

В.В. Герасимов
Ю.В. Гугель
Н.В. Курмышев
А.В. Сигалов

**СИСТЕМА
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПОРТАЛОВ РОССИИ: АНАЛИЗ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ**

(Общие требования к аппаратным платформам, технические аспекты размещения)

Предисловие

Федеральная целевая программа «Развитие единой образовательной информационной среды (2001—2005)» поставила задачу создания комплекса образовательных интернет-порталов для концентрации как вновь создаваемых, так и существующих в Интернете образовательных и иных информационных ресурсов, необходимых образовательному сообществу. В настоящее время функционирует 15 тематических и специализированных образовательных порталов, созданных в соответствии с указанной программой. Создание системы порталов отвечает требованию времени. Именно поэтому создаются и развиваются образовательные порталы/сайты учебных заведений, региональные образовательные порталы, порталы некоммерческих и коммерческих организаций, направленные на образовательные цели.

При этом порталы, создаваемые по ФЦП «Развитие единой образовательной информационной среды», разрабатывались и наполняются, в общем-то, по единым принципам. Порталы, создаваемые в учебных заведениях, региональные образовательные порталы и порталы независимых организаций строятся весьма различно. Однако в связи с едиными целями образовательного сообщества и у них наблюдаются общие тенденции. Назрели задачи выявления общих принципов создания и развития образовательных порталов, разработки общезначимых рекомендаций по их функционированию, ве-

дению и кооперации без излишнего командного давления на творческие коллективы, реального создания на их основе единой образовательной информационной среды.

Часть решения этих весьма важных вопросов содержится в предлагаемой работе. Впервые проводится анализ размещения системы федеральных образовательных порталов с точки зрения опорной телекоммуникационной инфраструктуры, прежде всего отраслевой сети RUNNet, используемой образовательным сообществом страны; показывается совпадение географии пользователей системы образовательных порталов и географии пользователей Интернета образовательного сообщества; анализируются входящий и исходящий трафики образовательных порталов; проводится их сравнение с пропускной способностью магистралей отраслевой сети RUNNet, пропускной способностью каналов обмена с другими отечественными и зарубежными сетями.

Важно, что авторы рассматривают федеральные порталы не отдельно, а вместе с региональными образовательными порталами и порталами учебных заведений. В работе формулируются требования к необходимым функциям всех типов порталов, аппаратному обеспечению, емкости телекоммуникационных каналов, обеспечивающих доступ к образовательным порталам. Отметим, что при этом авторы не настаивают на использовании аппаратного или программного обеспечения конкретных моделей или фирм, а формулируют лишь необходимые требования.

Существенно, что авторы проводят анализ тенденций по установке на порталы полнотекстовых документов, ауди- и видеообразовательных ресурсов. Формулируются также сложившиеся в сообществе требования к содержанию ряда распространенных баз данных и образовательных ресурсов.

Авторы являются признанными отечественными специалистами в области телекоммуникаций, а также создания и использования информационного наполнения телекоммуникаций, прежде всего в области образования. На их выводы и рекомендации можно полагаться.

А.Д. Иванников, д.т.н., профессор

1.

Укрупненный анализ телекоммуникационной инфраструктуры образовательной информационной среды Министерства образования Российской Федерации

1.1.

Анализ топологии отраслевой опорной телекоммуникационной инфраструктуры образовательной информационной среды

1.1.1.

Российские научно-образовательные сети: общая характеристика и взаимодействие

Доступ образовательных учреждений к информационным ресурсам и современным видам сервиса глобальных телекоммуникационных компьютерных сетей является важным фактором развития системы образования и государства в целом. Создание единой информационной среды сферы образования невозможно без формирования и поддержки ее телекоммуникационной инфраструктуры. Развитие научно-образовательных сетей происходит во всех странах мира. В России в течение последних десяти лет также уделялось существенное внимание созданию и развитию научно-образовательных телекоммуникационных сетей, основанных на интернет-технологиях и имеющих выход в глобальный Интернет. Формирование специализированной среды передачи данных и телематических служб — научно-образовательных компьютерных сетей, ориентированных на нужды образовательного и научного сообществ, произошло благодаря реализации ряда ведомственных и межведомственных программ, среди которых следует отметить Федеральные целевые программы

«Университеты России» и «Интеграция», межведомственную программу «Создание национальной сети компьютерных телекоммуникаций для науки и высшей школы», программу Минобразования России «Телекоммуникационные сети высшей школы». В настоящее время дальнейшее развитие научно-образовательных сетей предусмотрено в ФЦП «Развитие единой образовательной информационной среды (2001—2005)» и «Электронная Россия».

