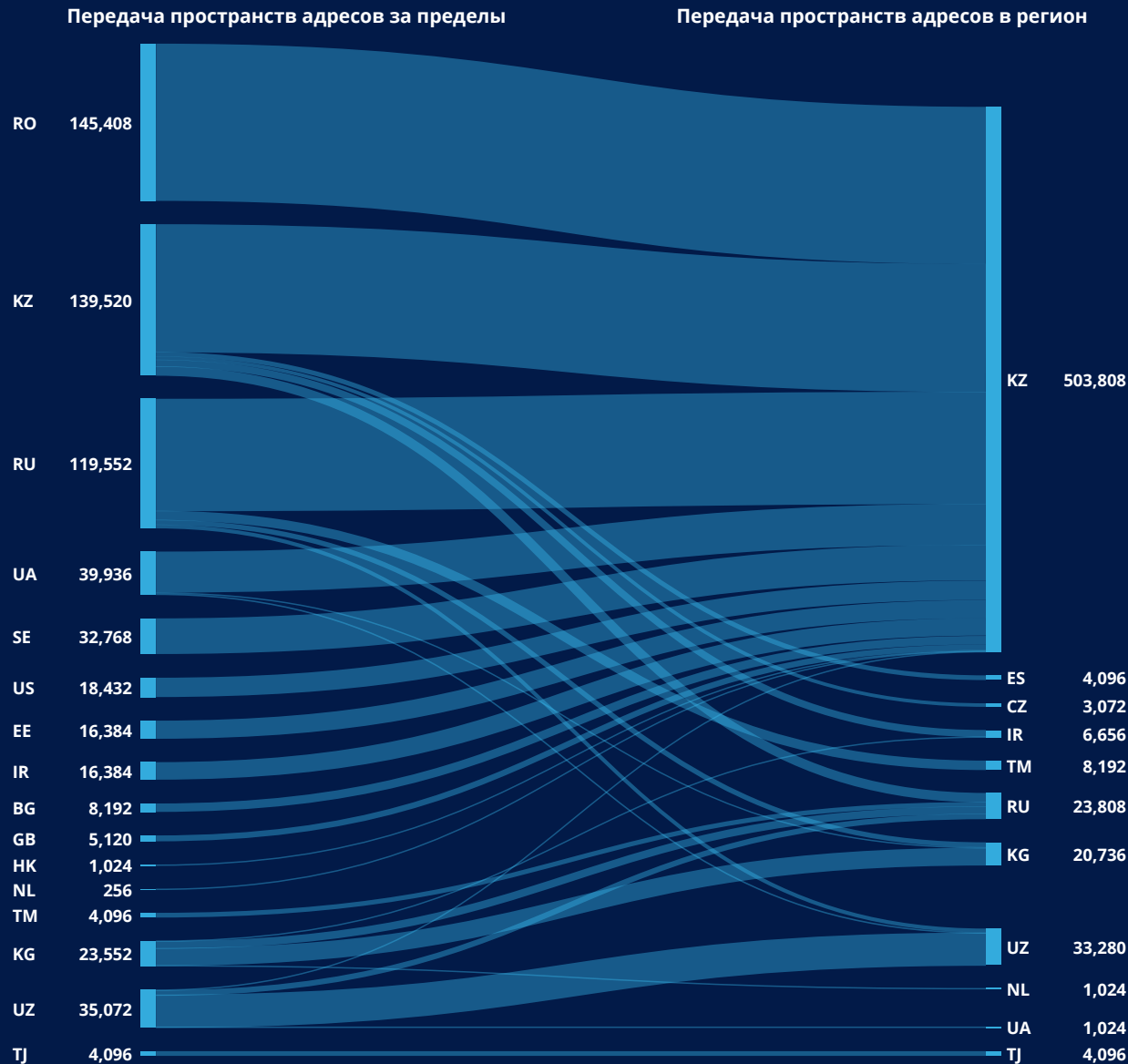


Важно отметить, что низкое соотношение количества адресов к числу жителей не обязательно означает, что страна не сможет предоставить доступ в Интернет всем жителям — даже в таком регионе, как Центральная Азия, где широкополосный проводной доступ развит не так сильно, как во многих других местах (а в Таджикистане и Туркменистане он практически отсутствует). Отсутствие выхода к морям и горный рельеф очевидно создают большие трудности в обеспечении повсеместного широкополосного доступа — особенно в сельской местности. Кроме того, рынок в регионе стал развиваться позднее, чем в большей части Европы и Северной Америке, что привело к быстрому росту рынка мобильных, а не проводных широкополосных подключений. В результате в регионе наблюдается значительное число пользователей услуг мобильного Интернета: в четырех из пяти стран в среднем число SIM-карт с доступом в Интернет превышает число жителей (исключением является Узбекистан, что частично можно объяснить большей распространенностью услуг проводного широкополосного доступа).

Существуют технические решения, позволяющие нескольким абонентам использовать один и тот же IP-адрес, например — преобразование сетевых адресов на уровне оператора (CGN, carrier-grade network address translation). Подобные технологии широко применяются для обеспечения широкополосного мобильного доступа. С учетом широкого распространения мобильного доступа в регионе, число IPv4-адресов может оказаться достаточным для кратковременного роста, если операторы мобильной связи внедрят подобные технические меры, обеспечивающие совместное использование адресов.

Однако технологии совместного использования адресов имеют хорошо известные недостатки. Чтобы в полной мере раскрыть все потенциальные социально-экономические преимущества цифровых технологий, мы настоятельно рекомендуем внедрить IPv6 в качестве стабильного и долгосрочного решения (этот вопрос более подробно рассмотрен далее в разделе, посвященном IPv6).

Рисунок 6:
 Трансферы IPv4-адресов внутри, в страны Центральной Азии и из них в период с апреля 2014 г. по июнь 2020 г.



Вторичный рынок IPv4-адресов

Для удовлетворения спроса на IPv4-адреса в последние годы возник вторичный рынок, на котором адреса продаются и покупаются различными организациями. RIPE NCC не участвует в финансовых операциях, а лишь гарантирует максимально возможную точность информации в базе данных RIPE, где записано, какие пространства адресов выделены тем или иным членам RIPE NCC.

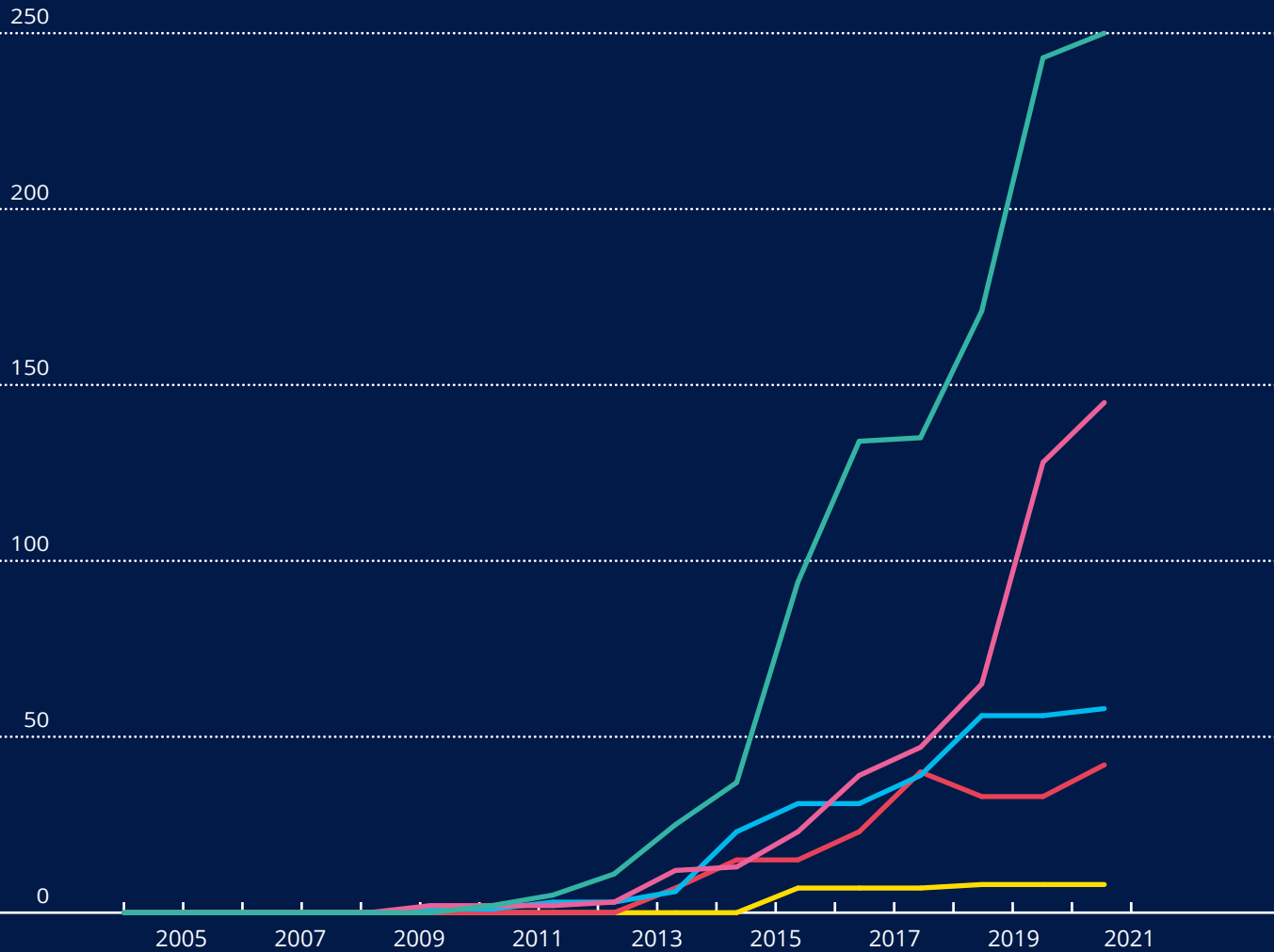
По мере истощения имеющихся IPv4-адресов многие провайдеры обращаются на вторичный рынок. На рис. 6 представлен график трансферов IPv4-адресов внутри и между странами региона с момента возникновения вторичного рынка.

С учетом большого числа локальных интернет-регистратур и пространства IPv4-адресов неудивительно, что Казахстан доминирует и на вторичном рынке таких адресов. За последние восемь лет организации в Казахстане получили свыше 500 тысяч адресов. Из них примерно 118 тысяч были переданы между организациями внутри страны. Основными источниками импорта IPv4-адресов в Казахстан являлись Румыния и Россия. На них пришлось 65% адресов, полученных Казахстаном из-за рубежа. В целом примерно 12% всего пула IPv4-адресов в Казахстане получены из-за границы через вторичный рынок.

Узбекистан и Кыргызстан также проявляют определенную активность на вторичном рынке IPv4-адресов, хотя и в значительно меньшей степени, чем Казахстан. В Узбекистане и Кыргызстане большинство трансферов происходит между местными организациями, что означает, что адреса остаются в стране. При этом обе стороны экспортировали немного больше IPv4-адресов, чем импортировали.

