



RIPE NCC
RIPE NETWORK COORDINATION CENTRE

RIPE NCC

Страновой отчет: Россия



Введение

Интернет — это глобальная сеть сетей, но при этом подход к работе с ней в каждой стране остается различным. Место России в этой картине определяется ее уникальной историей развития, продолжающейся и сейчас, и которая, по-видимому, останется таковой и в будущем.

В этом отчете дан обзор текущей ситуации с развитием интернета в России. В частности, приведены анализы трендов и ситуации с маршрутизацией интернет-трафика в стране, а также оценка доступности системы DNS, полученные при помощи измерительных инструментов и инфраструктуры RIPE NCC.

Презентация этого отчета приурочена к проведению дня RIPE NCC в Москве. Он призван способствовать плодотворной дискуссии и обмену опытом и экспертизой по темам, связанным с развитием Интернета. Это уже второй страновой отчет, который RIPE NCC подготовил в рамках новой инициативы по поддержке развития сети в нашем регионе обслуживания, предоставляя наши данные и аналитику как широкому техническому сообществу, так и людям, принимающим решения.

Рост использования Интернета в России

После десятилетия взрывного роста последние пять лет характеризовались более медленным, но стабильным приростом количества интернет-пользователей. Проникновение Интернета увеличилось с 70% до 75%, что означает, что в России в настоящий момент около 71.5 миллионов пользователей Интернета.

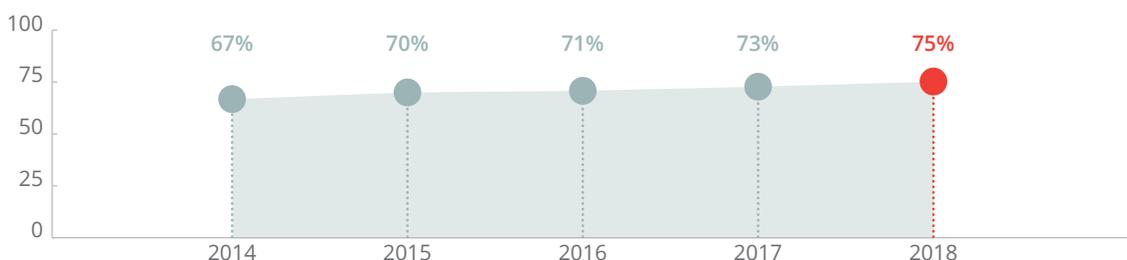


График 1: рост интернета с 2014 по 2019 год. Источник: опрос GfK Россия.

Хотя рост сети и замедлялся по мере того, как наступало насыщение в отдельных секторах рынка, проникновение Интернета в ближайшие годы вероятнее всего будет продолжать расти. Это значит, что сохранится потребность и в Интернет-ресурсах нумерации, и в дальнейшем развитии инфраструктуры сети, чтобы обслуживать новых пользователей и все те устройства, которые еще только будут подключены к сети.

В процессе подключения миллионов этих новых устройств многим из них потребуется IP-адрес — уникальный идентификатор, который позволяет одним устройствам связываться с другими через Интернет. В мире существует всего пять Региональных Интернет-



Регистратур (РИР), которые ответственны за выделение и администрирование IP-адресов Интернет-провайдерам и другим сетевым операторам. RIPE NCC выполняет эту роль для Европы, Ближнего Востока и части Центральной Азии.



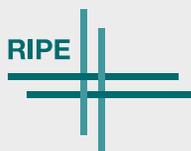
График 2: пять Региональных Интернет-Регистратур и их регионы обслуживания.

Исчерпание IPv4 адресов

История вопроса

Большая часть современной глобальной сети построена с использованием адресов IPv4, стандарта, разработанного на заре Интернета, предусматривающего существование около четырех миллиардов уникальных адресов — в то время никто не мог ожидать, что может понадобится больше. Однако рост Интернета превзошел все самые смелые ожидания, и доступные IPv4-адреса заканчиваются. С целью решить эту проблему в 1990-х годах было разработано следующее поколение IP-адресов, названное IPv6. Однако до недавнего времени, пока IPv4-адреса были еще доступны, внедрение нового стандарта шло медленно.

Исчерпание IPv4 адресов сейчас находится на финальной стадии. Одна из пяти Региональных Интернет-Регистратур (ARIN) больше совсем не выдает IPv4, а еще в трех (RIPE NCC, LACNIC, APNIC) их осталось совсем немного. В частности, у RIPE NCC «новые» адреса закончились уже около года назад, и сейчас выделяются блоки, которые раньше уже кем-то использовались, но были возвращены назад.



Сообщество RIPE – это открытый форум, в котором могут принять участие все заинтересованные стороны. Оно разрабатывает политики в области управления адресным пространством Интернета, которые затем исполняются RIPE NCC в своем регионе обслуживания.

Исчерпание IPv4-адресов является серьёзным вызовом для дальнейшего роста Интернета во всем мире. Предвидя это, сообщество RIPE в 2010 году разработало политику резервирования и распределения последних блоков адресов для новых участников. Это делалось для того чтобы новые компании, которым необходимы ресурсы нумерации, смогли бы получить небольшое количество адресов и подключить свои IPv6-сети к IPv4-Интернету. Принимая во внимание действующие политики выделения адресов и текущий спрос можно предположить, что RIPE NCC хватит IPv4 адресов еще примерно на 12 месяцев.



Последствия исчерпания IPv4 адресов

Подход с сохранением выдачи IPv4 адресов новым участникам привел к некоторым неожиданным последствиям для сетевого сообщества. Чтобы получить доступ к большому количеству IPv4 адресов, заметное число компаний открыли дополнительные аккаунты (каждый из которых называется Локальной Интернет-Регистратурой, LIR) в RIPE NCC, используя, порой, нечестные и нелегальные методы работы. Наихудшие из данных практик были пресечены при помощи совокупности мер, включающих новые политики RIPE, изменения в процедурах работы RIPE NCC, и внедрение дополнительных методов оценки и верификации подтверждающих документов при рассмотрении новых заявок. Однако сама эта ситуация прекрасно иллюстрирует, насколько серьезно сетевые операторы относятся к исчерпанию адресного пространства IPv4 и как они ценят эти адреса.

В то же время многие операторы поняли, что они могут эффективнее использовать свой номерной ресурс при помощи технологии, позволяющей множеству устройств подключаться к Интернету, используя только один IPv4-адрес. Помимо этого, возник и быстро растёт рынок трансферов IPv4 адресов, предусматривающих финансовый взаиморасчет между организациями или отдельными лицами за возможность использования IPv4 адресов — за последние годы он достиг значительных объемов. Но всё же большинство специалистов сходятся во мнении, что эти решения эффективны только в кратко- и среднесрочной перспективе. Однозначно можно говорить, что несколько миллиардов потенциальных, но еще не подключенных пользователей, увеличение количества устройств на человека и стремительный рост Интернета вещей делают внедрение протокола IPv6 необходимым условием для развития Интернета.