Дадим краткую характеристику основных российских некоммерческих IP-сетей, специализирующихся на обслуживании организаций науки, образования, культуры и здравоохранения.

Сеть RUNNet

Крупнейшей научно-образовательной сетью России является сеть RUNNet (Russian University Network, www.runnet.ru) — отраслевая телекоммуникационная сеть сферы образования. Сеть RUNNet была создана в 1994 г. в рамках государственной программы «Университеты России» как федеральная университетская компьютерная сеть России, т.е. IP-сеть, объединяющая региональные сети, а также сети крупных научно-образовательных учреждений. Основная задача RUNNet — формирование единого информационного пространства высшей школы России и его интеграция в мировое информационное сообщество.

Работы по построению сети RUNNet проводятся под руководством Министерства образования Российской Федерации. Оперативным управлением и развитием сети RUNNet занимаются совместно Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций (ГНИИ ИТТ «Информика») и Республиканский научный центр компьютерных телекоммуникационных сетей высшей школы (Вузтелекомцентр).

Возникновение RUNNet стало результатом интенсивного развития российского образовательного сегмента Интернета, которое началось с конца 1994 г., когда государство в лице Министерства образования через программу «Университеты России» впервые стало вкладывать средства в создание телекоммуникационной инфраструктуры национального масштаба. Создание RUNNet началось со

спутникового сегмента сети российских университетов, соединившего на первом этапе шесть регионов России через коммуникационные узлы на базе крупнейших университетов и предоставившего научно-образовательному сообществу условия доступа в Интернет и возможности работы с современными технологиями, которые в то время были недоступны в сетях коммерческих провайдеров Интернета. Развитие сети RUNNet на базе систем спутниковой связи позволило не только крупнейшим вузовским центрам, но и многим научным организациям в различных регионах страны осваивать интернет-технологии реального времени, создавать web-серверы и базы данных с удаленным доступом. Вновь созданная инфраструктура RUNNet федерального масштаба заинтересовала крупнейших по тем временам поставщиков сетевого сервиса, которые на условиях обмена внутрироссийским сетевым трафиком стали активно подключаться к ней. Тем самым создавались благоприятные условия для интеграции российских IP-сетей и дальнейшего развития национального сегмента Интернета.

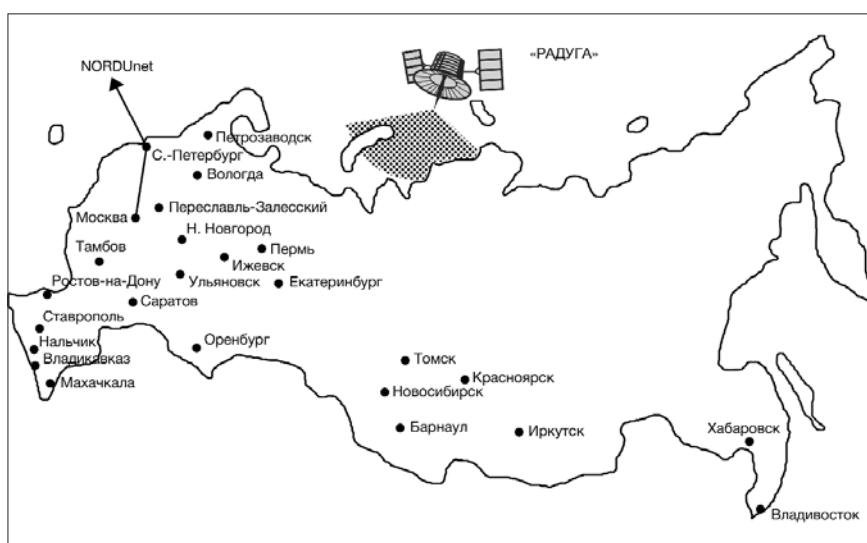


Рис. 1. Схема расположения узлов сети RUNNet

В настоящее время сеть RUNNet имеет высокоскоростную магистральную инфраструктуру, международный канал, обеспечивающий интеграцию в глобальный Интернет, и участвует в обмене трафиком с большинством российских IP-сетей. Магистральная структура, топология, основные каналы подробно рассматриваются ниже в подразд. 1.1.2.