Рисунок 7:
Число IPv6-адресов в динамике по времени

Адреса протокола IPv6 (кратны 32)



Мы выявили лишь две передачи адресов с участием провайдеров из Туркменистана, в результате чего общее количество адресов увеличилось всего лишь на 4096, и только одну передачу 4096 адресов между двумя провайдерами в Таджикистане. Интересно отметить, что Казахстан импортировал IPv4-адреса со всего мира, а другие страны региона — в основном из государств бывшего СССР.

Несмотря на относительно низкое число IPv4-адресов на душу населения в регионе, местные операторы не полагаются на вторичный рынок как на основной источник дополнительных адресов. Хотя нынешнее количество IPv4-адресов, вероятно, достаточно для поддержания «статуса кво» с применением совместного использования адресов и других обходных технологий, переход на протокол IPv6 — единственная надежная стратегия обеспечения будущего роста Интернета в регионе.

IPv6

Несмотря на нехватку IPv4-адресов и рост цен на адреса на вторичном рынке, переход на IPv6 в Центральной Азии происходит медленно. Хотя за последнее время Казахстан и Узбекистан расширили пул IPv6-адресов, мы не видим признаков его реального использования. Одна из причин такого роста состоит в том, что в течение некоторого времени ЛИРы, получавшие последнюю аллокацию IPv4-адресов, были также обязаны получить IPv6, и, хотя это требование было отменено в 2015 г., в 2019 году 65% новых ЛИР в Центральной Азии получили IPv6-адреса.

В Опросе RIPE NCC 2019 года² (в нем приняли участие свыше 4 тыс. сетевых операторов и других участников технического сообщества в регионе, обслуживаемом RIPE NCC) 69% респондентов из Центральной Азии сообщили, что в ближайшие два-три года их организациям потребуется больше IPv4-адресов (по сравнению со средним значением 53% для всех опрошенных).

² Опрос RIPE NCC 2019: <https://www.ripe.net/survey>

В действительности, только респонденты из Центральной Азии назвали нехватку IPv4-адресов и внедрение IPv6 более серьезными проблемами, чем обеспечение сетевой безопасности — во всех остальных регионах именно этот пункт посчитали самой главной проблемой. Несомненно, операторы в Центральной Азии знают о дефиците доступных IPv4-адресов, при этом 37% сообщили, что для компенсации нехватки адресов они планируют внедрить технологию NAT, что близко к среднему значению для всех опрошенных, составляющему 41%. Однако, хотя 35% сообщили, что они планируют приобретать IPv4-адреса на вторичном рынке, а 18% — переходить на IPv6, эти цифры существенно ниже, чем средние значения по всем опрошенным (61% и 37% соответственно). Это указывает на то, что, хотя стоимость адресного пространства IPv4 на текущем вторичном рынке может быть неприемлемо высокой для многих провайдеров в Центральной Азии, внедрение IPv6 не является приоритетной задачей.

И действительно, только 7% участников опроса в странах Центральной Азии сообщили, что их организации полностью внедрили IPv6, хотя среднее значение по всем опрошенным составило 22%. По сравнению с другими странами региона, обслуживаемого RIPE NCC, уровень внедрения IPv6 в Центральной Азии остается крайне низким, на что указывают данные целого ряда организаций, занимающихся оценкой уровня проникновения IPv6 по странам, среди которых — APNIC, Facebook, Akamai, Google и Cisco. Первые четыре из названных компаний исследуют рост уровня проникновения IPv6 с точки зрения конечных пользователей. В Центральной Азии эти организации отмечают крайне низкий рост или даже полное его отсутствие. Только в Туркменистане Facebook³ и Google⁴ отметили небольшой рост — 1,2% и 1,9% соответственно.

На сайте 6lab⁵ компании Cisco представлен комплексный показатель, учитывающий наличие в стране транзитных сетей с поддержкой IPv6, а также объем контента, доступного пользователям по IPv6. По этому показателю первое место в регионе занимает Казахстан: 17,9%.

Такое значение получено в основном благодаря большой доле транзитных сетей с поддержкой IPv6. Без пользователей IPv6 даже значительные объемы контента, доступного по IPv6, сами по себе не способны изменить ситуацию. Однако сам факт наличия контента, готового к предоставлению по IPv6, означает, что Интернет-провайдеры могут сделать существенный шаг вперед, внедрив в своих сетях поддержку IPv6 для пользователей, имеющих сравнительно современное оборудование (с поддержкой IPv6).

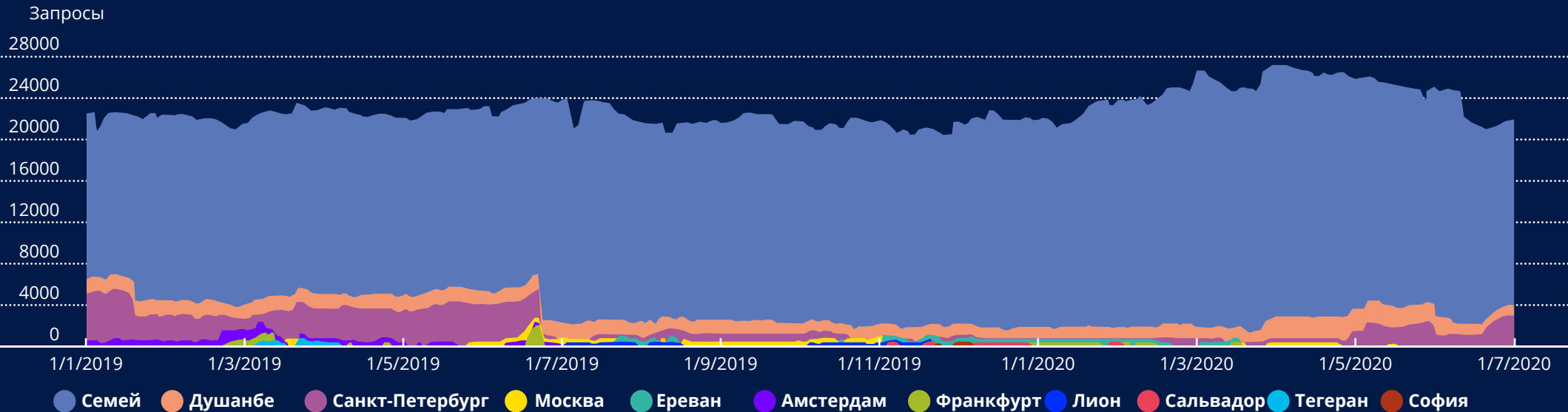
Следует отметить, что 62% участников опроса из Центральной Азии сообщили, что они либо проводят испытания сетей с поддержкой IPv6, либо разрабатывают планы его внедрения, так что, вероятно, в ближайшие годы эти цифры еще более возрастут. Хотя в ряде стран региона правительства поддерживают переход на IPv6 с целью борьбы с киберпреступностью (поскольку совместное использование IP-адресов крайне затрудняет их отслеживание в случае какой-либо противозаконной деятельности), сетевые операторы не приветствуют введение нормативного регулирования в отношении перехода на IPv6, так как это может привести к непредвиденным последствиям и избыточным техническим ограничениям.

3 Facebook IPv6: <https://www.facebook.com/ipv6>

4 Google IPv6: <https://www.google.com/intl/en/ipv6/statistics.html#tab=per-country-ipv6-adoption>

5 Cisco 6lab: <https://6lab.cisco.com/stats/search.php>

Рисунок 8:
Расположение корневых серверов К, доступных из Центральной Азии (по протоколу IPv4)



2. Обзор ситуации в Центральной Азии

Доступ к системе доменных имен

Теперь рассмотрим маршрутизацию трафика в пределах региона и через его границы. Сначала поговорим о том, какие локальные зеркала корневых серверов К получают запросы из различных стран.

Измерения проводились на платформе RIPE Atlas от RIPE NCC. Данная платформа использует всемирную систему сетевых проб для измерений связности и доступности ресурсов Интернета. Заметим, что корневой сервер К — лишь один из тринадцати мировых корневых серверов. Каждый клиент системы доменных имен (DNS) самостоятельно решает, какой конкретный корневой сервер использовать. Если время отклика корневой сервера К оказывается слишком большим, то, скорее всего, клиенты переключатся на другие, более доступные корневые сервера.

Хотя наши измерения при помощи устройств (проб) RIPE Atlas ограничиваются только анализом того, на какое зеркало корневой сервера К направляются запросы, это дает определенную информацию о том, как система маршрутизации анализирует различные варианты и решает, какие именно сети и местоположения серверов дают наилучшие результаты.

