



УДК 911.3

Существует ли «Сибнет» как сегмент Интернета? Определение связности автономных систем Сибири*

В. И. Блануца

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск

Аннотация. Предложено выделять сегменты Интернета на основе повышенной инфраструктурной, потоковой и социальной связности узлов (пользователей). На примере потоковой связности автономных систем 15 сибирских регионов показано, что в этих границах сибирского сегмента Интернета не существует. Установлено, что имеет место ядро «Сибнет» из шести регионов в центре Сибири. Определены элементы дальнейшего повышения связности автономных систем Сибири – три интернет-хаба и четыре точки обмена трафиком.

Ключевые слова: информационно-сетевая география, Интернет, связность сети, автономная система, трафик, Сибирь.

Постановка проблемы. Всемирная паутина (World Wide Web), или «Междусеть» (Internet), представляет собой множество автономных компьютерных сетей в разных странах, функционирующих как единое целое на основе магистральных (межрегиональных, трансконтинентальных) волоконно-оптических линий связи, специальных протоколов (ТСР/IP, НТТР, FTP и др.) и технических средств (маршрутизаторов, коммутаторов и др.). Такая линейно-узловая структура позволяет выделять в единой сети Интернет некоторые территориальные «сгущения» узлов, которые называются сегментами. В связи с отсутствием единой трактовки этого понятия предлагается следующее определение: сегмент глобальной информационно-коммуникационной сети – это большая территория (значительная часть государства, или государство, или группа государств), на которой пользователи сети (через их технические средства – персональные компьютеры и аналогичные устройства) связаны между собой сильнее, чем с пользователями других территорий.

Выделение «больших территорий» обусловлено тем, что локальные (иногда региональные) автономные сети имеют высокую связность, а вот дальнейшее их соединение в региональные, межрегиональные, национальные и межнациональные сети зависит от множества экономических, культурных, исторических и других факторов, формирующих некоторые относительно обособленные сегменты Интернета. Ключевым параметром выделения сегментов является связность как характеристика количества связей между пользователями или

* Работа выполнена при финансовой поддержке Отделения гуманитарных и общественных наук РФФИ в рамках проекта 17-03-00307.

узлами сети. Всестороннее обоснование приемлемого уровня связности еще не проводилось, но можно допустить, что при «замыкании» внутри большой территории не менее 50 % всех связей пользователей (узлов) Интернета имеет место сегмент (оставшиеся связи будут в меньшинстве даже при их концентрации в одной внешней территории).

В русскоязычном Интернете сформировалось устойчивое понимание того, что существует Рунет (Русский Интернет). Встречается даже дата его появления – 7 апреля 1994 г. (начало функционирования домена первого уровня .RU; хотя с сентября 1990 г. существует домен .SU, а сам термин «рунет» известен только с 1997 г.). Однако научное обоснование существования такого сегмента отсутствует. Тем не менее по ряду параметров – наличию специфического, неанглийского языка общения, замыканию интернет-трафика внутри Российской Федерации, появлению доменной зоны .РФ, существованию одной из крупнейших в мире точек обмена трафиком (Moscow Internet eXchange, MSK-IX) и конфигурации отечественной сети волоконно-оптических линий связи – в первом приближении можно допустить (без определения точных границ) существование Рунета. Что касается попыток выделения на территории России других сегментов Интернета (например, «Татнет» или «Коминет» [6]), то используемый при этом языковой принцип делимитации не является достаточным, поскольку никак не анализируется связность.

Рассматривая информационно-коммуникационные сетевые структуры и производные от них социальные сети и виртуальные пространства, имеет смысл различать три вида связности – инфраструктурную, потоковую и социальную. Первый вид представляет физический уровень, на котором исследование конфигурации (топологии) линий электросвязи (волоконно-оптической, радиорелейной, спутниковой, телефонной) позволяет выделить группы взаимосвязанных узлов связи. Здесь основным изучаемым процессом является регионализация сети [3]. Понимание расположения физических каналов передачи информации недостаточно для уяснения основных информационных потоков, направления которых на экономическом уровне задают операторы связи. От того, как договорятся между собой операторы, владеющие автономными сетями, или, по их терминологии, «автономными системами» (Autonomous System), будет зависеть объем и направление интернет-трафика. Поэтому наличие инфраструктурной связности узлов на одной территории не исключает получение трафика с других территорий, что заставляет изучать процесс кластеризации потоков [9; 13] и определять потоковую связность. На третьем уровне связность зависит от того, как общаются между собой люди в Интернете. Если их общение наиболее интенсивно с пользователями, проживающими на той же территории, то получается социальная связность (основной процесс – кластеризация социальных сетей [5; 12]).