Российское адресное интернет-пространство

Организации, получающие Интернет-ресурсы нумерации

В 1995 году РосНИИРОС, Радио-МГУ и RoSprint стали первыми российскими организациями, которые получили блоки интернет-адресов от RIPE NCC. С тех времен мы наблюдали необычайный рост количества Локальных Интернет-Регистратур (LIR) в России — динамика роста за последние 5 лет видна на графике 3. Для сравнения, на графике

Локальная Интернет-Регистратура (LIR)

Все компании или организации, которые получают блок адресов от RIPE NCC, становятся Локальными Интернет-Регистратурами (LIR). Большинство из них — это Интернет-провайдеры или организации, которые управляют своей собственной сетью, такие как государственные органы, университеты, банки или крупные корпорации.

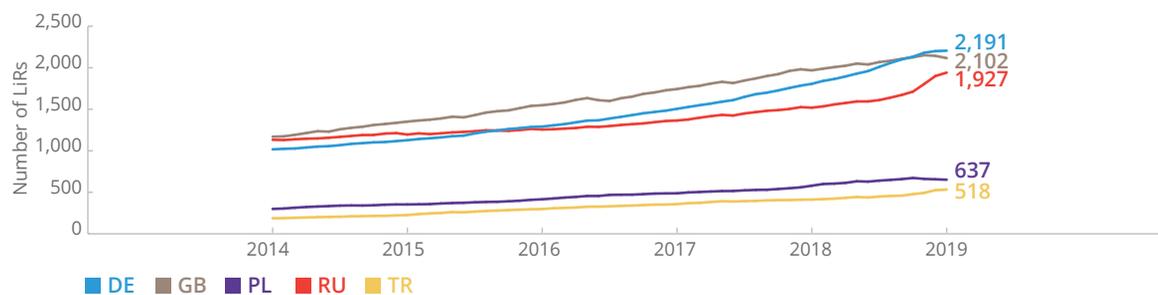


График 3: рост количества зарегистрированных LIR в России и некоторых других странах с 2014 по 2019 годы.



приведены аналогичные показатели для трех стран с самым большим числом LIR (Россия, Великобритания и Германия), а также еще две страны (Польша и Турция) со схожими показателями ВВП на душу населения и/или размером Интернет-рынка.

Основные показатели:

- На январь 2019 года в России действует 1,927 LIR, это третий показатель среди всех стран региона RIPE NCC.
- За последние пять лет количество LIR в России увеличилось на 72% (с 1,118 единиц).
- Хотя в течение всего этого периода рост количества LIR был достаточно стабилен (около 8% в год), в 2018 году произошел скачок их численности на 28%.

Учитывая предстоящее исчерпание номерной емкости IPv4, весьма вероятно, что недавний рост количества LIR'ов отчасти носит спекулятивный характер и возник благодаря тому, что некоторые члены RIPE NCC открывали дополнительные LIR аккаунты, чтобы получить доступ к большему количеству IPv4 адресов. В связи с этим мы ожидаем уменьшения числа LIR'ов в ближайшие годы, так как поддержка множественных аккаунтов станет не нужна, и действующие члены RIPE NCC постараются консолидировать имеющиеся номерные ресурсы в одном LIR.

Стоит отметить, что ожидаемое снижение числа LIR будет наблюдаться во всем регионе RIPE NCC, и не может расцениваться как свидетельство замедления роста Интернета. Собственно, большое количество как новых, так и давно зарегистрированных членов свидетельствуют о очень активной Интернет-экосистеме в России.

Ресурсы IPv4

В регионе, обслуживаемом RIPE NCC, Россия является шестой страной по количеству располагаемых IPv4 адресов (45.5 миллионов). Страны, у которых адресов больше — такие как Германия или Великобритания — начали развивать Интернет на своей территории сильно раньше, и поэтому получили большие блоки адресов еще до образования RIPE NCC и до того, как сложилась современная система распределения (такие ресурсы называют «историческими»).

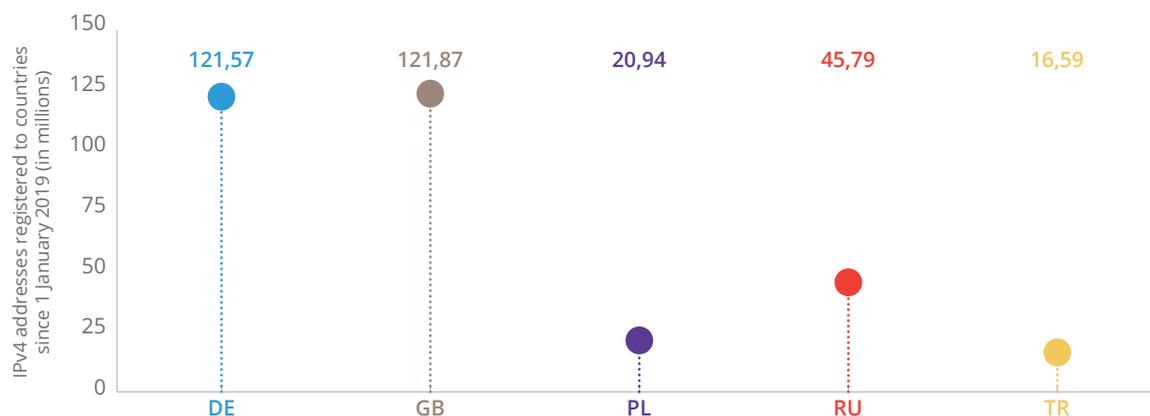


График 4: количество IPv4 адресов, зарегистрированных в России и некоторых других странах на начало 2019 года.

Несмотря на значительный рост числа LIR в РФ за последние пять лет, количество IPv4 адресов в стране оставалось практически неизменным. Это связано в основном с тем,



что российские компании весьма активно передавали свои ресурсы на рынке трансфера адресов, и этому и посвящен следующий раздел.

Трансфер IPv4 адресов

Из-за исчерпания адресного пространства IPv4, в регионах обслуживания ARIN, APNIC и RIPE NCC за последние несколько лет возникли рынки трансфера адресов. Сейчас политики, разработанные этими сообществами, позволяют передавать адреса между сетевыми операторами всех трех регионов. Это особенно актуально для Северной Америки: там содержится наибольшее количество неиспользованных IPv4-адресов, доступных для передачи. Это связано с тем, что большие блоки IPv4 были переданы американским организациям ещё на заре интернета. Также может играть роль в этом и широкое использование местной интернет-индустрией IPv6 адресов.

Трансфер адресов не всегда подразумевает финансовые транзакции. Поэтому сообщество RIPE попросило RIPE NCC информировать обо всех случаях трансфера адресов, происходили ли они в результате слияния или поглощения компаний, передачи активов между аффилированными или дочерними компаниями, или стали результатом сделок на рынке трансфера.

Для того чтобы точнее оценить размер российского рынка трансфера адресов с учетом всего сказанного выше, мы проанализировали самые большие сделки и исключили те из них, которые проводились между связанными компаниями. С этой поправкой мы видим, что за последние шесть лет между независимыми, с точки зрения RIPE NCC, компаниями было передано 5.5 миллионов адресов, причем 3.3 миллиона из них остались в России.



График 5: Количество IPv4 адресов, переданных из соответствующих стран в Россию (слева) и переданных из России в другие страны (справа). Жирная линия в центре указывает на внутренний трансфер 3.3 миллиона IPv4 адресов между российскими LIR'ами



Если смотреть на общемировую ситуацию, Россия является третьим в мире источником трансфера IPv4 адресов (после Румынии и Соединенных Штатов), и второй страной по объемам полученных путем трансфера адресов (после Ирана, и немного опережая Саудовскую Аравию и Германию). Примечателен тот факт, что 66% всех ресурсов передается между российскими LIR, а значит они не покидают страну. Это является показателем низкой зависимости России от импорта адресов, даже несмотря на то, что она является активным участником рынка трансфера адресных ресурсов.