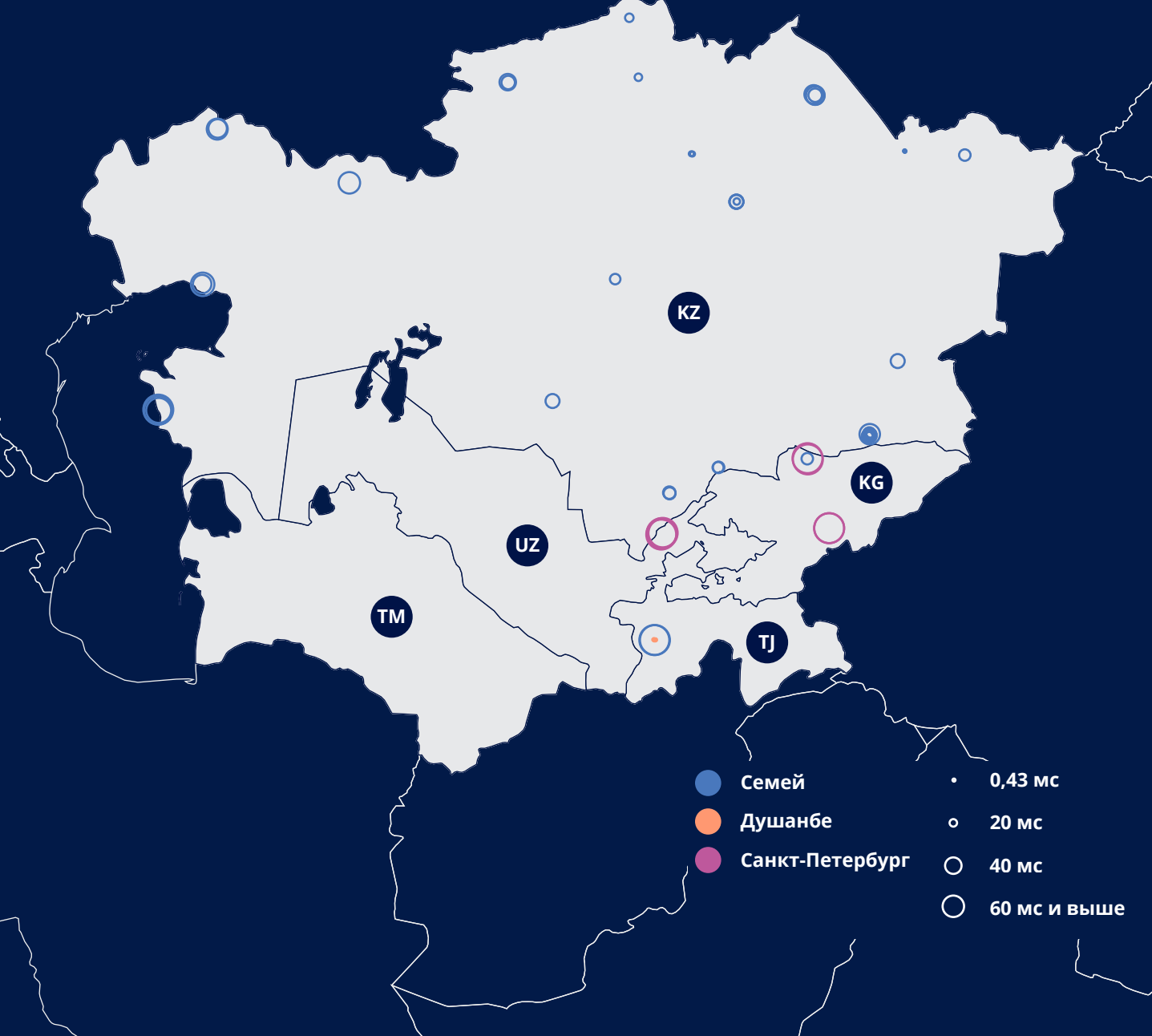
Корневые сервера К и DNS

Корневой сервер К — один из тринадцати мировых корневых серверов имен, образующих основу системы доменных имен (DNS). Данная система преобразует понятные для человека URL-адреса (например, <https://www.ripe.net>) в IP-адреса. RIPE NCC обслуживает корневой сервер К. Глобальная распределенная система корневых серверов имен состоит из местных «зеркал», являющихся точными копиями основных серверов. Такая схема повышает надежность, сокращает время отклика у клиентов системы DNS и у конечных пользователей.

Из рассматриваемых в настоящем отчете пяти стран только в Казахстане имеется значительное число проб RIPE Atlas. Увеличение числа пользователей в регионе, добровольно подключающих пробы RIPE Atlas, возможно, приведет к получению иных результатов и, однозначно, даст более подробную картину (в разделе по RIPE Atlas в конце настоящего отчета рассказано о том, как присоединиться к этой системе). В любом случае мы представляем те данные, которые удалось собрать.

На рис. 8 представлены различные зеркала корневых серверов К, на которые отправлялись запросы пробами в Центральной Азии на протяжении примерно 18 месяцев. С июля 2019 г. пробы в основном отправляли запросы на зеркала корневых серверов К в Центральной Азии, что положительно сказалось на времени отклика. Поскольку число проб платформы RIPE Atlas в Казахстане существенно выше, вполне понятно, что большинство обнаруженных запросов отправлялись на корневой сервер К в г. Семей.

Рисунок 9:
Расположения корневых серверов К, доступных из выбранных мест в Центральной Азии
(по протоколу IPv4)

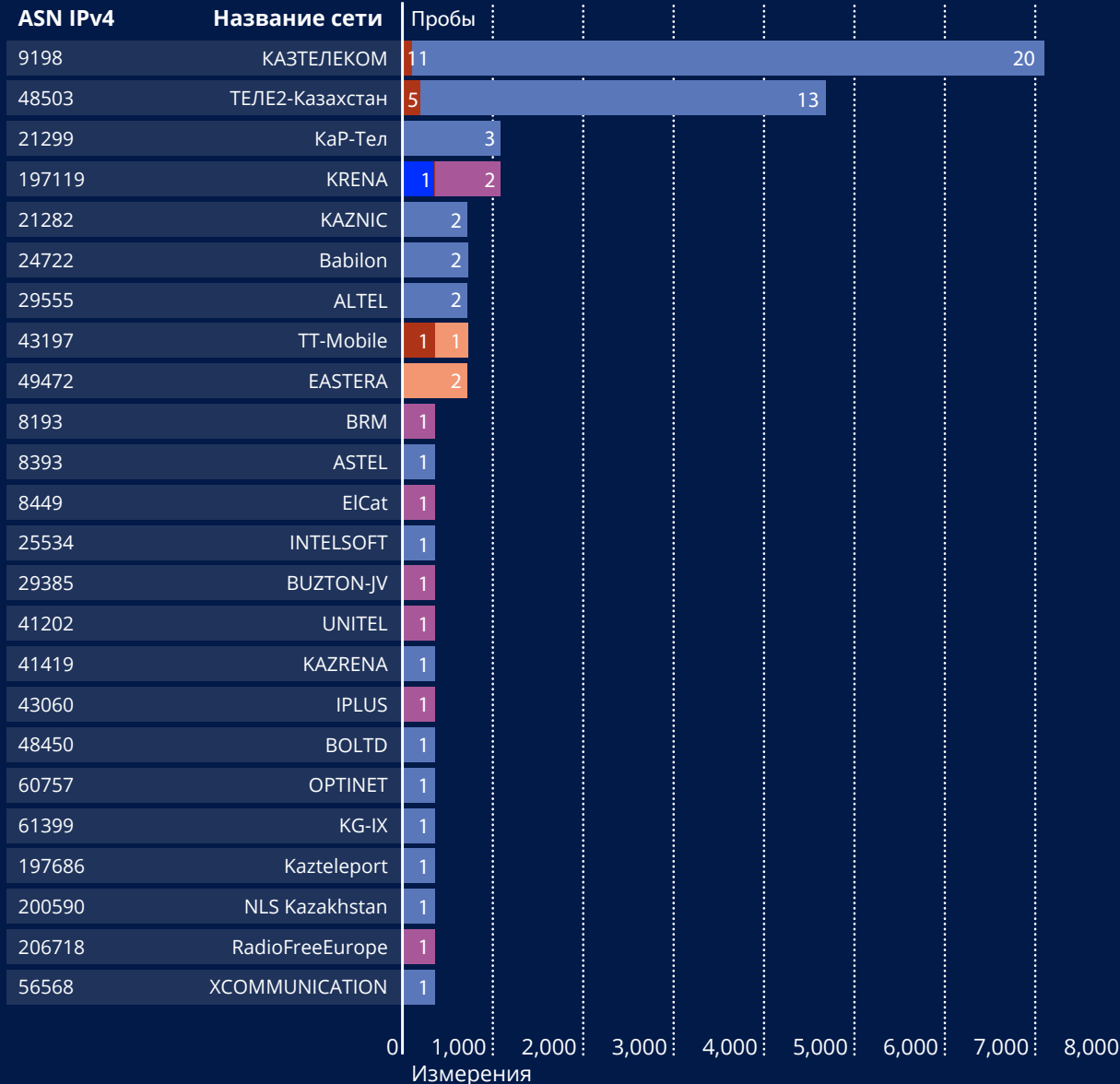


Вторым по скорости доступа является сервер в г. Душанбе (Таджикистан) — его географическая близость также приводит к низкому времени отклика. Наши пробы обращались и к другим зеркалам, расположенным дальше, включая Санкт-Петербург и Амстердам, но это относится лишь к малому числу проб. В целом доступ к DNS в регионе достаточно оптимален.

Рассматривая отдельные пробы RIPE Atlas в разных странах, мы видим, что пробы посылают запросы на разные зеркала корневых серверов К. Длительность времени пути туда-обратно представлена на рис. 9. В то время как все пробы в Казахстане обращались к зеркалу корневого сервера К в г. Семей, в Кыргызстане ситуация более разнообразна: пробы отправляли запросы на сервера и в г. Семей, и в г. Санкт-Петербург. Обе пробы в Узбекистане выбрали зеркало в Санкт-Петербурге. В Таджикистане ряд проб обращались к зеркалу корневого сервера К в г. Семей, а другие — к локальному зеркалу в г. Душанбе. Что касается времени пути туда-обратно, сервер в Душанбе обеспечивает гораздо меньшее время отклика.

Отметим, что полученные результаты, хотя и достаточно репрезентативные, представляют собой картину лишь одного дня в июле 2020 г. Как показано на рис. 8, предпочтительные сервера постоянно меняются из-за небольших изменений в маршрутизации. Все измеренные нами времена отклика оказались приемлемыми, а конечные пользователи вряд ли столкнутся с заметными задержками.

Рисунок 10:
Расположения корневых серверов К, доступных из различных сетей в Центральной Азии
(по протоколу IPv4)



● Семей
 ● Санкт-Петербург
 ● Душанбе
 ● Нет данных
 ● Не зеркало корневого сервера К

Кроме того, можно рассмотреть, какие зеркала корневых серверов К опрашивались пробами в различных сетях, а не в разных странах. Традиционно процесс принятия решений по протоколу пограничной маршрутизации (BGP) гарантирует, что после нахождения конкретного оптимального пути достигается согласованная работа всех маршрутизаторов в конкретной сети. Именно такую картину мы и наблюдаем, что видно на рис. 10 (данные также относятся к одному дню в июле 2020 г.). Все пробы в конкретной сети за редким исключением обращались к одному и тому же зеркалу корневого сервера К. Одна проба в сети KRENA (AS197119) получила ответы от сервера, который не является зеркалом корневого сервера К, управляемого RIPE NCC. Вероятно, это указывает на то, что данный запрос был просто перенаправлен.

Кроме того, видно, что большинство сетей обращаются к зеркалу корневого сервера К в г. Семей. Учитывая структуру DNS, это не должно быть проблемой, так как клиенты DNS будут автоматически направлять запросы на другой корневой сервер, если какой-то сервер кажется недоступен. В целом видно, что сети обращаются к местным зеркалам корневых серверов К, что должно положительно сказываться на времени отклика.