Из трех видов в статье рассматривается только потоковая связность. Она может быть оценена на основе как минимум трех потенциальных источников информации – величины интернет-трафика между населенными пунктами, соглашений между всеми операторами связи и автоматической фиксации межоператорских отношений в определенный момент времени. Каждый оператор с той или иной точностью замеряет входящий, исходящий и транзитный объем

информации в единицу времени, но эти данные не агрегируются относительно населенных пунктов в региональной и федеральной статистике России. Поэтому в настоящее время данный источник информации не может использоваться для оценки связности. С двусторонними договорами о продаже, покупке и обмене трафиком еще сложнее, так как необходимо проанализировать тексты всех соглашений в условиях, когда большинство договоренностей были устными [15]. В действительности остается только один источник информации – внешняя (по отношению к каждому оператору) регистрация взаимодействия (получения или неполучения трафика) между каждой парой автономных систем по результатам сканирования топологии сети Интернет. Существует ряд сайтов, на которых в свободном доступе размещена эта информация. В исследовании использовались данные новосибирского сайта «Эксперт Связи» [1] по топологии сети на 1 июля 2017 г.

В качестве «большой территории» возможного сегмента Интернета рассматривалась Сибирь в экономико-географическом смысле, то есть все 12 регионов Сибирского и 3 региона Уральского (Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа, Тюменская область) федеральных округов. По аналогии с «Рунет» анализируемый сегмент назван «Сибнет» («Сибирский Интернет»). Научная проблема состоит в том, чтобы выяснить, является ли потоковая связность автономных систем Сибири, определяемая по межоператорским отношениям, достаточной для идентификации множества данных систем в качестве сегмента Интернета. Для этого в статье приведены общие сведения об автономных системах Сибири, результаты оценки связности систем и атрибуты повышенной связности.

Автономные системы Сибири. Под такой системой понимается множество взаимодействующих IP-сетей и маршрутизаторов, управляемых одним (несколькими) оператором. Каждая автономная система имеет уникальный номер (Autonomous System Number, ASN), который регистрируется «Администрацией адресного пространства Интернет» (Internet Assigned Numbers Authority, IANA). С 1 октября 2016 г. в связи с окончанием срока контракта функции IANA перешли от Министерства торговли США к одному из подразделений международной некоммерческой организации «Корпорация по управлению доменными именами и IP-адресами» (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers, ICANN). На 1 июля 2017 г. в мире было зарегистрировано 58 235 ASN (из них 13 501 объединяли IP-сети «шестой версии межсетевых протокола», или IPv6; остальные относились к четвертой версии – IPv4) [1].

Следует особо подчеркнуть, что не все зарегистрированные автономные системы функционируют в настоящее время, а среди работающих ASN инструменты сканирования сети Интернет не распознают «скрытые» системы (размещение одного множества IP-сетей под «прикрытием» другой системы и иные способы маскировки). На 1 июля 2017 г. в Сибири распознавались 448 ASN, зарегистрированных в 57 населенных пунктах 15 регионов, а также анонсированных из-под них 2644 обычных (IPv4) и 102 новых (IPv6) сетей (табл. 1). Наибольшее количество автономных систем и IP-сетей зарегистрировано в Новосибирской области и Красноярском крае, для которых характерен высокий уровень специализации на телекоммуникационных услугах – отно-

шение доли этих регионов в общенациональном производстве таких услуг к их доле в численности населения России составило (на 1 июля 2016 г.) соответственно 1,96 и 1,65 [4].

Таблица 1
Распределение количества автономных систем (ASN) и IP-сетей по регионам Сибири, в которых они зарегистрированы на 1 июля 2017 г. (Рассчитано по [1; 10])

Регион	ASN	Число городов регистрации ASN	IP-сети	
			IPv4	IPv6
Республика Алтай	3	1	4	1
Алтайский край	23	3	88	6
Республика Бурятия	7	1	18	0
Забайкальский край	7	2	33	0
Иркутская область	33	5	398	18
Кемеровская область	39	12	226	9
Красноярский край	82	9	448	17
Новосибирская область	111	3	488	24
Омская область	18	1	145	6
Томская область	45	2	253	9
Республика Тыва	2	1	8	0
Тюменская область	25	1	165	6
Республика Хакасия	10	4	36	0
Ханты-Мансийский авт. округ	29	5	258	4
Ямало-Ненецкий авт. округ	14	7	76	2
Всего	448	57	2644	102

Оценка связности. Распределение автономных систем по территории ранее анализировалось в основном для определения количества ASN и IP-сетей на единицу площади [16] или городскую агломерацию [11], выявления иерархии городов [8] и моделирования развития сетей [14]. При этом изучение связности пространственно распределенных информационно-коммуникационных сетей, что весьма важно с позиции информационно-сетевой географии [2], еще не проводилось, хотя именно связность обуславливает особенности функционирования Интернета на уровне автономных систем [7].