Наряду с Россией, в таких странах как Германия также происходит большое количество внутренних трансферов. В случае с Германией интересно отметить, что ее высокая активность на рынке трансфера IPv4 никак не противоречит высокому проникновению IPv6 в стране. Причина в том, что хотя усилия Интернет-провайдеров и обеспечили примерно 40% проникновения IPv6, спрос на IPv4 адреса все еще высок среди хостинг-провайдеров, которые расширяют свой бизнес. С учетом этого крайне интересно узнать, что показатели внедрения IPv6 могут сказать о состоянии дел в России.

IPv6: Необходимость для будущего роста

Несмотря на то, что протокол IPv6 был опубликован в 1998 году, лишь только в 2013 компания Google отметила, что число обращений к ее сервисам по IPv6 превысило 1%. Сейчас этот показатель достиг 26%.

Нежелание операторов работать с IPv6 в то время было вполне объяснимым: переход на новый протокол не давал никаких существенных преимуществ до тех пор, пока количество сетей, готовых к работе по IPv6 не достигло критической массы. Заметное время понадобилось и на то, чтобы производители начали выпускать IPv6-совместимое сетевое оборудование, многие сервисы также не были доступны по новому протоколу. Большинство инженеров также не были знакомы с IPv6, им необходимо было пройти подготовку для работы с ним. И, разумеется, в течение долгого времени после появления IPv6 множество IPv4 адресов оставались доступными.

Ситуация начала меняться, когда Региональные Интернет-Регистратуры начали выдавать адреса из своих последних блоков IPv4. В ситуации дефицита IPv4 операторы начали обслуживать по несколько конечных пользователей на одном адресе. Однако становится все более очевидно, что в долгосрочной перспективе использование IPv6 экономически более оправдано.

В настоящее время практически все имеющееся на рынке сетевое оборудование поддерживает работу с IPv6, и большинство сервисов также доступно по новому протоколу. Интернет-провайдеры по всему миру после внедрения протокола IPv6 отмечают, что до 75% их трафика начинает идти по нему, благодаря обращению пользователей к таким сервисам как Facebook, Google и YouTube, каждый из которых доступен по IPv6.

Проникновение IPv6 в России

IPv6 постепенно наращивает позиции в России, хотя текущий уровень проникновения нового протокола существенно ниже среднего по миру уровня в 26%.

Приблизительно 74% российских LIR получили IPv6 адреса от RIPE NCC. Однако многие из них получили их автоматически вместе с последним блоком IPv4, и не используют новый протокол.



Поддержку протокола IPv6 могут обеспечить и вышестоящие сервис-провайдеры или сети доставки контента (самой большой из которых является CloudFlare), предоставляющие возможность доступа по IPv6 для всех своих организаций-клиентов по умолчанию. Поэтому при оценке уровня проникновения IPv6 с помощью самых популярных в России счетчиков мы рассматривали эти случаи по отдельности.

Счетчик	Hotlog	LiveInternet	Mail.ru	Rambler	SimilarWeb (top50)
IPv6	10.8%	8.3%	7.7%	10%	26%
IPv6 без Cloudflare	8%	3.3%	3%	3.3%	26%

Существенно больший процент в результатах SimilarWeb объясняется тем, что он предоставляет данные о небольшом количестве сайтов, включающем доступные по IPv6 Google, YouTube, Facebook, Wikipedia и другие. Остальные счетчики не включают эти сайты в свои обзоры. Это в целом означает, что российские пользователи могут получать доступ по IPv6 к большему количеству ресурсов, чем это может показаться на первый взгляд.

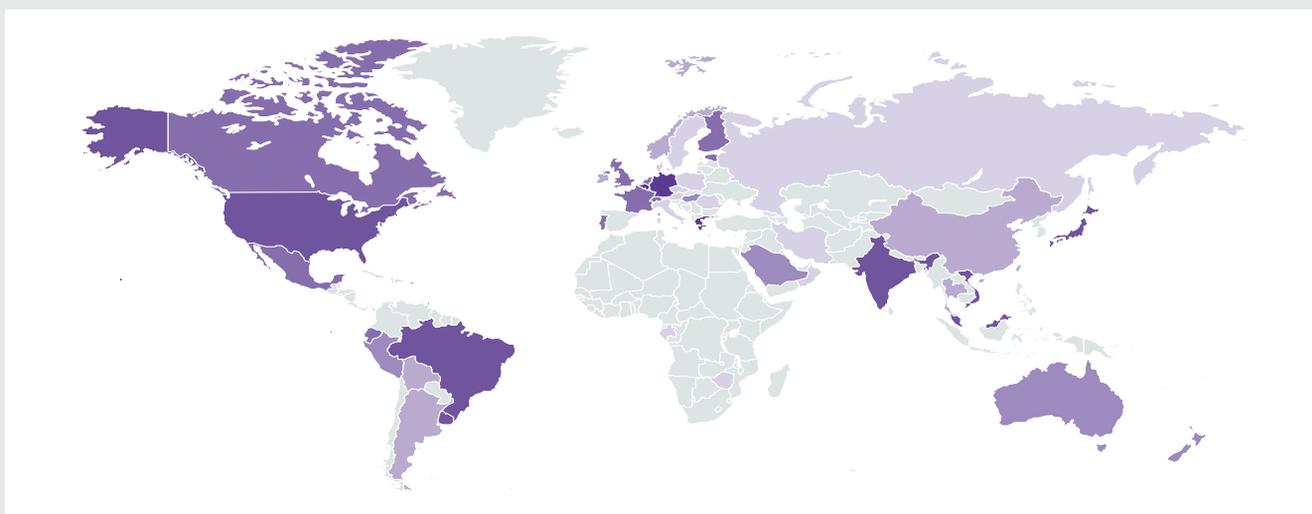


График 6: сравнение доступности по IPv6 в мире по данным Google .

Как это ни удивительно, однако самые популярные сайты (по объему трафика) не являются лидерами по внедрению IPv6. Вероятно, это происходит из-за того, что крупные ресурсы используют собственные сети доставки контента, а более мелкие полагаются на CloudFlare, который и обеспечивает доступность ресурса по IPv6. Из 300 самых популярных в России сайтов 10 самостоятельно обеспечивают доступность по IPv6, 15 доступны по IPv6 благодаря CloudFlare, а остальные — не доступны по IPv6 вовсе. Мы ожидаем дальнейший рост использования IPv6 после того, как другие российские сервисы защиты от DDoS (такие как DDoS-Guard, Kaspersky, Qrator, Stormwall) также будут работать по IPv6, как это делает CloudFlare.

Главные факторы, способствующие внедрению IPv6:

- Желание работать не только с российскими, но и западными пользователями и контентом.
- Использование сервисов CloudFlare (который предоставляет поддержку IPv6 по умолчанию) для защиты от DDoS-атак.
- Желание коммерческих компаний (в особенности таких интернет-гигантов, как Яндекс, Mail.ru или Google) более четко таргетировать сервисы для своих клиентов, что гораздо сложнее сделать, когда несколько пользователей подключаются с одного IPv4 адреса).