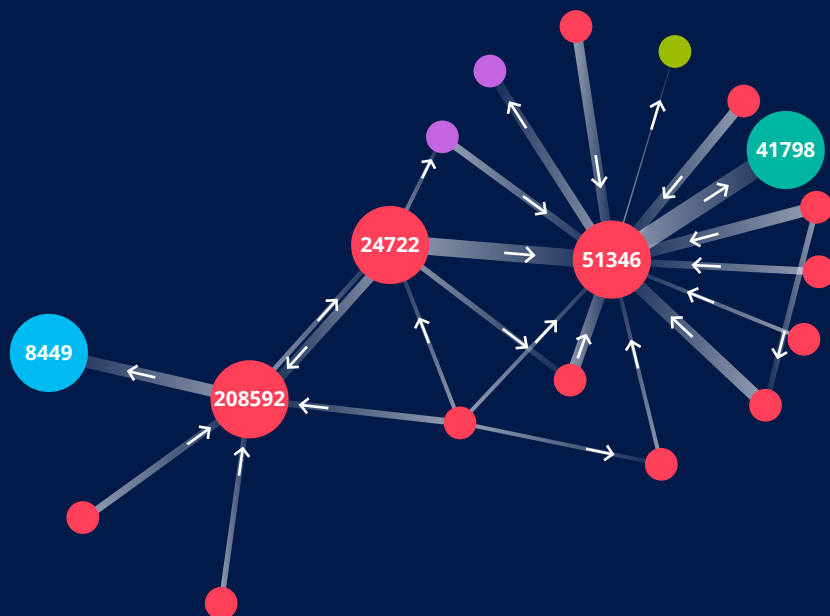
Следует заметить, что, хотя времена отклика (задержка) серверов DNS в регионе оказались весьма неплохими, реальная скорость доступа к Интернету, зависящая от ширины полосы пропускания, физической инфраструктуры и технических факторов, способных создавать задержки, по большей части остается крайне низкой.⁶

Локальные межсетевые соединения

Поскольку число сетей в странах Центральной Азии невелико, можно рассмотреть, каким образом сети разных стран взаимодействуют между собой. Для этого мы используем данные, полученные сервисом информации о маршрутах (RIS) RIPE NCC. Этот

⁶ Глобальный рейтинг Speedtest: <https://www.speedtest.net/global-index>

Рисунок 11:
Межсетевые соединения в Таджикистане

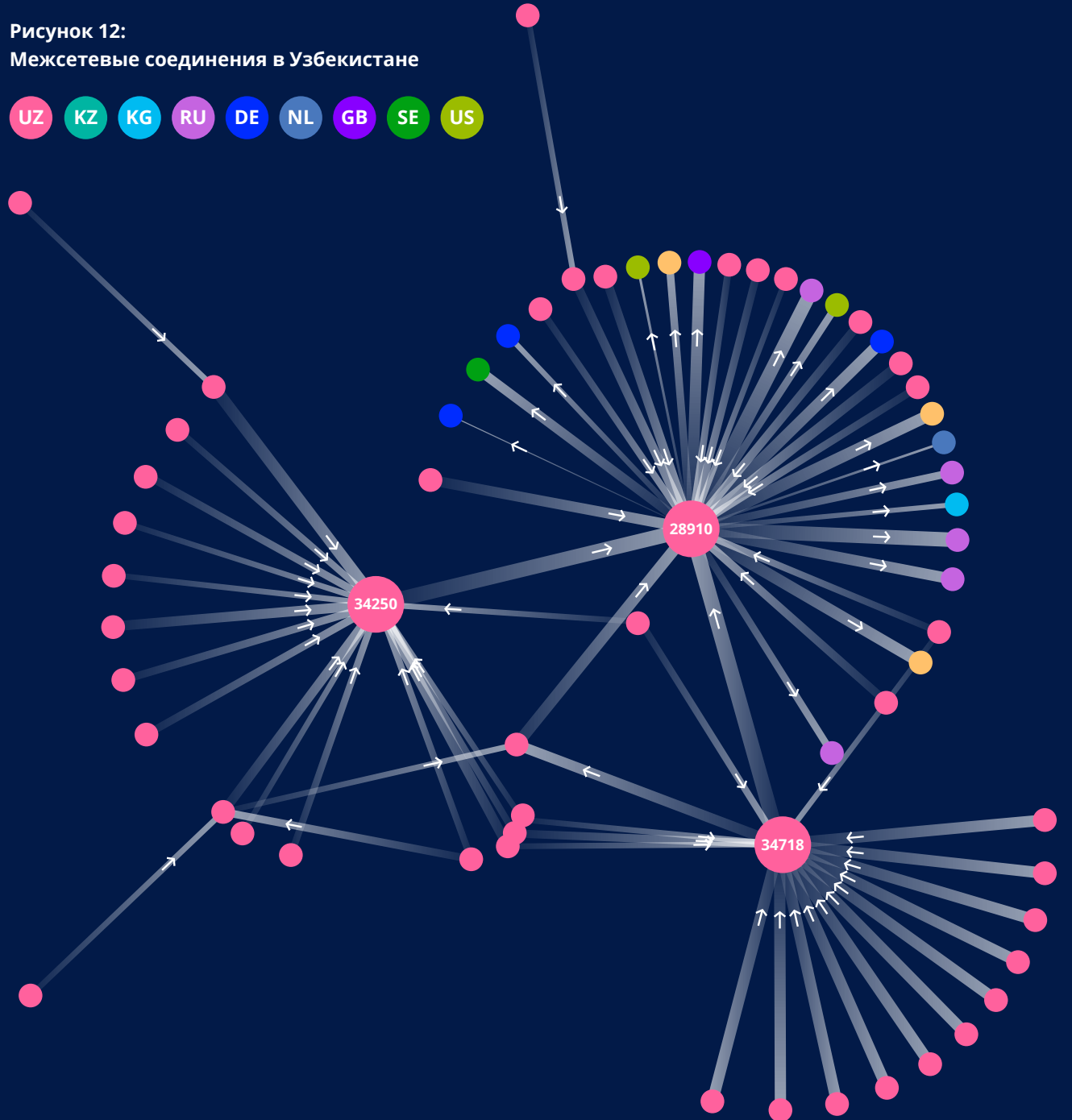


сервис использует глобальную систему контролеров маршрутов, собирающих и хранящих информацию о маршрутизации в Интернете.

По каждой стране мы построили график маршрутизации между сетями (показано стрелками) до точки подключения к зарубежной сети. Узлы на рисунках представлены разными цветами в соответствии со страной регистрации сети (ASN), а толщина линии соответствует числу маршрутов, по которому происходит соединение между различными сетями. На рисунках представлены только упомянутые в тексте сети, а положение сетей на рисунке не соответствует их географическому расположению: это лишь визуальное представление межсетевых соединений по странам. В Таджикистане сеть «Таджиктелеком» (AS51346) действует как вышестоящий провайдер для большинства остальных сетей в стране. Как будет показано далее, сеть «Транстелеком Казахстан» (AS41798) служит основным транзитным провайдером для сети «Таджиктелеком». Также мы видим две сети, которые, судя по всему, соединены с Интернетом исключительно через Avesto Internet (AS208592). Через сеть Avesto пакеты попадают в остальную часть Интернета по сети ElCat Ltd (AS8449) в Кыргызстане или по сети «Таджиктелеком» через Babilon-T (AS24722).

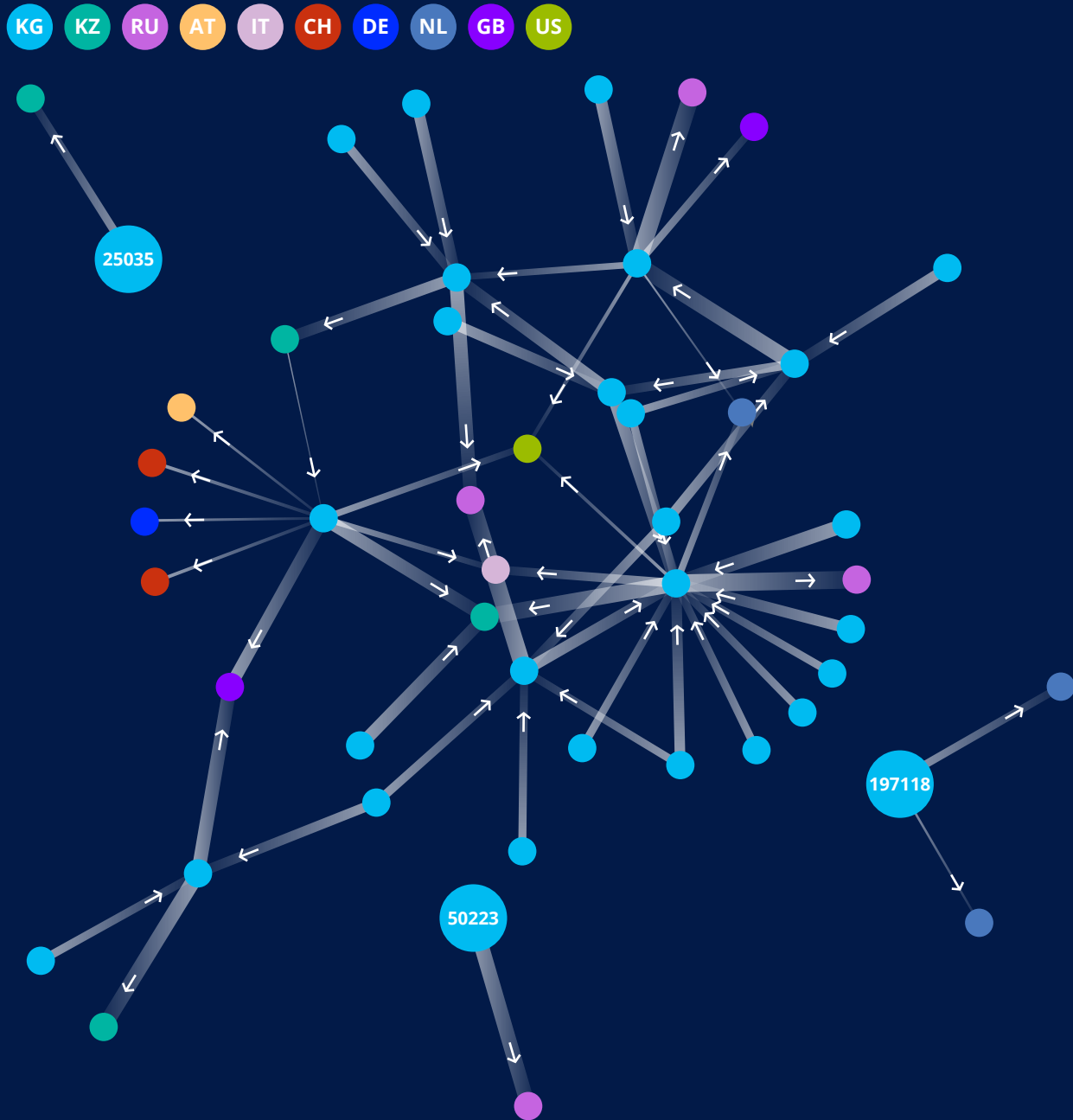
Рисунок 12:

Межсетевые соединения в Узбекистане



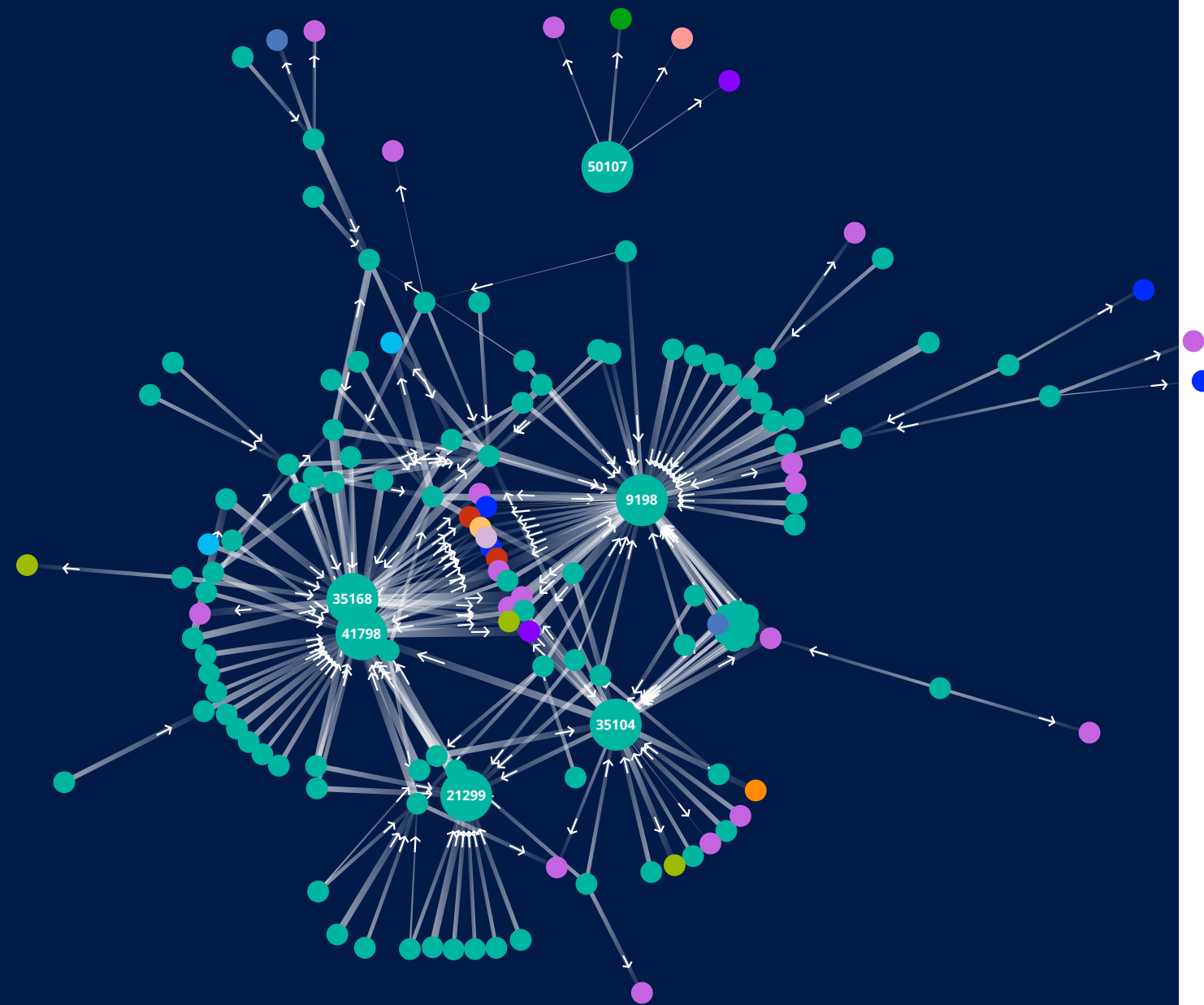
В Узбекистане имеются три основных центра межсетевых соединений. Первый — сеть «Узбектелеком» (AS28910), обеспечивающая все международные соединения. Второй — еще одна сеть, также принадлежащая «Узбектелеком» (AS34250). Третий — сеть ООО «Технопросистем» (AS34718). Большинство из оставшихся сетей, не входящих в эти три центра, подключаются к одной и только одной из этих трех сетей через еще одну ASN. Множественная адресация пакетов практически не наблюдается.

Рисунок 13:
Межсетевые соединения в Кыргызстане



В Кыргызстане имеется больше межсетевых соединений между местными провайдерами, а также больше сетей с международными соединениями. Однако три сети являются изолированными: они не подключены к каким-либо сетям в стране и не имеют входящих подключений, общих с другими сетями. Это сеть ООО «Трансфер» (AS25035), подключенная к сети «Транстелеком Казахстан», сеть «Альфа Телеком» (AS50223), подключенная к сети «Мегафон», и сеть Национального центра информационных технологий (AS197118), подключенная к GÉANT — сети, которая, в свою очередь, подключена к европейским научно-исследовательским и образовательным сетям (NREN).

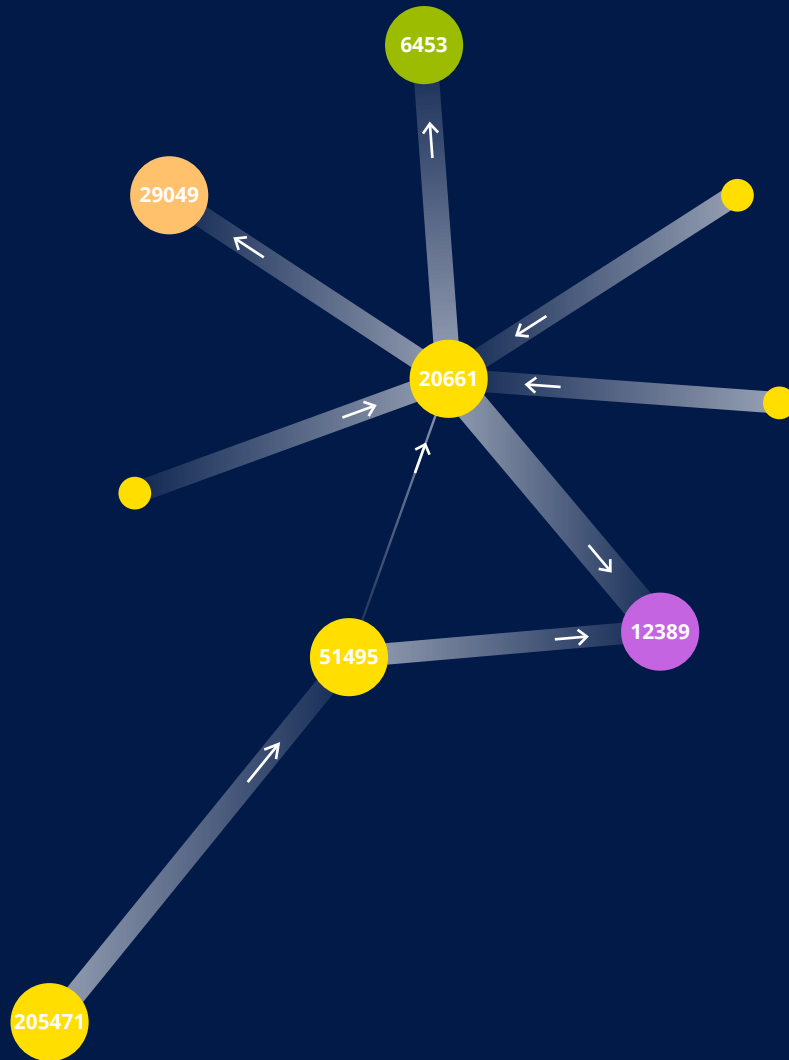
Рисунок 14:
Межсетевые соединения в Казахстане



Из-за большого количества сетей в Казахстане картина оказывается более сложной. Имеются центры межсетевых подключений в сетях TNS-Plus (AS35168), «Транстелеком Казахстан» (AS41798) и «Казахтелеком» (AS9198). Они обеспечивают связность для множества нижестоящих провайдеров. Кроме того, подобными центрами являются сеть «Казтранском» (КТС) (AS35104) и сеть «Кар-Тел» (AS21299). При этом большинство сетевых соединений в сети «Кар-Тел» обслуживаются сетью TNS-Plus, на что указывает большая стрелка. Как в Кыргызстане, здесь имеется одна сеть «Vista Technology» (AS50107) без соединений с другими местными сетями (по данным RIS), но которая передает данные через сеть Telia и российского провайдера «Раском».

Рисунок 15:
Межсетевые соединения в Туркменистане

TM RU AZ US*

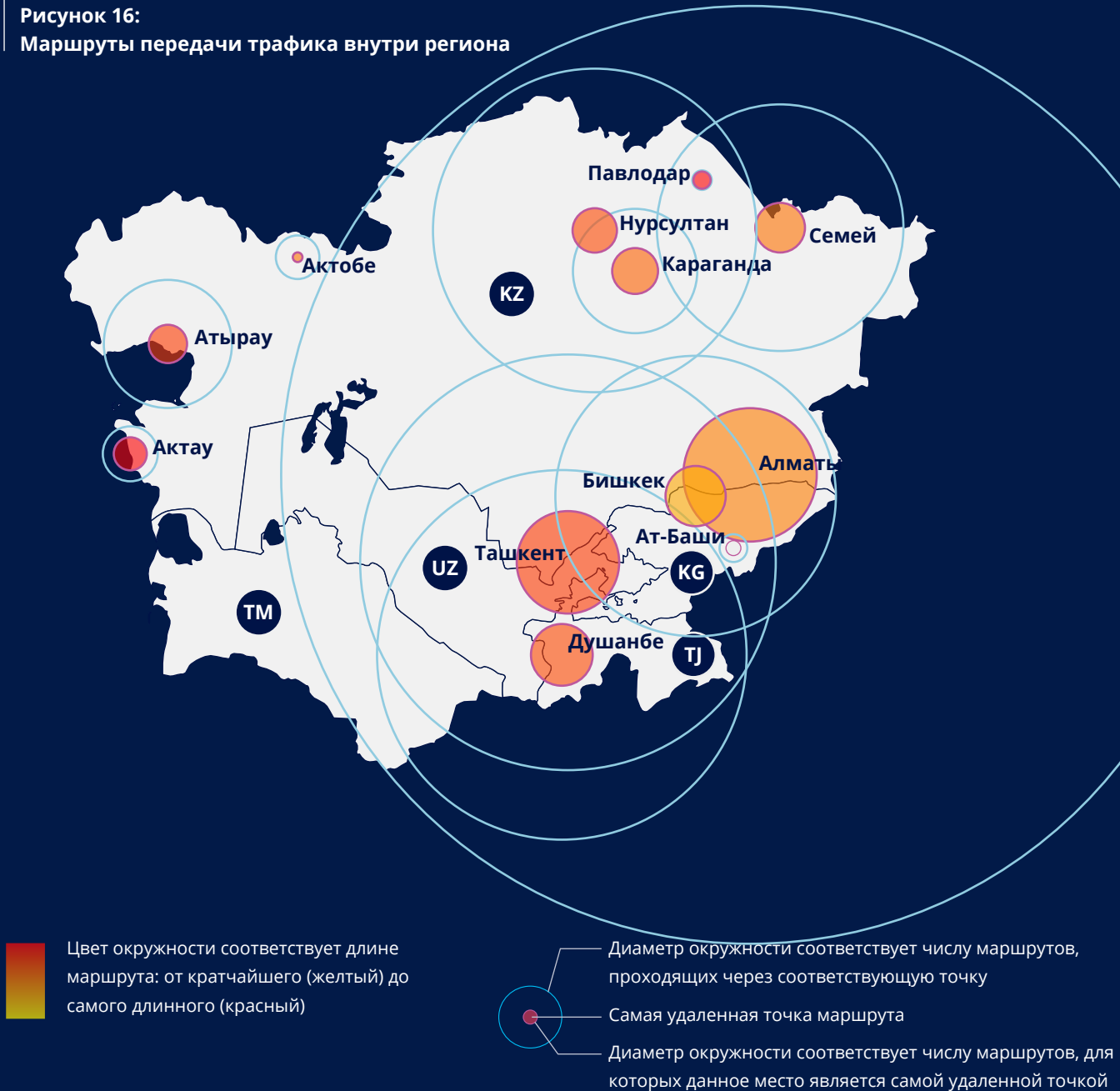


В Туркменистане есть всего шесть сетей в системе маршрутизации. «Туркментелеком» (AS20661) обслуживает большую часть международных соединений. Эта сеть имеет подключения к сетям «Ростелекома» (AS12389) в России, глобальной сети Tata Communications (AS6453) и «Дельта Телеком» в Азербайджане (AS29049). Городская телефонная сеть Ашхабада (АГТС) (AS51495) тоже имеет подключение к сети «Туркментелекома», однако собранные RIS данные показывают, что международные соединения этой сети, а также соединения мобильной сети АГТС (AS205471), в основном идут через «Ростелеком» (AS12389).