Для определения возможности выделения сибирского сегмента Интернета были проанализированы отношения между всеми операторами 15 рассматриваемых регионов в плане направленности предоставления трафика (по данным [1] на 1 июля 2017 г.). Исходная гипотеза заключалась в том, что при наличии повышенного (не менее 50 % всех межоператорских отношений) взаимодействия между собой всех ASN Сибири появляется одно из трех оснований – потоковая связность – выделения «Сибнета». Помимо этого, было рассмотрено взаимодействие сибирских автономных систем с системами соседних регионов – Ненецкого автономного округа, Республики Коми, Свердловской, Курганской и Амурской областей, Республики Саха (Якутия). Выявленное минимальное взаимодействие или отсутствие такового не позволили расширить территорию «Сибнета» за счет соседей.

По каждому из 448 ASN Сибири определялось, откуда предоставлялся интернет-трафик – из автономных систем 15 рассматриваемых регионов, или 70 остальных регионов России, или зарубежных стран. Если автономная система получала трафик из нескольких ASN, то допускалась их равнозначность, что выражалось в присвоении каждому поставщику равной доли от единицы (при двух системах каждая из них получала по 0,5, при трех – по 0,33, при четырех – 0,25 и т. д.). Суммирование всех значений по регионам регистрации автономных систем позволило оценить ситуацию с «замыканием» взаимодействия в пределах Сибири (табл. 2).

Таблица 2

Доля межоператорских отношений региона (в %), приходящаяся на автономные системы Сибири, остальных регионов России и других стран, на 1 июля 2017 г.

Регион	«Сибнет»	Рунет без «Сибнета»	Интернет без Рунета
Республика Алтай	33,3	66,7	0
Алтайский край	60,1	32,8	7,1
Республика Бурятия	33,3	66,7	0
Забайкальский край	21,4	78,6	0
Иркутская область	38,9	59,2	1,9
Кемеровская область	51,3	42,7	6,0
Красноярский край	50,8	46,2	3,0
Новосибирская область	54,4	42,7	2,9
Омская область	38,9	52,8	8,3
Томская область	72,6	24,0	3,4
Республика Тыва	25,0	75,0	0
Тюменская область	32,3	63,3	4,4
Республика Хакасия	56,6	33,4	10,0
Ханты-Мансийский авт. округ	23,3	73,7	3,0
Ямало-Ненецкий авт. округ	50,0	50,0	0
Вся Сибирь	49,4	47,0	3,6

Примечание. Исходные данные взяты из [1].

Для подтверждения сформулированной выше гипотезы необходимо, чтобы как минимум 224,1 ($448 \times 0,5 + 0,1$) ASN Сибири получали трафик друг от друга. На самом деле это значение на 1 июля 2017 г. было несколько ниже – 221,1 (49,4 %; см. табл. 2). Таким образом, в объявленных границах «Сибнета» не существует. Однако недостающие 0,7 % могут быть набраны в будущем. Гораздо существенней различия между регионами. На основе приведенных данных можно выделить ядро (более 50 % трафика от сибирских автономных систем; 6 регионов; см. табл. 2), ближнюю (35–50 %; 3 региона) и дальнюю (менее 35 %; 6 регионов) периферию «Сибнета». Отсюда следует, что если «Сибнет» и существует в каких-то границах, то это может быть компактная группа из шести регионов в центре Сибири, на которую приходится большинство проанализированных ASN (310 из 448). В этом ядре 172,2 (55,5 %) ASN перераспределяли интернет-трафик между собой.

Атрибуты повышенной связности. Существуют атрибуты, которые способствуют повышению связности автономных систем на определенной территории. Среди них выделим хабы и точки обмена трафиком (Internet eXchange Point, IXP). При их наличии у сегмента Всемирной паутины больше возможностей для «замыкания» взаимодействия ASN внутри своей территории, чем при использовании внешних хабов и IXP.