IPv6 в мобильных сетях

Внедрение IPv6 в мобильных сетях стало значительным драйвером для повышения уровня проникновения нового протокола в разных частях света.

Внедрение IPv6 в мобильных сетях в России получило толчок сравнительно недавно. МТС, один из крупнейших национальных операторов в России, в 2017 начал тестирование внедрения IPv6, а в 2018 году регион за регионом запустил использование IPv6 в коммерческую эксплуатацию. Вначале оператор позволил включить эту опцию на Android-устройствах отдельным энтузиастам. В середине 2018 года компания Apple поддержала эту инициативу, и опция стала доступна пользователям устройств и этого производителя. После этого МТС включили IPv6 для всех устройств Apple по умолчанию. Затем начались переговоры между МТС и другими вендорами о поддержке IPv6 на их устройствах «из коробки».

При том, что доля мобильных абонентов, получающих доступ к различным ресурсам по IPv6, остается в России сравнительно небольшой, мы ожидаем рост числа таких абонентов по мере того, как другие национальные операторы заключат собственные соглашения с производителями устройств и сделают IPv6 доступным для своих пользователей.

Сети в России

Еще один способ оценить интернет-ландшафт — это посмотреть на Автономные Системы. Автономная Система (AS) — это сеть или группа сетей, управляемая одним или несколькими операторами с единой, четко определенной политикой маршрутизации. Номера Автономных Систем (ASN) используются для того, чтобы отличать сети точно так же, как IP-адреса используются чтобы отличать отдельные устройства. LIR'ы, в качестве кото-

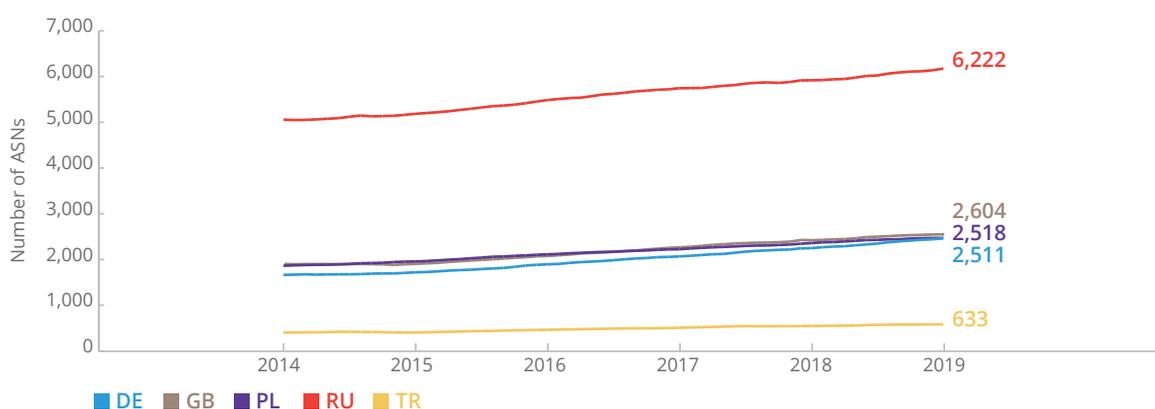


График 7: рост числа Автономных Систем за последние 5 лет.

рых обычно выступают Интернет-провайдеры, чаще всего используют одну автономную систему. Однако их может быть больше в зависимости от их технических и бизнес-требований. В настоящее время всего в Интернете насчитывается около 63000 Автономных Систем, что и делает Интернет «сетью сетей».



В России зарегистрировано 6228 Номеров Автономных Систем, что существенно больше, чем в других странах в регионе RIPE NCC. Вероятно, это, отчасти, обусловлено большой площадью страны.

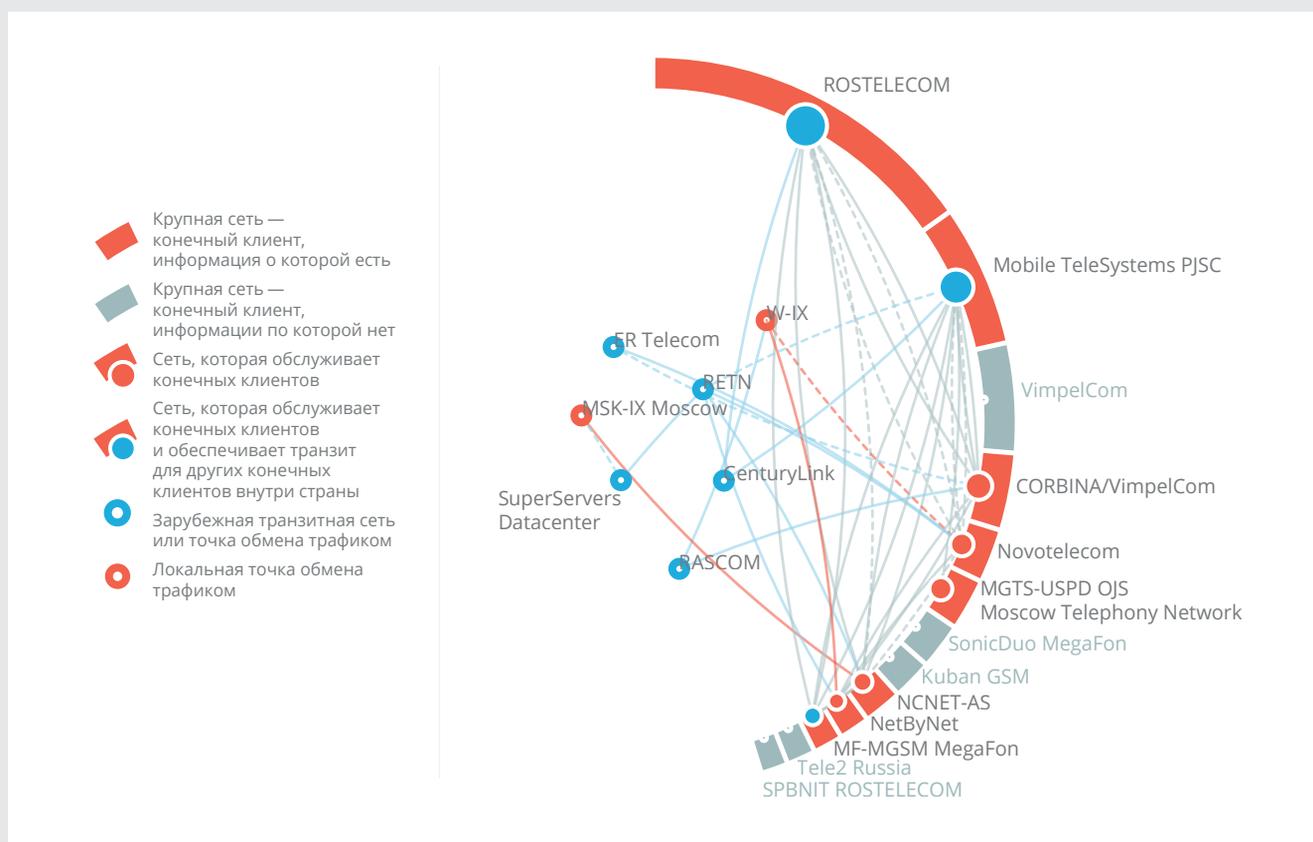


График 8: российские автономные системы и связи между ними на январь 2019. Отсутствующие на графике ASN обслуживают менее чем 1% пользователей Интернета в России.