В целом отказоустойчивость Интернета в регионе может быть улучшена. Как видно из рисунков выше, схема межсетевых подключений должна напоминать паутину с большим количеством соединений и с более равномерным распределением маршрутов и соединений, а также должна быть без т.н. «бутылочных горлышек». Наличие небольшого числа сетей передачи местного трафика и еще меньшего числа сетей, передающих международный трафик, снижает устойчивость местного Интернета — создаются потенциальные единые точки отказа. При отсутствии альтернативных маршрутов любой сбой в одной из сетей способен создать критическую ситуацию для большого числа пользователей и сервисов.

* Индийская компания Tata Communications приобрела сеть AS6453 у Teleglobe America, и эта сеть все еще зарегистрирована в США. Однако Tata Communications — глобальная компания, а прямого соединения между Туркменистаном и США или Индией не существует.

Рисунок 16:
Маршруты передачи трафика внутри региона



Маршрутизация трафика в регионе

Мы снова воспользуемся данными системы RIPE Atlas, чтобы проанализировать обмен трафиком между сетями в регионе и выяснить, где именно происходит такой обмен. Для этого мы провели трассировку маршрутов от каждой пробы системы RIPE Atlas до всех остальных проб в регионе. Поскольку при этом измерении выявляются IP-адреса соответствующих маршрутизаторов, мы воспользовались системой RIPE IPmap для геолокации указанных Интернет-ресурсов.

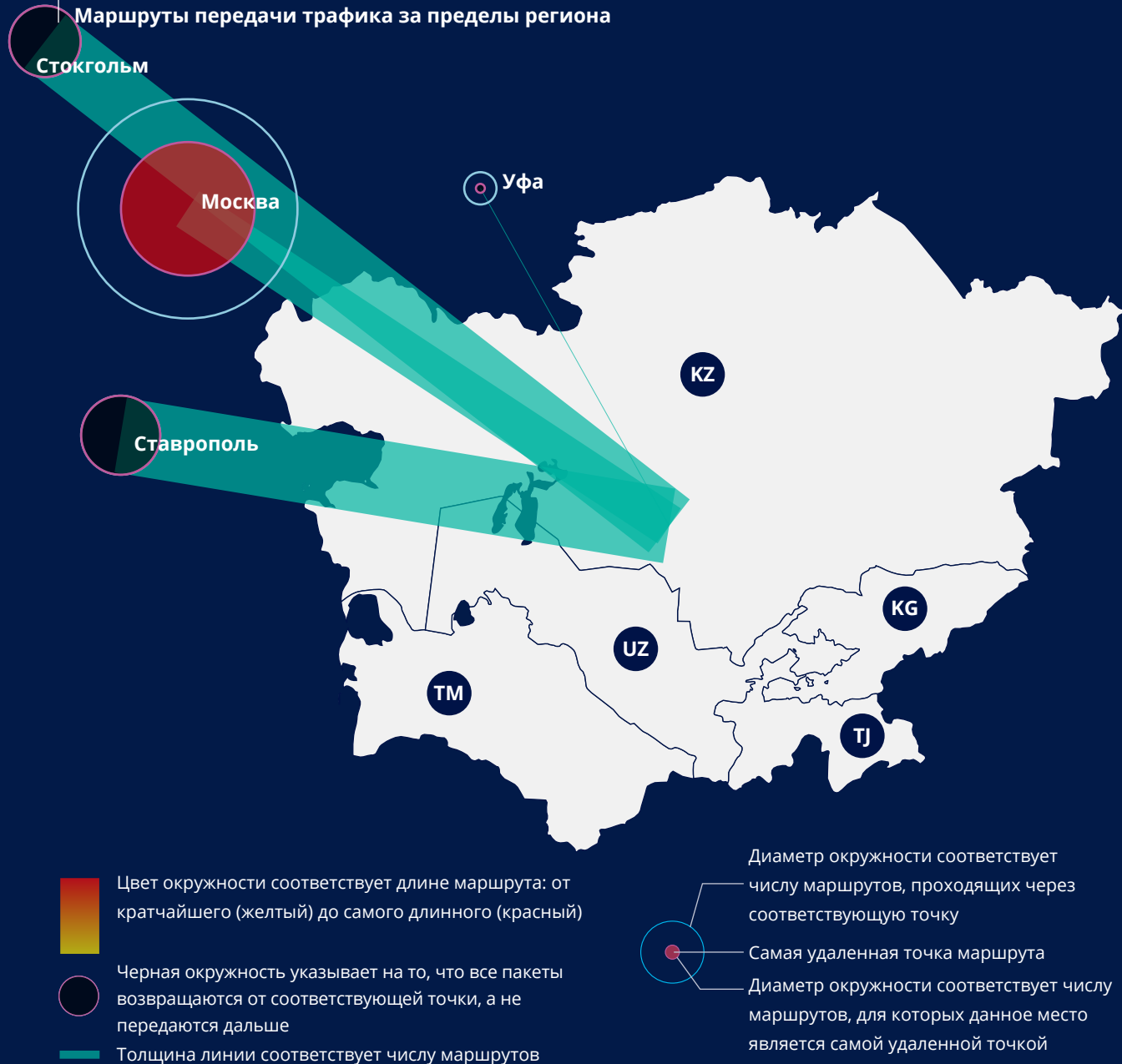
На рис. 16 представлены результаты таких измерений в Центральной Азии. Диаметр внешних окружностей соответствует числу маршрутов передачи трафика, проходящих через соответствующую точку. Четко видно, что основные центры обмена трафиком в регионе — Алматы, Ташкент, Душанбе, Нурсултан, Бишкек и Семей. Наилучшее время отклика наблюдается в Бишкеке, за которым следуют Алматы и Семей.

Возможно, что часть обмена трафиком в Ташкенте происходит из-за размещения там точки обмена Интернет-трафиком (IXP) TAS-IX. Точка обмена трафиком KAZ-IX в Алматы находится под контролем правительства Казахстана и работает не как стандартная точка обмена. Поэтому большой объем обмена трафиком в Алматы, скорее всего, приходится на местные соединения, и не связан с наличием точки KAZ-IX.

В целом точки обмена трафиком не играют существенной роли в Центральной Азии (пока). Лидирующие провайдеры опасаются, что точки обмена трафиком способны подорвать их доминирующее положение на рынке. Наряду с контролем строительства волоконно-оптических и международных линий, а также нехваткой адресного пространства, это является третьим искусственно созданным препятствием на пути развития Интернета в регионе.

В Казахстане официально могут работать только государственные точки обмена трафика, а операторы

Рисунок 17:
Маршруты передачи трафика за пределы региона



должны получать лицензию на междугородную передачу трафика, чтобы подключиться к точке обмена. В Кыргызстане провайдеры также должны получать лицензии на предоставление телекоммуникационных услуг и трансграничную связь.

KG-IX и FVIXP — две небольшие точки обмена трафиком, которые недавно появились в Кыргызстане. В Узбекистане недавно получено разрешение на организацию точки ITI-IX, за чьи технические аспекты отвечает точка MSK-IX в Москве. Проект Digital CASA, в котором Кыргызстан является одной из первых стран-участниц, старается расширить роль точек обмена трафиком в стране.

Негативное отношение к точкам обмена трафика не уникально для данного региона: аналогичная ситуация наблюдалась при появлении таких точек и в других частях мира. Однако со временем даже крупные операторы во многих других странах перешли на пиринг через точки обмена трафиком, когда они осознали экономические преимущества доступа на гораздо более широкий рынок и роль точек обмена в обеспечении более быстрых и стабильных соединений при меньших затратах конечных пользователей.

На рис. 17 представлены места обмена трафиком за пределами региона. В идеале маршруты должны представлять собой прямые линии от одного конечного пользователя до другого — это сокращает время приема-передачи. На практике, однако, это практически недостижимо. Хотя из рис. 16 видно, что значительная часть обмена трафиком происходит локально внутри региона, немалая часть обмена происходит в более удаленных местах. Маршруты через Москву и Ставрополь не удивляют с учетом местных исторических связей региона с Россией, а маршрут через Стокгольм, возможно, сохранился со времен активной работы компании Telia в регионе. Маршрутизация пакетов на большие расстояния до

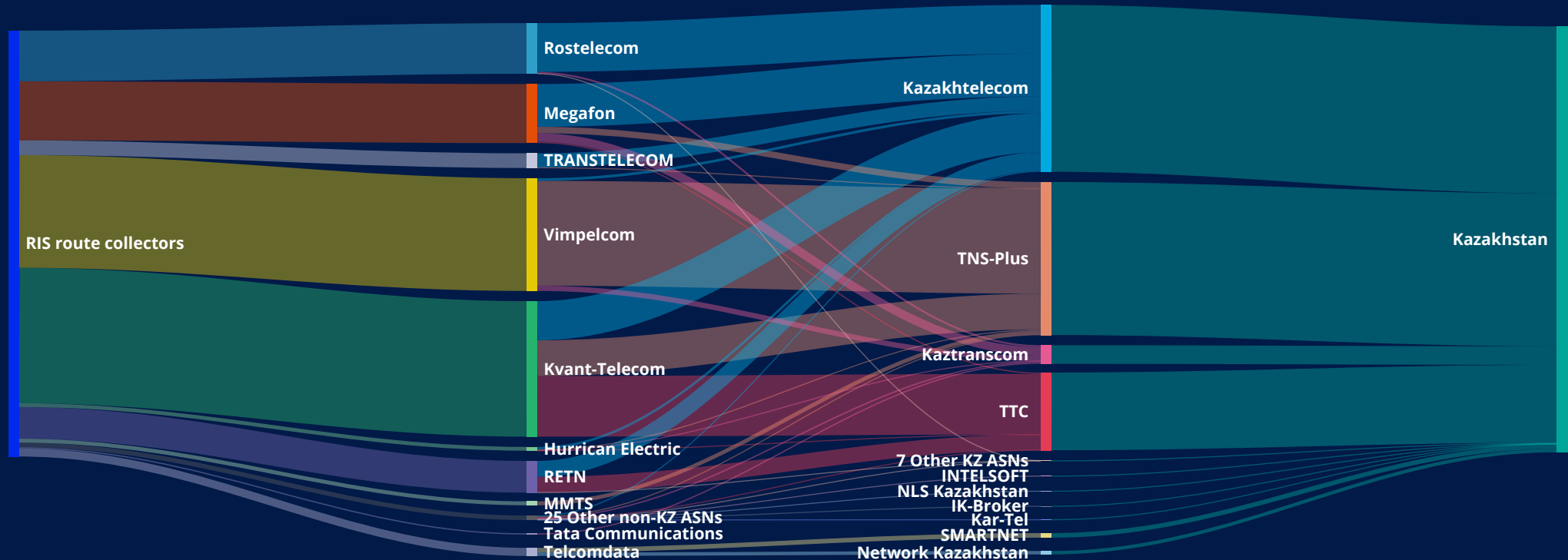


точки обмена трафиком с последующим возвратом к месту назначения, расположенному недалеко от места отправления, получила название петлевой. Чем дальше маршрут отходит от мест отправления и назначения, тем меньше его эффективность. Возникающие при этом задержки могут быть минимальными и даже не замечаться конечным пользователем, но в целом они приводят к росту затрат сетевого оператора.