За прошедшие годы федеральная университетская компьютерная сеть России RUNNet прошла большой путь развития от общей идеи ее создания до действующей опорной сети национального масштаба, имеющей собственные цифровые каналы связи и высокоскоростной магистральный выход в Интернет через зарубежные академические сети. За создание сети RUNNet и разработку ее научно-методических основ в 2000 г. была присуждена премия Правительства Российской Федерации в области образования.

Сеть RBnet

В становлении и развитии опорной сети RBnet (Russian Backbone Network, www.gbnet.ru) наиболее важную роль сыграло принятие в 1995 г. Межведомственной программы «Создание национальной сети компьютерных телекоммуникаций для науки и высшей школы» (НСКТ НВШ), утвержденной Миннауки России, Минобразования России, Российской академией наук и Российским фондом фундаментальных исследований. Эта сеть строилась в 1996—2001 гг. в рамках финансируемой отдельной строкой бюджета межведомственной программы, а головной организацией по соответствующим пунктам программы являлся Российский НИИ развития общественных сетей (РосНИИРОС, www.ripn.net).

Основная цель создания сети RBnet вытекает из ее названия — Russian Backbone Network, т.е. Российская Опорная Сеть. Сеть обеспечивает внутрироссийскую связность некоммерческих IP-сетей различной ведомственной принадлежности и предметной ориентации путем создания единой транспортной инфраструктуры, охватывающей всю территорию страны и имеющей узлы, к которым подключаются региональные некоммерческие сети и отдельные организации. Ниже приведены схемы каналов сети RBnet и расположение ее

узлов по состоянию на момент завершения межведомственной программы (рис. 2 и 3 получены с сайта www.ripn.net).

На сегодняшний день сеть RВnet выполняет функции опорной сети (backbone), клиентами которой являются региональные сети во всех федеральных округах. В 2003 г. произошел переход к приоритетной поддержке узлов сети в центрах федеральных округов и крупных городах: сегодня сеть RВnet совместно с партнерами охватывает свыше 50 российских регионов.

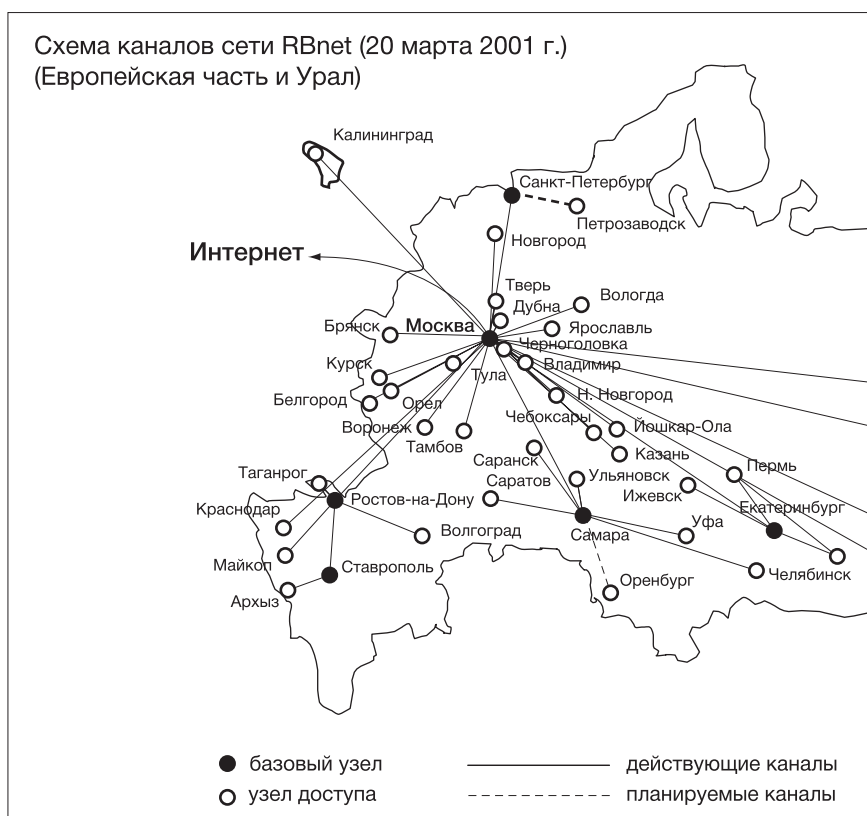


Рис. 2. Схема каналов и расположение узлов RВnet
(Европейская часть и Урал)