Другой вероятной причиной может быть тот факт, что многие организации в России и Восточной Европе исторически не регистрировались в RIPE NCC в качестве LIR, но при этом хотели иметь собственные ресурсы нумерации. Для этого им необходимо было получать их у существующих LIR'ов. Так же они получали и Номера Автономных Систем, это позволяло им устанавливать собственную политику маршрутизации и быть более независимыми.

Российский интернет-рынок также всегда был очень крупным, открытым и разнообразным, с большим количеством Интернет-провайдеров. И даже после того, как мелкие компании поглощались крупными, их Автономные Системы продолжали использоваться.

Именно это сетевое разнообразие определило очень высокую внутреннюю связность между российскими сетями. Чем больше существует путей прохождения трафика, тем меньше возникает возможностей для нарушения связности.



Как маршрутизируется трафик

Интернет – это динамичная экосистема, где независимые, автономно управляемые игроки соединяются друг с другом во множестве мест и обмениваются трафиком. У RIPE NCC нет возможности оценить объемы трафика, проходящего через каждое конкретное соединение или определить, сколько именно соединений существует между различными российскими сетями. Однако инструменты RIPE NCC позволяют нам составить представление о том, как выглядит маршрутизация в российском адресном пространстве.

Международный трафик: как он приходит в Россию

В странах, где международная интернет-связность жестко регулируется, мы обычно наблюдаем сравнительно небольшое количество входных точек, которые обслуживаются несколькими крупными провайдерами. Они уже, в свою очередь, отдают трафик более мелким провайдерам или конечным пользователям. Если регулирование более либеральное, то небольшие провайдеры также могут обеспечить международную связность через международных операторов, иностранные точки обмена трафиком (IXP) или через иностранных операторов через локальные IXP. В этом случае мы можем наблюдать гораздо больше вариантов того, как трафик попадает в страну.

На рисунке 9 можно посмотреть на то, как российское пространство IPv4 адресов выглядит из точек обмена трафиком во Франкфурте, Германия, и Сан-Пауло, Бразилия. Через них видны российские сети, которые являются точками входа, и какие префиксы IPv4 адресов проходят чрез них. Это видно для всех приблизительно 32 000 российских префиксов IPv4

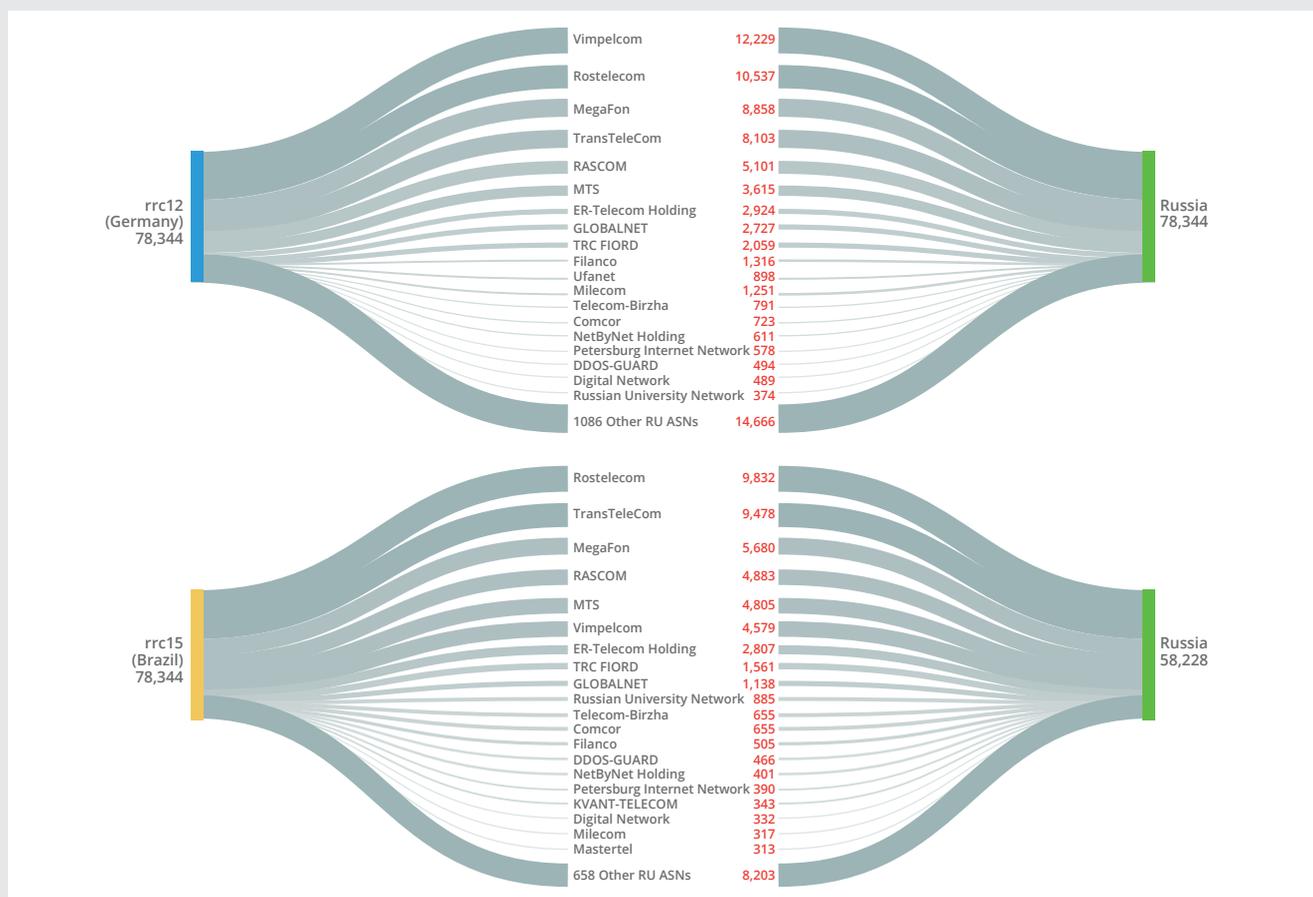


График 9: первые (входные) российские Номера Автономных Систем, видимые из Германии (сверху) и Бразилии (снизу). Цифрами обозначено количество префиксов, проходящих через каждую из сетей.



(каждый из которых содержит множество уникальных IP-адресов), доступных в сети. Из графика видно большое разнообразие. Основной поток трафика, идущего в Россию, проходит всего через пять-десять сетей, однако всего международное соединение предоставляют больше тысячи провайдеров. Для IPv6 трафика картина будет еще более разнообразной.

Важно отметить, что RIPE NCC не может видеть все возможные пути прохождения трафика. Наши данные основаны на наблюдениях из приблизительно 170 точек, в которых мы собираем данные. Мы также не можем определить, действительно ли эти каналы используются для передачи трафика, но можем установить, что такая передача возможна.

Мы можем сказать с уверенностью, что не существует единого игрока, который монополично контролировал бы международную IP-связанность России с глобальным Интернетом, и даже из такой удаленной точки, как Сан-Пауло, существует множество путей прохождения трафика в страну. Большое разнообразие путей и соединений очень важно для нормального функционирования сети, потому что если вдруг один маршрут становится недоступен, то трафик просто перенаправляется по другому. Большое количество внешних соединений в России, наряду с большим количеством независимых сетей обеспечивают стабильное и надежное функционирование Интернета.