Что еще более важно, лишнее проходимое пакетами расстояние повышает опасность сбоев и приводит к усилению зависимости от внешних поставщиков, многие из которых находятся в зарубежных юрисдикциях.

Задержки от передачи трафика через столь удаленные точки, как Москва или Стокгольм, явно не будут минимальными, хотя их заметность с точки зрения конечного пользователя зависит от его конкретной работы в Интернете. Кроме того, нам неизвестно, насколько часто подобные петлевые маршруты используются на практике. Наши данные показывают, что петлевые маршруты существуют только между пробами в разных странах, а не в пределах какой-либо из пяти стран региона. Однако полученные результаты основаны на небольшом количестве измерений, проведенных в конкретный момент времени. Поэтому мы имеем лишь ограниченную картину всей ситуации. Хотя измерения в другое время, скорее всего, дадут аналогичные результаты, увеличение числа размещенных в регионе проб RIPE Atlas позволит получить более достоверные показатели.

Рисунок 18:
Международные каналы передачи трафика в Казахстане



3. Центральная Азия: взгляд со стороны

Для расширения анализа мы рассмотрим не только региональный обмен трафиком, но и то, каким образом страны Центральной Азии подключены к остальному миру. Для этого мы снова применим данные, полученные сервисом информации о маршрутах (RIS) RIPE NCC. Рассмотрим собранные сервисом RIS маршруты в IP-сетях в каждой из стран, чтобы выявить последнюю зарубежную и первую местную сеть на маршруте. Таким образом, мы получим картину

того, как операторы обеспечивают международную передачу трафика в каждой из стран.

Из-за географической близости Казахстана и тесных связей региона с Россией, большинство международных каналов телекоммуникаций в Центральной Азии проходят через Казахстан и Россию. Однако за последние годы стали появляться и другие варианты передачи трафика. Например, «Транстелеком Казахстан» использует канал в Китай через г. Достык, расположенный непосредственно на границе.⁷ Поскольку Таджикистан не граничит с Казахстаном, его трафик также должен проходить еще и через одну

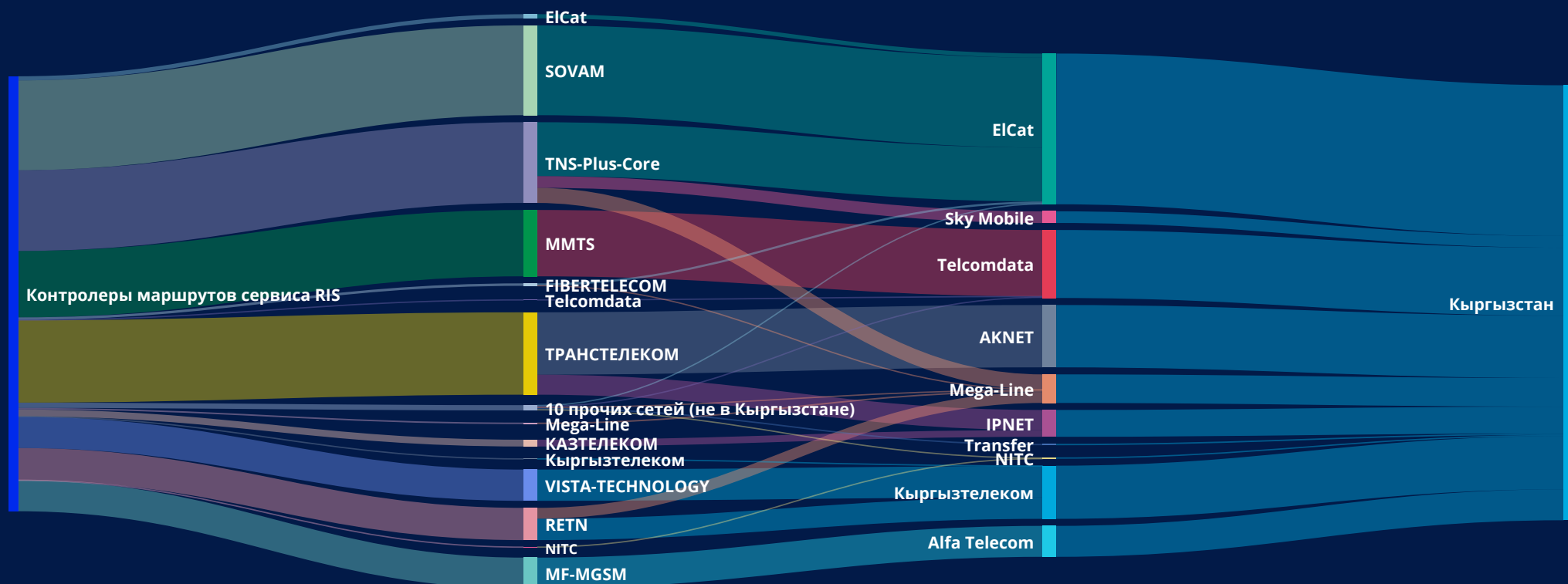
из соседних стран — Узбекистан или Кыргызстан. На уровне протоколов маршрутизации Интернета точная география маршрутов неясна, поскольку операторы могут использовать многосегментные маршруты.

На следующих рисунках представлены данные по маршрутизации, собранные Контролерами маршрутов сервиса RIS 1 июля 2020 г.

В Казахстане большинство входящих в страну

⁷ Capacity Media: «Транстелеком» открывает новые маршруты передачи трафика из Китая через Казахстан в Европу <https://www.capacitymedia.com/articles/3799554/Transtelecom-opens-new-routes-from-China-across-Kazakhstan-to-Europe>

Рисунок 19:
Международные каналы передачи трафика в Кыргызстане



маршрутов обслуживаются тремя провайдерами: «Казактелеком», TNS-Plus и «Транстелеком Казахстан» (ТТК). Они, в свою очередь, подключены к российским провайдерам «Ростелеком», «Мегафон», «Вымпелком» и «Квант-Телеком», а также к ряду других сетей с международными соединениями.

В Кыргызстане наблюдается определенное разнообразие операторов, предоставляющих услуги международной передачи трафика, но уровень резервирования в этом плане ниже, чем в Казахстане. У всех провайдеров в Кыргызстане маршруты в основном проходят через одного или двух операторов верхнего уровня, находящихся в России или Казахстане.

Рисунок 20:
Международные каналы передачи трафика в Туркменистане

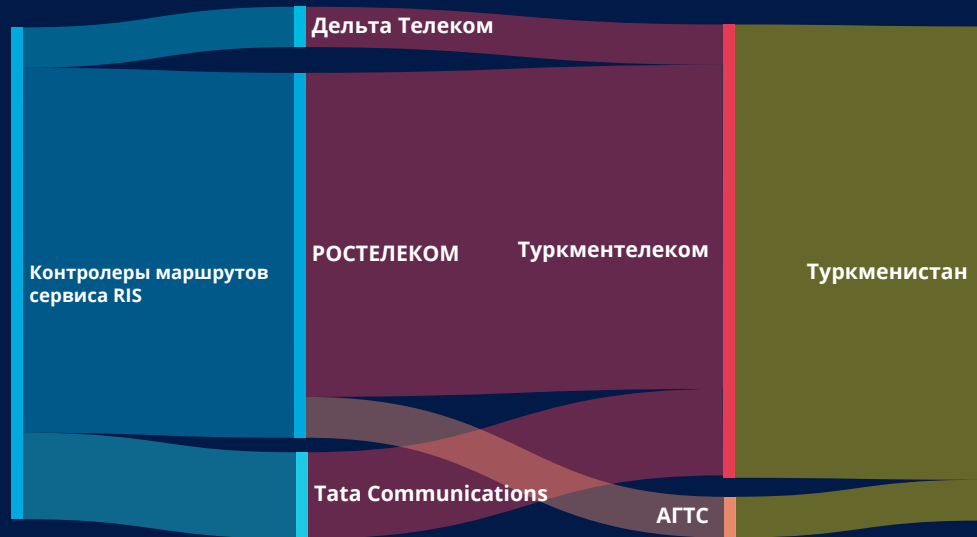
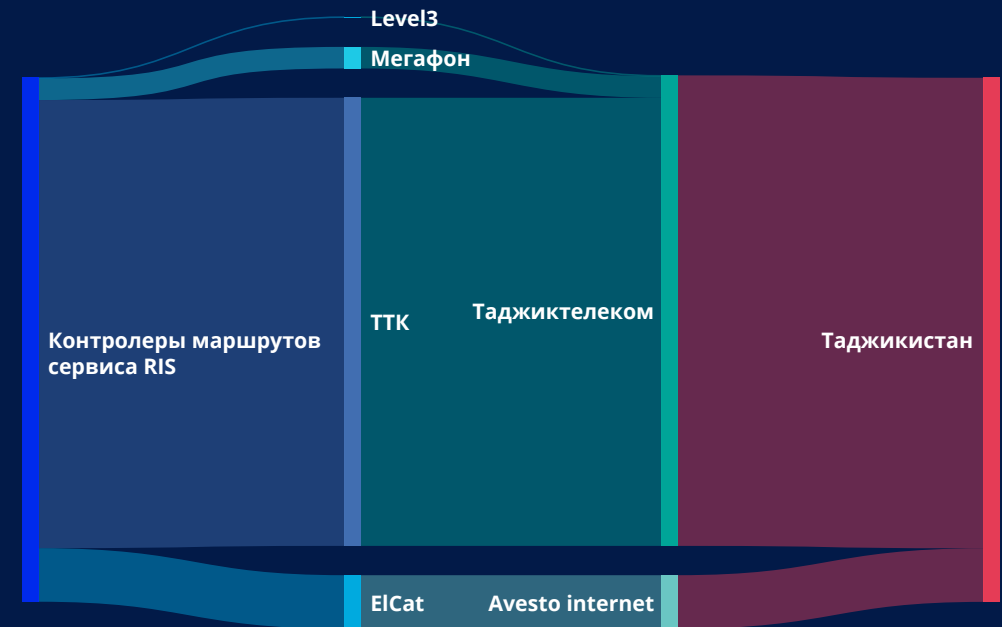