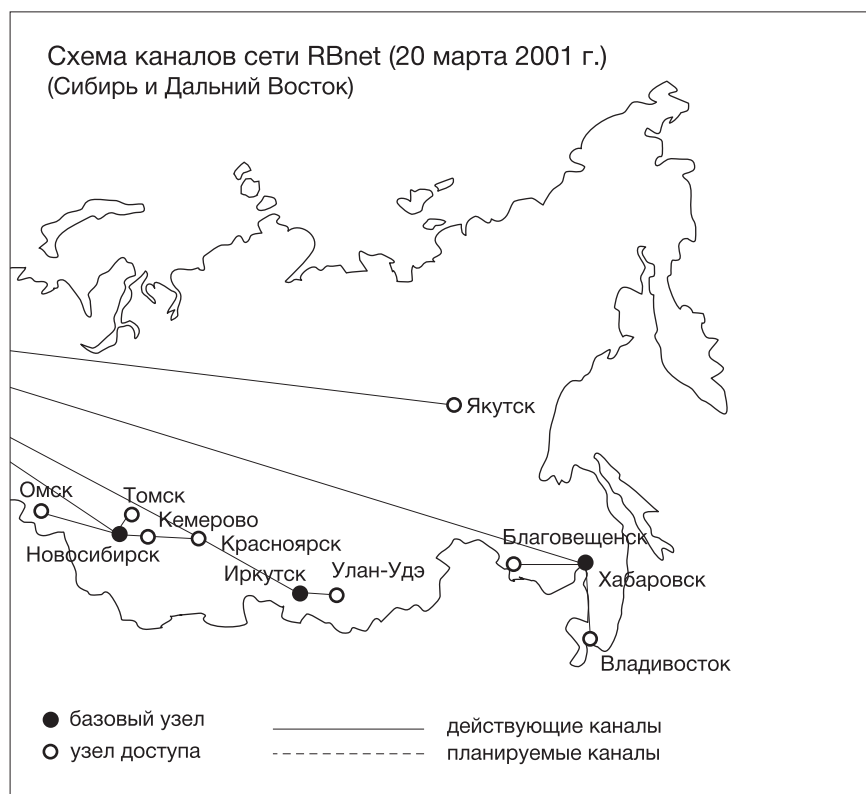


Рис. 3. Схема каналов и расположение узлов RBnet
(Сибирь и Дальний Восток)

Сеть FREEnet

Название сети FREEnet (www.free.net) является сокращением от The Network For Research, Education and Engineering. Данная сеть создавалась как корпоративная некоммерческая компьютерная сеть, объединяющая на добровольной основе академические компьютерные сети, организации Академии наук, университеты, вузы, другие научные, учебные и исследовательские организации. Сеть FREEnet

основана в 1991 г. по инициативе Института органической химии им. Н.Д. Зелинского (ИОХ РАН) и имеет центр управления в Центре компьютерного обеспечения химических исследований ООТХ РАН. Сеть, имеющая региональные отделения в России и отделение в Республике Беларусь, обслуживает ряд крупных научных учреждений, университетов, вузов, других организаций, преимущественно из сферы науки, образования, культуры и здравоохранения. В число этих организаций, наряду с ведущими научными и образовательными учреждениями, входит и ряд крупнейших библиотек страны. В созданную на базе рассматриваемой сети «Вневедомственную ассоциацию компьютерных сетей FREEnet» входят и другие научно-образовательные сети, в том числе региональные. С 2001 г. опорная сеть поддерживает протокол IPv6. Среди регионов, где происходило развитие сети FREEnet, можно отметить, в первую очередь, Москву и Московскую область, Новгород, Казань, Челябинск, Ярославль.

Другие некоммерческие сети

Кроме трех рассмотренных выше некоммерческих сетей, имеющих точки присутствия в различных регионах России, отметим еще несколько сетей.