Трафик в России: покидает ли локальный трафик границы страны?

Учитывая, что в России существует большое количество доступных маршрутов, можно ожидать, что трафик, источник и точка назначения которого находится в России, не будет покидать ее границ. В общем это так и есть, но не всегда. Одно из исключений — если трафик маршрутизируется через провайдера, присутствующего в России, имеющего и альтернативные маршруты через другие страны – в этом случае трафик иногда может пойти по другому пути. Мы также иногда наблюдаем, как трафик, пришедший на российскую сеть, делает затем петлю через одну или несколько иностранных сетей прежде чем вернуться в пункт назначения внутри страны.

Мы можем посмотреть на доступные маршруты с двух сторон: маршруты, которые доступны между двумя сетями (например, Интернет-провайдерами) в соответствии с данными, указанными операторами в их таблицах маршрутизации; и маршруты, по которым мы видим прохождение трафика между двумя точками. RIPE NCC применяет обе эти методики, для каждой из которой используется свой набор инструментов.

Доступные сетевые маршруты

В марте 2019 года аналитические инструменты RIPE NCC обнаружили около 350 000 различных маршрутов, доступных для приблизительно 32000 IP-префиксов, анонсируемых российскими сетями. Шесть процентов из них содержат петли, это значит, что трафик проходит одну или несколько иностранных сетей пока идет между двумя российскими сетями.

Иностранная сеть может оказаться в составе маршрута по трем причинам:

1. Иностранная сеть размещает часть своего оборудования в российском дата-центре.
2. Российский IP-префикс используется за рубежом, на иностранной инфраструктуре.
3. Российская и иностранная сеть обмениваются между собой трафиком за рубежом, и таким образом информация, отправленная по этому пути действительно покидает страну.

При более тщательном анализе данных становится видно, что в 85% случаев, когда трафик уходит за границу, задействована одна и та же иностранная сеть. В большинстве наблюдаемых ситуаций это была сеть RETN, международный интернет-оператор, широко представленный в России и Восточной Европе. Таким образом, трафик скорее всего по факту не покидает Россию. Аналогичные рассуждения справедливы и в других случаях, когда



на маршруте видна только одна иностранная сеть — трафик также зачастую фактически не покидает границы страны. В оставшихся 15% случаев маршрут проходит через более чем одну иностранную сеть. Для них велика вероятность выхода российского трафика за границу, однако такие маршруты затрагивают только 2300 российских префиксов.

Мы видим некоторые случаи, в которых трафик, идущий по таким маршрутам, действительно покидает страну. Одна из российских сетей, подключенная к Московской точке обмена трафиком MSK-IX, имеет маршруты к Ростелекому через RETN и British Vodafone Group для 1600 префиксов из 32000. Степень влияния такой петли на российских конечных пользователей зависит от природы интернет-сервиса и рыночной доли такого оператора с неоптимальными маршрутами.

Исследование маршрутов между различными сетями крайне интересно, однако следует помнить, что существование маршрута вовсе не обязательно говорит о том, что трафик проходит через него. Например, возможны ситуации, при которых большая часть трафика идет по сравнительно малому количеству маршрутов, и соответственно остается внутри страны, хотя внешние маршруты остаются также доступными.

Маршрут между двумя точками

Для того чтобы оценить, действительно ли трафик покидает Россию на пути из одной точки внутри страны в другую, мы провели исследование, в процессе которого записывали IP-адреса маршрутизаторов, через которые трафик проходит по пути (включая все промежуточные точки).

Мы видим, что на маршрутах IPv4-трафика встречается около 3% нероссийских адресов. Топ-3 страны, через которые проходит российский трафик прежде чем прийти в пункт

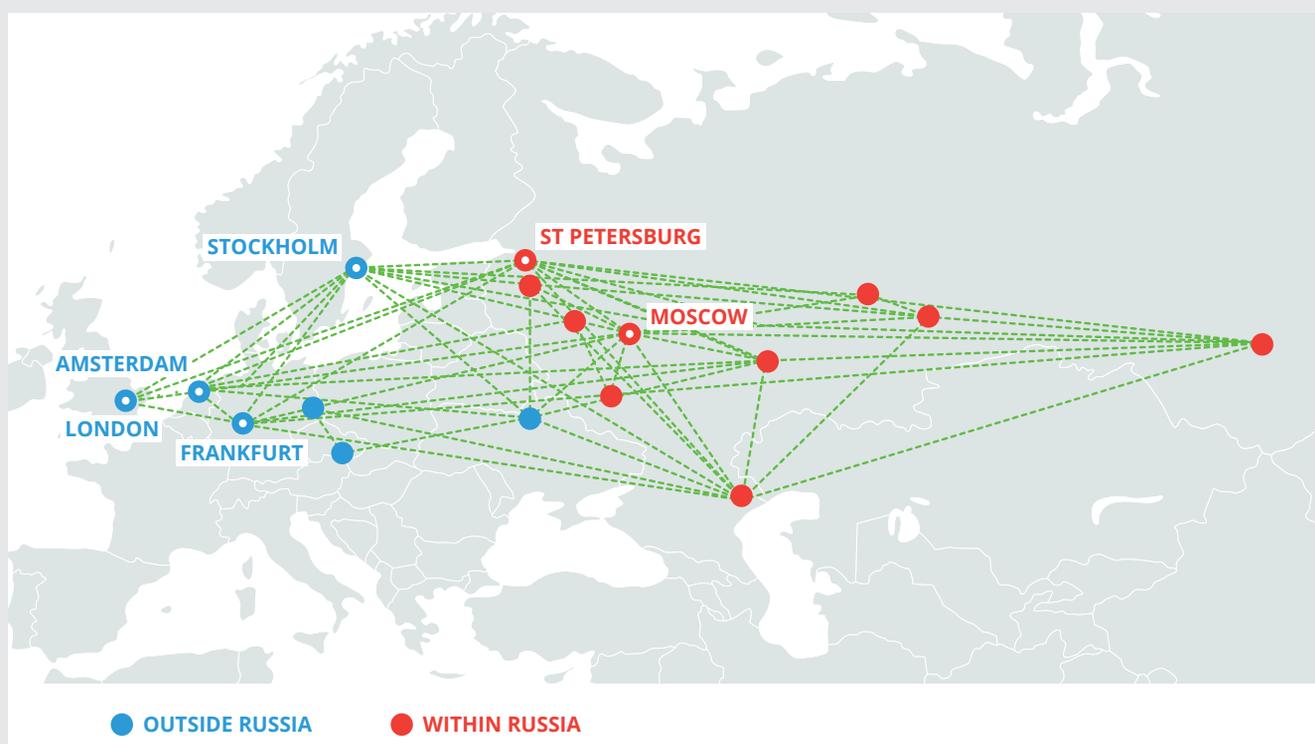


График 10: некоторые маршруты, по которым IPv6-трафик покидает страну даже в том случае, если источник и точка назначения находятся в России.



назначения: Швеция (1,6%), Германия (0,7%) и Украина (0,4%). Иногда петля включает в себя только один город, например Стокгольм, где многие операторы обмениваются трафиком. Иногда маршруты оказываются более сложными, например, прежде чем вернуться в Россию, пакеты из Стокгольма идут в Гамбург или Амстердам. Для IPv6-трафика мы наблюдаем гораздо большую зависимость от иностранных точек обмена трафиком: 33% от него проходит через другие страны.