Рисунок 21:
Международные каналы передачи трафика в Таджикистане

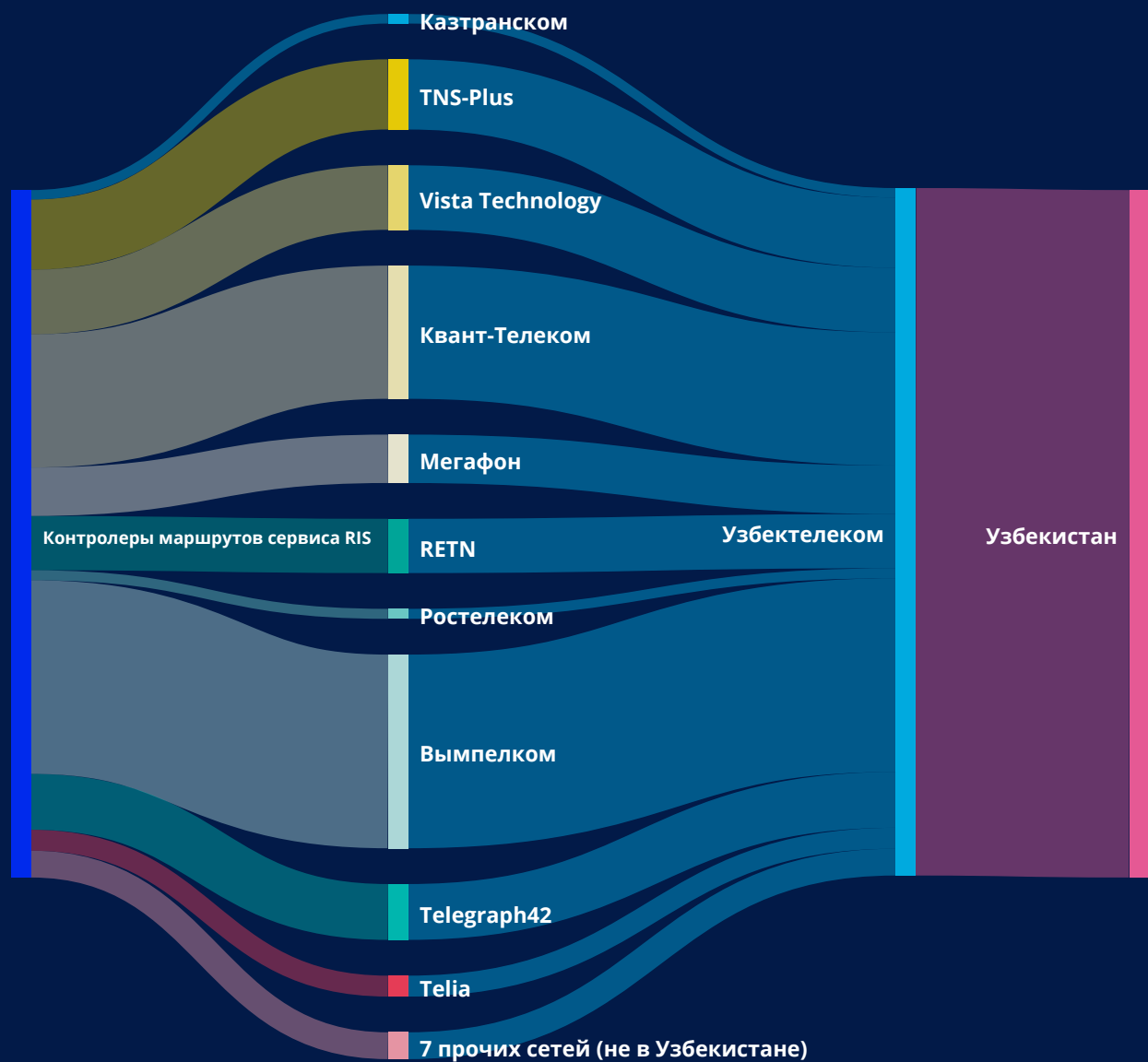


Сети в Туркменистане в основном получают международный трафик через компанию «Туркментелеком». У одной из сетей имеется дополнительный маршрут через городскую телефонную сеть Ашхабада (АГТС), которая, как и «Туркментелеком», получает транзитный трафик от российского «Ростелекома». У «Туркментелекома» есть каналы связи с транснациональной компанией Tata Communications, а также с азербайджанской компанией «Дельта Телеком».

Международная связность Таджикистана также крайне проста. Основным провайдером является «Таджиктелеком», который в основном работает через «Транстелеком Казахстан» (ТТК), а также имеет несколько маршрутов через компании «Мегафон» и Level3.

Кроме того, имеется небольшое количество маршрутов между сетями ElCat (Кыргызстан) и Avesto Internet (Таджикистан).

Рисунок 22:
Международные каналы передачи трафика в Узбекистане



В Узбекистане все префиксы в системе маршрутизации проходят через сеть «Узбектелекома». Все входные каналы в стране зависят от одного провайдера, что является чрезвычайно опасной ситуацией с технической точки зрения и с точки зрения безопасности. Напомним еще раз, что Интернет спроектирован как сеть сетей, что обеспечивает высокую надежность и эффективность. «Узбектелеком» работает с несколькими вышестоящими провайдерами, три из которых («Казтранском», TNS-Plus и Vista Technology) находятся в Казахстане.

Заключение

Интернет-ландшафт в Центральной Азии существенно более ограничен как географически, так и политически, чем в большинстве других стран региона, обслуживаемого RIPE NCC. Жесткое регулирование, преобладание контролируемых государством провайдеров и нехватка инфраструктуры приводят к низкой конкуренции, а централизованный подход к обеспечению безопасности и приверженность идеям национального суверенитета затрудняют резервирование каналов связи и снижают надежность. Для устранения рисков, присутствующих в текущей модели доступа в Интернет в регионе, необходимо большее разнообразие: больше интернет-провайдеров, чтобы снизить зависимость от небольшого количества крупных операторов, а также более открытый подход к построению волоконно-оптической инфраструктуры и международных каналов связи с глобальным Интернетом.

История показывает, что открытая конкуренция и нормальная ситуация с межсетевыми соединениями, когда трафик легко перемещается между провайдерами и активно используются точки обмена трафика, действительно повышают безопасность, предоставляя экономические преимущества стране и ее жителям. Свободные рынки и совместный доступ к инфраструктуре способствуют созданию контента, повышению качества электронных услуг и снижению стоимости подключения — а все эти пункты являются приоритетными для программ развития, реализуемых правительствами стран Центральной Азии.

Большая часть обмена трафиком в регионе происходит на местном уровне, как и доступ к системе доменных имен, что должно положительно сказаться на времени отклика. Однако другие факторы (в том числе ограничительная политика) приводят к тому,

что скорость доступа в Интернет именно в этом регионе бывает одной из самых низких в мире. В построении входящих и исходящих международных соединений в регионе крайне мало разнообразия, где доминирующую роль играют местные крупные провайдеры, а также имеется большая зависимость от России, обеспечивающей связь региона с остальной частью глобального Интернета.

Следует отметить, что все показатели в настоящем отчете основаны на анализе активных маршрутов. Мы не имеем возможности изучить «скрытый мир» резервных маршрутов, на которые происходит автоматическое переключение в случае каких-либо сбоев. Любое резервирование повышает надежность системы.

Как и во многих других регионах, нехватка IPv4-адресов оказывается серьезным препятствием на пути дальнейшего развития Интернета в Центральной Азии. Для предоставления населению доступа в Интернет и полной реализации неисчислимого множества преимуществ цифрового общества и экономики, включая такие инновации как сети 5G и Интернет вещей, правительствам следует активно продвигать переход на IPv6, оказывая поддержку операторам и не допуская избыточного регулирования.

Многие результаты настоящего исследования основаны на данных, которые RIPE NCC собрал с использованием платформы RIPE Atlas, однако возможности этой платформы в Центральной Азии существенно ограничены. Увеличение числа добровольцев в регионе, установивших пробы RIPE Atlas, качественно отразится на собираемых данных и их анализе.

О RIPE NCC

RIPE NCC выполняет роль Региональной Интернет-Регистратуры, которая обслуживает Европу, Ближний Восток и часть Центральной Азии. Мы распределяем Интернет-ресурсы нумерации операторам связи и другим организациям.

RIPE NCC — некоммерческая организация, поддерживающая открытое сообщество RIPE и развитие Интернета в целом. <https://www.ripe.net>

Источники данных

Информация, представленная в этом аналитическом отчете, получена из следующих основных источников:

RIPE Registry

Это реестр всех Интернет-ресурсов нумерации (IP-адресов и номеров автономных систем) и держателей этих ресурсов, зарегистрированных RIPE NCC. Публичная информация об этих записях содержится в базе данных RIPE, представленной на сайте <https://www.ripe.net/db>

RIPE Atlas

RIPE Atlas — это основной инструмент Интернет-измерений, применяемый RIPE NCC. Это глобальная сеть из тысяч проб, активно измеряющих параметры Интернет-трафика. Результаты работы данной системы общедоступны. Они представлены в виде карт Интернет-трафика и схем потоков данных. Предусмотрен API-интерфейс. Пользователи системы RIPE Atlas также могут проводить собственные измерения, чтобы получить полезную информацию о работе своей сети. <https://atlas.ripe.net>



Сервис информации о маршрутах (RIS)

Сервис информации о маршрутах (RIS) с 2001 г. собирает и хранит данные о маршрутах из различных точек по всему миру. <https://www.ripe.net/ris>

Данные, полученные при помощи системы RIPE Atlas и сервиса RIS, лежат в основе множества наших инструментов. Поэтому RIPE NCC заинтересован в установке большего количества проб в регионе, а также в привлечении сетевых операторов, готовых установить у себя контролеры маршрутов RIS. Дополнительная информация приведена на сайтах систем RIPE Atlas и RIS.

Прочие инструменты и сервисы RIPE NCC

- RIPEstat: <https://stat.ripe.net/>
- RIPE IPmap: <https://ipmap.ripe.net/>
- K-root: <https://www.ripe.net/analyse/dns/k-root>

Внешние источники данных

Выражаем благодарность следующим лицам и организациям, предоставившим базовую информацию для настоящего отчета, включая сведения о нормативном регулировании и точках обмена трафиком:

- **Айгерим Абакирова**, Ассоциация операторов связи Кыргызстана
- **Азизкин Солтобаев**, Кыргызское отделение ISOC
- **Байсак Сагынов**, KG-IX
- **Олег Емельянов**, KAZ.NOG
- **Павел Гусев**, KazNIC