- Сеть RELARN-IP возникла в рамках деятельности Ассоциации РЕЛАРН — ассоциации некоммерческих организаций — пользователей компьютерных сетей (вузов, школ, научных учреждений, библиотек, музеев и др.); деятельность сети координирует Российский НИИ развития общественных сетей, и эта сеть тесным образом интегрирована с сетью RBnet.

- Сеть RUHEP-Radio-MSU объединяет научно-исследовательские центры, работающие в области физики, в частности ядерной физики; центр управления сетью находится в НИИ ядерной физики МГУ им. М.В. Ломоносова. На этапе возникновения данной сети основными каналами связи были спутниковые каналы, а центры спутниковой связи находились в ряде городов России (Санкт-Петербург, Новосибирск и др.) и стран СНГ. Некоторые подмосковные научные учреждения были подключены по радиоканалам к НИИЯФ МГУ, что и дало название сети Radio-MSU.

- Сеть RSSI (Russian Science Space Internet) возникла на базе Института космических исследований РАН и объединила ряд научных учреждений, в первую очередь работающих в области исследований космоса, но не только.

- Сеть MSUnet — сеть Московского государственного университета может рассматриваться как некоммерческая сеть, статус которой выходит за рамки отдельного вуза, не только из-за своих размеров и количества пользователей, но и потому, что к этой сети подключены ряд других организаций, причем находящихся как в Москве, так и за ее пределами. По общему количеству подключенных компьютеров MSUnet входит в число крупнейших российских интернет-провайдеров.

- Сеть IPnet (Integrated Internet Project) — сеть, созданная в Москве в рамках программы «Интернет» Института «Открытое общество» (Фонд Сороса) в 1995—2000 гг. Эта сеть включает опорное транспортное кольцо на базе оптоволоконных линий связи на юге Москвы (ЮМОС, Южная московская опорная сеть), к которому подключены десятки организаций науки, образования, культуры и здравоохранения.

- Сеть РОКСОН (сокращение от «Региональная объединенная компьютерная сеть образования и науки») действует в Северо-Западном регионе России, имеет разветвленную инфраструктуру в Санкт-Петербурге и объединяет несколько десятков крупных некоммерческих организаций науки, образования и культуры.

Все перечисленные некоммерческие сети работают в настоящее время в тесном взаимодействии, которое заключается в обмене трафиком в узлах Internet Exchange, взаимном резервировании каналов связи, совместном использовании телекоммуникационных узлов (точек присутствия) для размещения оборудования, предоставлении услуг глобальной интернет-коннективности со стороны наиболее крупных сетей RUNNet и RBnet другим некоммерческим сетям.

Более подробную информацию о перечисленных некоммерческих сетях можно найти на их web-серверах, адреса которых приведены ниже.

Таблица 1

Адреса web-серверов некоммерческих сетей

Наименование сети	Адрес web-сервера
RUNNet	www.runnet.ru
RBnet	www.rbnet.ru
FREEnet	www.free.net
RELARN-IP	www.relarn.ru
RUHEP-Radio-MSU	www.radio-msu.net
RSSI	www.rssi.ru
MSUnet	www.msu.net/net/
IPnet	www.iip.net
POKCOH	www.nw.ru

Кроме перечисленных некоммерческих сетей национального масштаба и сетей с развитой инфраструктурой в Москве и Санкт-Петербурге, существует целый ряд региональных некоммерческих сетей, созданных на базе ведущих региональных университетов или академических институтов и охватывающих своей инфраструктурой город, область или даже несколько субъектов Российской Федерации. В качестве примеров крупных региональных сетей можно привести сеть EUNnet (Уральская образовательная сеть, созданная на базе Уральского государственного университета), сеть Академгородка в Новосибирске, научно-образовательную сеть юга России, созданную на базе Ростовского государственного университета.

Следует отметить, что перечисленные сети располагают лицензиями Госкомсвязи России на предоставление услуг передачи данных и услуг телематических служб, а также разрешениями на эксплуатацию объектов связи Главного Управления государственного надзора за связью в Российской Федерации, т.е. выступают в качестве «легальных» интернет-провайдеров, имеющих необходимый комплект лицензионной и разрешительной документации.