Наблюдения с корневого сервера K

Помимо IP-адресов, существует еще один значимый метод оценить интернет-ландшафт. Это система доменных имен (DNS), один из важнейших компонентов инфраструктуры мирового интернета. На самом верхнем уровне ее работа выглядит так: в файле корневой зоны расположена информация обо всех доменах верхнего уровня (TLD), таких как .com, .org, .net, а также страновых TLD, включая .ru. Когда пользователь набирает в браузере, например, «google.com», его компьютер отправляет запрос на DNS-сервер его провайдера, который, в свою очередь (если еще не имеет такой информации) обращается к корневому серверу с запросом о том, как попасть в доменную зону .com.

RIPE NCC обслуживает корневой сервер K, один из 13 корневых серверов. Сервер K — это на самом деле группа распределенных серверов, которые используют технологию anycast по IPv4 и IPv6 адресам: анонсы одних и тех же IP-префиксов из разных точек по всему миру позволяет провайдерам выбирать наилучший маршрут. Три таких сервера K расположены в России, их поддерживают компания «Селектел» в Санкт-Петербурге, «MultiHOST» в Москве и АО «MSK-IX» в Новосибирске.

Наблюдение за тем, какой из K-серверов используется при маршрутизации из России дает понимание, как именно такие ресурсы доступны и видимы внутри страны. По результатам исследования можно судить о том, как Интернет-провайдеры связаны друг с другом.

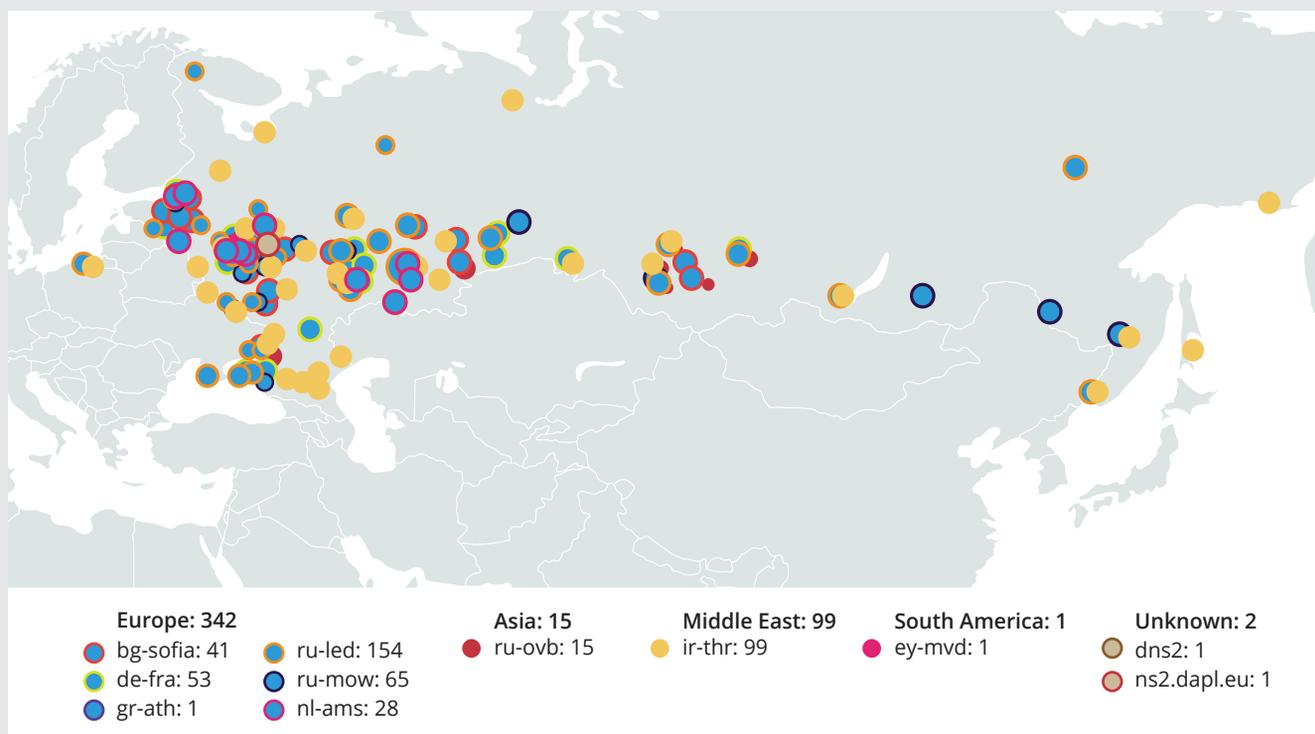


График 11: карта иллюстрирует, как 450 наших сетевых проб в России связываются с корневым сервером K.