Хабы. Если рассматривать не только Интернет, а всю электросвязь в России [4], то можно выделить четыре сибирских региона с повышенным уровнем специализации на телекоммуникационных услугах – Новосибирскую, Тюменскую и Томскую области, Красноярский край. Такой статус эти регионы приобрели в основном благодаря своим главным городам. Что касается направленности передачи интернет-трафика от одних ASN к другим, то за вычетом внешних поступлений трафика (от автономных систем, расположенных за пределами Сибири) особо выделяются три города – Новосибирск (поставляет интернет-трафик 107,0 ASN), Красноярск (33,1) и Барнаул (23,1). Наличие этих хабов позволяет выстраивать центр-периферийные межоператорские отношения в Сибири, что способствует формированию «Сибнета».

Точки обмена трафиком. При некоторых крупных автономных системах создаются специальные технические возможности для подключения каналов от нескольких ASN к одной «площадке» и тем самым ускорения обмена трафиком между ними и их партнерами. Такие площадки называются точками обмена трафиком (IXP). Крупнейшая российская IXP расположена в Москве (MSK-IX; по данным официального сайта оператора, с 1 июля 2016 г. по 1 июля 2017 г. средний трафик для IPv4 составил 1287,2 Gbps, а максимальный – 2821,6 Gbps / Гигабит в секунду), что совместно с другими московскими точками делает столицу главным хабом по перераспределению интернет-трафика в Рунете.

В Сибири 82 ASN имеют подключение к IXP (табл. 3). Зафиксировано шесть точек обмена трафиком – KRS-IX (Красноярская точка, известная также как RED-IX), NSK-IX (Новосибирская точка), SIBIR-IX (Сибирская точка в Красноярске), KLUBOK.org (Новосибирск), MSK-IX (Москва), ЕКТ-IX (Екатеринбург). На рассматриваемой территории доминируют сибирские точки обмена трафиком (к ним подключены 77,2 ASN из 82), что способствует формированию «Сибнета».

Таблица 3

Количество автономных систем, подключенных к точкам обмена трафиком, по регионам Сибири на 1 июля 2017 г. (Рассчитано по [1])

Регион	KRS-IX	NSK-IX	SIBIR-IX	KLUBOK.org	MSK-IX	ЕКТ-IX
Алтайский край	0	1,0	0	0	0	0
Иркутская область	0	0	0	0	1,0	0
Красноярский край	28,4	0,5	17,8	0	0,3	0
Новосибирская область	5,6	17,2	0	6,7	0	0,5
Омская область	0	0	0	0	0	1,0
Тюменская область	0	0	0	0	1,0	0
Ханты-Мансийский авт. округ	0	0	0	0	0,5	0,5
Всего	34,0	18,7	17,8	6,7	2,8	2,0

Примечание. Расшифровка названия точек обмена трафика дана в тексте.

Заключение. В статье представлены результаты первого в мире исследования по проверке обоснованности выделения субнационального сегмента Интернета на основе оценки потоковой связности автономных систем. Относительно сибирского сегмента Всемирной паутины установлено, что в границах 15 субъектов Российской Федерации на момент оценки (1 июля 2017 г.) не было оснований для выделения такого сегмента. Однако полученное значение потоковой связности оказалось всего на 0,7 % ниже критерия декларирования сегмента, что не исключает возможности образования «Сибнета» в ближайшее время. Помимо этого, обнаружено, что в центре Сибири существует ядро «Сибнет» с приемлемым уровнем связности автономных систем, состоящее из шести регионов – Новосибирской, Томской и Кемеровской областей, Красноярского и Алтайского краев, Республики Хакасия. Дополнительными факторами усиления взаимодействия автономных систем Сибири стало наличие на рассматриваемой территории трех интернет-хабов (Новосибирск, Красноярск, Барнаул) и четырех точек обмена трафиком (по две в Красноярске и Новосибирске).

Проведенное исследование, соответствующее проблематике зарождающейся информационно-сетевой географии [2], опиралось на оценку направленности межоператорских отношений между городами Сибири, что не исключает в будущем возможности проведения изысканий по определению величины интернет-трафика между поселениями. Это позволит получить более полную оценку потоковой связности. Дополнение данных результатов анализом инфраструктурной и социальной связности предоставит возможность сформулировать окончательный ответ на вопрос о существовании «Сибнета».