Таким образом, существующая межведомственная опорная сетевая структура обеспечивает техническую интеграцию всех научно-образовательных сетей, вне зависимости от их ведомственной принадлежности и предметной ориентации, в единую Национальную компьютерную сеть науки и высшей школы (НСКТ НВШ). Данная инфраструктура в настоящее время имеет точки присутствия в 55 субъектах Российской Федерации, использует ряд общих магистральных каналов, имеет точки обмена трафиком в Москве, Санкт-Петербурге, Новосибирске и ряде других городов, и интегрирована с глобальной Интернет-системой международных каналов, общая емкость которых в настоящий момент превышает 1 Гбит/с.

1.1.2.

Сеть RUNNet: структура, топология, магистральные каналы

Международная коннективность

Глобальную интернет-коннективность сети RUNNet обеспечивает международный канал в сеть NORDUnet. Сеть NORDUnet (www.nordu.net) — это научно-образовательная сеть группы североевропейских стран (Дания, Финляндия, Швеция, Норвегия, Исландия), которая является давним партнером российской университетской сети. Сеть NORDUnet обеспечивает транзит трафика RUNNet в общеевропейскую телекоммуникационную научно-образовательную сеть GEANT, объединяющую 35 национальных телекоммуникационных сетей Европы, в научно-образовательные сети США и в глобальный Интернет, т.е. IP-сети всего мира.

Первый канал RUNNet-NORDUnet с производительностью 256 Кбит/с был организован в 1995 г. и являлся на тот момент самым широким среди международных каналов российских некоммерческих сетей. Динамика роста емкости международного канала RUNNet, представленная в таблице ниже, хорошо иллюстрирует экспоненциальный рост трафика в российских научно-образовательных сетях в целом.



Рис. 4. Схема интернет-связности сети NORDUnet

Таблица 2

Динамика роста емкости международного канала сети RUNNet

Год	Емкость канала	Оператор связи
1995	256 Кбит/с	ЛЭЙВО
1996	1 Мбит/с	Метроком
1997	2 Мбит/с	Метроком
1998	8 Мбит/с	Метроком
2000	34 Мбит/с	Метроком
2002	155 Мбит/с	Сонера Рус
2003	622 Мбит/с	Метроком

Накануне своего десятилетия, летом 2003 г., сеть RUNNet провела модернизацию своей инфраструктуры, увеличив пропускную способность магистральных каналов связи. Емкость международного канала, связывающего RUNNet с сетью NORDUnet, составляет теперь 622 Мбит/с. Канал Москва — Санкт-Петербург, играющий ключевую роль в обеспечении внутрироссийской связности сети, расширен также до 622 Мбит/с.

Новый международный канал сети RUNNet запущен компанией «Метроком», ставшей победителем открытого конкурса, проведенного по заказу Минобразования России Государственным НИИ информационных технологий и телекоммуникаций (ГНИИ ИТТ «Информика»). В рамках контракта, заключенного по итогам тендера, ЗАО «Метроком» и ЗАО «Раском» организовали цифровой канал связи Хельсинки — Санкт-Петербург — Москва с пропускной способностью 622 Мбит/с (STM-4), связывающий оборудование сети NORDUnet на территории научного суперкомпьютерного центра университета Хельсинки с магистральными маршрутизаторами сети RUNNet в Санкт-Петербурге и Москве. Для подключения международного канала связи на территории России используются ресурсы цифровой волоконно-оптической магистральной сети РАСКОМ протяженностью свыше 1000 км между Москвой, Санкт-Петербургом и границей с Финляндией.

В подразд. 1.2.1 приведены данные по мониторингу международного канала RUNNet, показывающие, что после увеличения емкости данного канала не только его ресурсы вполне достаточны для обеспечения текущих потребностей пользователей сети RUNNet, но и имеется существенный резерв в случае возрастания нагрузки на этот канал.

Часть научно-образовательных учреждений в настоящее время получает глобальную интернет-коннеktivность через сеть RUnet, имеющую свой международный канал. До недавнего времени абонентов сети RUnet с международным сегментом Интернета соединяли два канала STM-1 с пропускной способностью по 155 Мбит/с. В августе 2003 г. введен в эксплуатацию новый канал, емкость которого составляет 622 Мбит/с (STM-4).