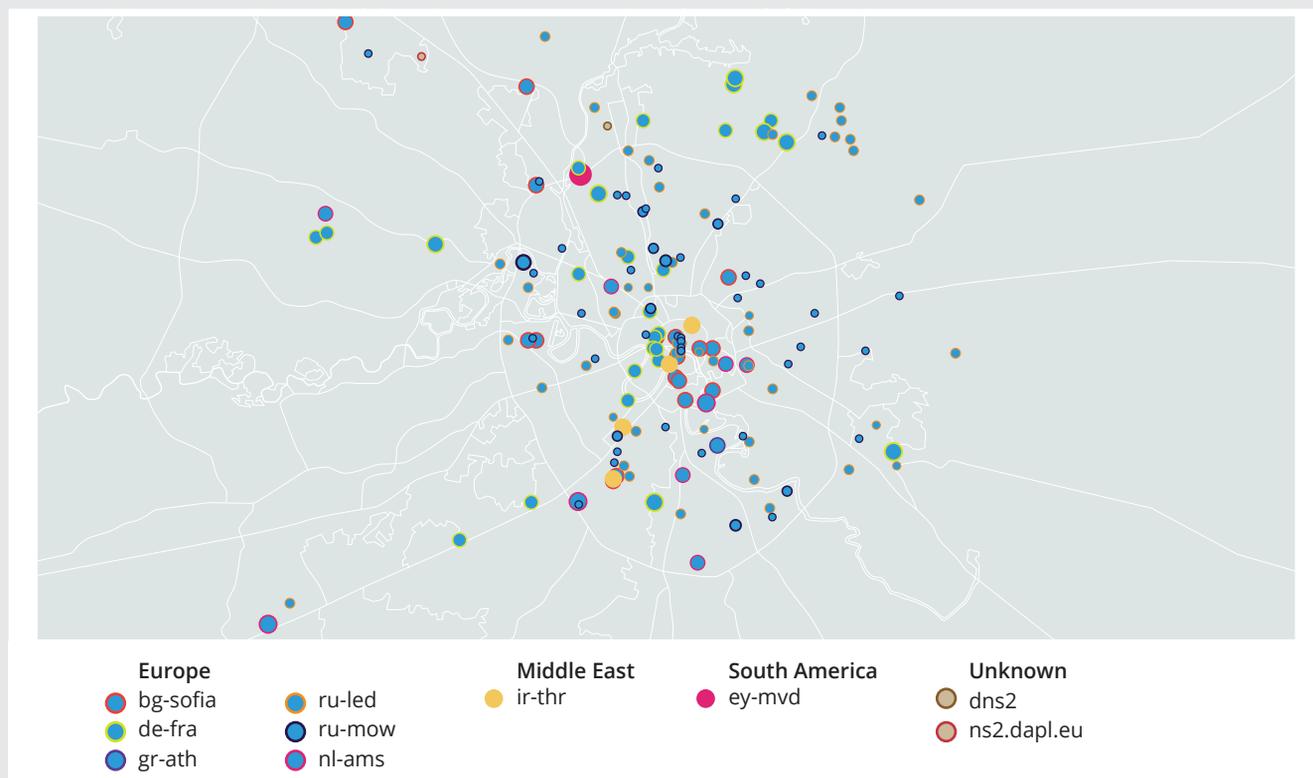


График 12: схема того, как корневой сервер K отвечает на запросы из различных точек в России и в Москве. Цветом отмечено, где расположено зеркало K-сервера, которое отвечает на запрос: голубой — в Европе, желтый — на Ближнем Востоке, красный — в Азии. Размер цветного кружка указывает на время ответа сервера.

Если посмотреть на страну целиком, то можно видеть, что запросы делятся между Европой и Ближним Востоком (а именно, Ираном), причем время отклика в обоих случаях примерно одинаковое. Если рассмотреть отдельно московский регион, становится видно, что в Иран идут всего несколько запросов. Меньший размер индикаторов показывает, что большое количество запросов идет к локальным серверам (в Москве и Санкт-Петербурге), в результате чего уменьшается время отклика.

Зеркало сервера	Количество сетевых проб, которым ответило данное зеркало	Зеркало сервера	Количество сетевых проб, которым ответило данное зеркало
Санкт-Петербург	149	София	41
Тегеран	101	Амстердам	29
Москва	64	Новосибирск	14
Франкфурт	53	Монтевидео	1

Ограниченное количество сетевых проб и их расположение не позволяет с уверенностью утверждать, что результаты исследования репрезентативны для всей страны. Но они показывают, что по крайней мере некоторые провайдеры обращаются к K-серверам за пределами России. Влияние этого обстоятельства на устойчивую работу интернета минимально, так как ответ на большинство запросов дается из локального кэша, расположенного в сети провайдера. Кроме того, если время ответа K-сервера из какой-то сети становится очень большим, то вероятно, что на такой запрос ответит зеркало какого-то другого корневого сервера, который топологически (не обязательно географически) окажется ближе.



Заключение

Несмотря на то, что в России усиленное развитие Интернета началось позже, чем в других крупнейших интернет-экономиках, таких как Германия или Великобритания, российская часть сети развивалась очень интенсивно, и за прошедшие годы к ней подключились миллионы пользователей.

Адресное пространство IPv4, принадлежащее российским сетям, является шестым по размеру в регионе RIPE NCC, а Россия находится на третьем месте по количеству Локальных Интернет-Регистратур, LIR. Количество LIR существенно выросло за последние годы за счет двух основных факторов: из-за органического роста интернета, а также из-за того, что многие операторы открывали сразу несколько аккаунтов в RIPE NCC, чтобы получить последние блоки из стремительно уменьшающегося количества оставшихся IPv4 адресов.

В стране существует здоровый рынок трансфера, на котором адреса передаются как за рубеж, так и в Россию из других стран. При этом около двух третей всех сделок совершается между российскими организациями. Таким образом одни игроки передают свои неиспользуемые адреса тем, кому они необходимы.

То небольшое количество IPv4-адресов, которые RIPE NCC все ещё может передать новым игрокам, не сможет удовлетворить весь рыночный спрос в долгосрочной перспективе и должно служить только подспорьем для внедрения IPv6. По мере того, как в онлайн переходит все больше и больше аспектов повседневной жизни пользователей, становится особенно важным быть уверенным в том, что инфраструктура Интернета способна поддержать эти процессы.

Проникновение IPv6 в России все ещё находится на начальной стадии, оно существенно ниже среднего уровня по всему миру. Однако, в настоящее время преодолены множество исторически сложившихся барьеров, которые удерживали российские сети от перехода на IPv6, и страна полностью готова к внедрению протокола следующего поколения. Это позволит удовлетворить все нужды все более и более «подключенного» общества.

Преимуществом России является развитая и устойчивая интернет-инфраструктура, включая высокую доступность системы доменных имен (DNS). И хотя некоторые провайдеры обращаются к корневым серверам, расположенным за пределами страны, это не сказывается на скорости доступа и эффективности. Несмотря на то, что размещение большего количества зеркал корневого сервера К дополнительно не улучшит надежность работы сети и время отклика, любая организация, соответствующая техническим требованиям, совершенно бесплатно может стать хостом, для этого надо лишь обратиться в RIPE NCC.

Большая часть IPv4-трафика маршрутизируется внутри страны и не проходит через зарубежные точки обмена. В то же время для IPv6 трафика эта доля выше. Часто, когда кажется, что российский трафик выходит за границу, это происходит потому что в цепочке маршрута находится представленный в России международный оператор. Другими словами, данный трафик не покидает территорию страны.

Разнообразие маршрутов входящего извне трафика и большое количество независимых сетей внутри страны помогают обеспечить российскому Интернету стабильность и отказоустойчивость, а также вносить вклад в надежность работы всего глобального Интернета.



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 — это некоммерческая организация, поддерживающая сообщество RIPE и развитие Интернета в целом.

Штаб-квартира RIPE NCC расположена в Амстердаме, также у нас есть офис в Дубае, а наши сотрудники работают по всему региону для того, чтобы лучше понимать нужды наших участников и других заинтересованных сторон.

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 владельцев этих ресурсов, зарегистрированных RIPE NCC. Публичная информация об этих записях содержится в базе данных RIPE, которая доступна на сайте www.ripe.net.

RIPE Atlas

RIPE Atlas — это основной инструмент сбора данных RIPE NCC. Это глобальная сеть физических устройств, называемых «пробы» и «якоря», которая измеряет связность Интернета. Добровольцы по всему миру устанавливают эти устройства в своих домашних сетях или дата-центрах. Каждый может получить доступ данным через «карты Интернета», визуализацию потоков данных или через API. Пользователи 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) собирает и хранит данные о маршрутах из различных точек по всему миру. Сервис был создан в 2001 г, более подробную информацию о нем можно найти на <https://www.ripe.net/ris>.

Данные, полученные при помощи RIPE Atlas и сервиса информации о маршрутах лежат в основе множества инструментов, которые мы предлагаем. Поэтому RIPE NCC заинтересован в установке большего количества проб в регионе, а также в привлечении сетевых операторов, готовых установить у себя коллекторы RIS.

Узнать больше о том, как RIPE NCC собирает и предоставляет аналитические данные и отчеты, подобные этому, а также о том, как можно помочь организации в ее миссии, можно вот тут:

Other RIPE NCC tools and services:

- › RIPE Atlas: <https://atlas.ripe.net>
- › RIPEstat: <https://stat.ripe.net/>
- › Routing Information Service: <https://www.ripe.net/analyse/internet-measurements/routing-information-service-ris>
- › RIPE IPmap: <https://ipmap.ripe.net/>
- › K-root: <https://www.ripe.net/analyse/dns/k-root>