Список литературы

1. Автономные системы (Россия) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.expertsvyazi.ru/index.php?id=bgpcity> (дата обращения: 02.07.2017).
2. Блануца В. И. Становление информационно-сетевой географии как ответ на вызовы XXI века / В. И. Блануца // Регион. исслед. – 2015. – № 1. – С. 4–13.
3. Блануца В. И. Развертывание информационно-коммуникационной сети как географический процесс (на примере становления сетевой структуры сибирской почты) : монография / В. И. Блануца. – М. : ИНФРА-М, 2016. – 246 с.
4. Блануца В. И. Территориальная структура специализации российских регионов на телекоммуникационных услугах / В. И. Блануца // Регион. исслед. – 2017. – № 1. – С. 16–24.
5. Охупкина Е. П. Подходы к кластеризации групп социальной сети / Е. П. Охупкина, В. П. Охупкин // Компьютер. исслед. и моделирование. – 2015. – Т. 7, № 5. – С. 1127–1139.
6. Соколов А. А. К вопросу о развитии коми национального сегмента Интернета / А. А. Соколов // Информацион. технологии в упр. и экон. – 2012. – № 1. – С. 26–34.
7. Chang H. Internet connectivity at the AS-level: An optimization-driven modeling approach / H. Chang, S. Jamin, W. Wilinger // Proceedings of the ACM SIGCOMM Workshop on Models, Methods and Tools for Reproducible Network Research (Karlsruhe, Germany, August 25–27, 2003). – N. Y. : ACM, 2003. – P. 33–46.
8. Choi J. H. Comparing world city networks: A network analysis of Internet backbone and air transport intercity linkages / J. H. Choi, G. A. Barnett, B.-S. Chon // Global Networks. – 2006. – Vol. 6, N 1. – P. 81–99.

9. Hohn N. Cluster processes: A natural language for network traffic / N. Hohn, D. Veitch, P. Abry // IEEE Transactions on Signal Processing. – 3003. – Vol. 51, N 8. – P. 2229–2244.

10. IP-адресация (Россия) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.expertsvyazi.ru/index.php?id=bgp2ip> (дата обращения: 02.07.2017).

11. Malecki E. J. The economic geography of the Internet's infrastructure / E. J. Malecki // Economic Geography. – 2002. – Vol. 78, N 4. – P. 399–424.

12. Rajput D. S. Analysis of social networking sites using k-means clustering algorithm / D. S. Rajput, R. S. Thakur, G. S. Thakur // International Journal of Computer & Communication Technology. – 2012. – Vol. 3, N 3. – P. 88–92.

13. Salve S. A. Clustering approach for network traffic by using online efficient incremental clustering / S. A. Salve, S. Bajpai // International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies. – 2014. – Vol. 2, N 9. – P. 443–447.

14. Vinciguerra S. The geography of Internet infrastructure: An evolutionary simulation approach based on preferential attachment / S. Vinciguerra, K. Frenken, M. Valente // Urban Studies. – 2010. – Vol. 47, N 9. – 1969–1984.

15. Woodcock B. Survey of characteristics of Internet carrier interconnection agreements / B. Woodcock, V. Adhikari // Packet Clearing House, 2011 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.pch.net/docs/papers/peering-survey/PCH-Peering-Survey-2011.pdf> (дата обращения: 02.07.2017).

16. Yook S.-H. Modeling the Internet's large-scale topology / S.-H. Yook, H. Jeong, A.-L. Barabasi // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 2002. – Vol. 99, N 21. – P. 13382–13386.

Is There the “Sibnet” as a Segment of the Internet? Identification of Siberian Autonomous Systems Connectivity

V. I. Blanutsa

V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk

Abstract. The author suggests allocating segments of the Internet on the basis of increased infrastructure, streaming and social connectivity of nodes (users). On an example of stream-oriented connectivity of autonomous systems of 15 Siberian regions the author shows that there is no Siberian segment of the Internet. Six regions in the center of Siberia make the core of the «Sibnet». Elements for further enhancing connectivity of Siberian autonomous systems are identified. They are three Internet hubs and four Internet exchange points.

Keywords: information-network geography, the Internet, network connectivity, autonomous system, traffic, Siberia.

Блануца Виктор Иванович

*доктор географических наук, ведущий научный сотрудник, лаборатория георесурсоведения и политической географии
Институт географии им. В. Б. Сочавы
СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1
тел.: 8(3952)426435
e-mail: blanutsa@list.ru*

Blanutsa Victor Ivanovich

*Doctor of Sciences (Geography), Leading Researcher, Laboratory of Georesource Studies and Political Geography
V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS
1, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033
tel.: 8(3952)426435
e-mail: blanutsa@list.ru*