Городская инфраструктура в Москве и Санкт-Петербурге

Сетевая инфраструктура RUNNet в Москве и Санкт-Петербурге играет ключевую роль в работе сети. Она объединяет базовые узлы, в которых происходит подключение московских и петербургских организаций, региональных сетей (по междугородным наземным и спутниковым каналам), осуществляется обмен трафиком с другими интернет-провайдерами (в точках Internet Exchange и путем прямых соединений), организован доступ к международному каналу. В Москве и Санкт-Петербурге создана высокоскоростная опорная сеть на базе волоконно-оптических линий связи, в которой в качестве базовых используются технологии ATM (155 Мбит/с) и GigabitEthernet.

Точки опорной инфраструктуры RUNNet находятся как в организациях, осуществляющих администрирование сети (ГНИИ ИТТ «Информика», Вузтелекомцентр), так и в точках присутствия канальных телекоммуникационных операторов. Перечислим основные узлы этой опорной сети.

Москва

- ММТС-9 (ул. Бутлерова, д. 7);
- Центральный телеграф (ул. Тверская, д. 7);
- «3 вокзала» (Комсомольская пл., д. 1);
- Минобразования России (Ул. Люсиновская, д. 51, ул. Шаболовская, д. 33);
- Центр управления сетью в ГНИИ ИТТ «Информика» (Брюсов пер., д. 21, стр. 2).

Санкт-Петербург

- ул. Боровая, д. 57 (ВЦ Октябрьской ж/д);
- Марсово поле, д. 1 (ОАО «Ленэнерго»);
- Центр управления (ул. Саблинская, д. 14).

Важным элементом инфраструктуры RUNNet в Москве является ее связность с центральным сегментом ИАИС Минобразова-

ния России, которая представляет собой необходимый фактор в обеспечении повышения качества системы управления сферой образования. В настоящее время связность сети RUNNet с центральным сегментом ИАИС сферы образования осуществляется посредством каналов в г. Москве ул. Люсиновская, д. 51 — ул. Шаболовская, д. 37 — ММТС-9 (ул. Бутлерова, д. 7) и ул. Шаболовская, д. 33 — ММТС-9. Емкость каналов 155 Мбит/с.

Внутригородские подключения университетов реализуются, как правило, по волоконно-оптическим линиям связи, для которых характерны скорости 10 Мбит/с, 100 Мбит/с, а в некоторых случаях — 1 Гбит/с (технологии Ethernet, FastEthernet и GigabitEthernet).

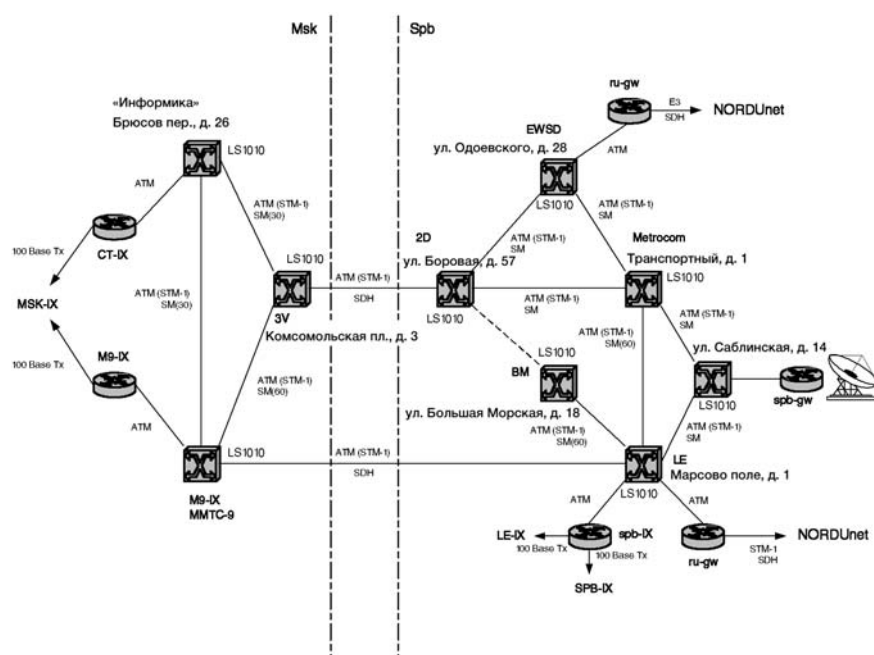


Рис. 5. Городская инфраструктура в Москве и Санкт-Петербурге

Спутниковый сегмент RUNNet

Создание сети RUNNet в 1995 г. началось с организации собственной сетевой инфраструктуры, использующей спутниковые каналы связи. В тот период эти цифровые каналы с производительностью 256, 128 и 64 Кбит/с, по которым к узлам RUNNet в Москве и Санкт-Петербурге был подключен ряд региональных университетов (Новосибирский, Уральский, Саратовский, Ульяновский и др.), стали большим шагом вперед, придя на смену низкоскоростным наземным каналам, организованным на базе телефонных линий связи (характерные скорости 28,8 и 33,6 Кбит/с). В последние годы спутниковый сегмент уже не играет в RUNNet ключевой роли, но для ряда региональных университетов эти каналы связи по-прежнему имеют весьма существенное значение.

Спутниковый сегмент RUNNet в настоящее время использует спутник ЯМАЛ-100, а суммарная пропускная способность спутниковых каналов связи, замкнутых на Санкт-Петербургский узел RUNNet, составляет около 5 Мбит/с. Обеспечение функционирования спутникового сегмента осуществляется телепортом, расположенным на технологических площадках Вузтелекомцентра (Санкт-Петербург). Сейчас 11 университетов имеют работающие станции спутниковой связи и используют спутниковый доступ для себя и подключенных к ним региональных сетей:

- Алтайский государственный университет;
- Дагестанский государственный университет;
- Дальневосточный государственный университет;
- Красноярский государственный технический университет;
- Кабардино-Балкарский государственный университет;
- Оренбургский государственный университет;
- Саратовский государственный университет;
- Северо-Кавказский государственный технологический университет;
- Томский государственный университет;
- Томский политехнический университет;
- Удмуртский государственный университет.

**Взаимодействие с некоммерческими
и коммерческими сетями.
Точки обмена трафиком**

RUNNet в настоящее время имеет прямой пиринг (связность на уровне прямых физических соединений) с научно-образовательными сетями RBnet, Relarn-IP, FREEnet, MSUnet, Radio-MSU, IPnet и др. Уровень связности — 100 Мбит/с. Сети Relarn-IP, FREEnet, MSUnet, Radio-MSU используют международный канал сети RUNNet для обеспечения собственной международной связности. Сеть RBnet использует международный канал сети RUNNet как резервный. Взаимодействие с сетью RBnet, кроме того, выражается также в совместном использовании каналов ЗАО «ТрансТелеКом» для организации связности региональных узлов RUNNet в ряде городов (Новосибирск, Екатеринбург, Нижний Новгород, Ростов-на-Дону и др.) с центральным узлом сети RUNNet в Москве.

Наличие обмена трафиком с телекоммуникационными сетями общего пользования очень важно для любой научно-образовательной сети как с точки зрения удовлетворения образовательных потребностей населения и потребностей образовательных учреждений, многие из которых получают доступ к образовательным информационным ресурсам сети RUNNet через телекоммуникационные сети общего пользования, так и с точки зрения предоставления качественного доступа для пользователей сети RUNNet к ресурсам public-Интернета. RUNNet в настоящее время имеет прямую связность на физическом уровне более чем с 50 телекоммуникационными сетями общего пользования (сетями коммерческих интернет-провайдеров) и пиринг более чем со 100 телекоммуникационными сетями с использованием точек обмена трафиком MSK-IX, SPb-IX, NSK-IX на уровне 100 Мбит/с.

Приведем перечень крупных некоммерческих и коммерческих интернет-провайдеров, с которыми RUNNet имеет соглашения об обмене трафиком и с которыми обеспечивается либо прямая связность, либо пиринг в узлах Internet Exchange. В табл. 3 указано наименование сети или компании-провайдера и номер автономной системы (AS). Данный перечень не является исчерпывающим, а

лишь иллюстрирует наличие сетевого взаимодействия с ведущими интернет-провайдерами.

Таблица 3

Крупнейшие интернет-провайдеры, имеющие соглашения об обмене трафиком с RUNNet

Наименование сети	Номер AS
<i>Некоммерческие сети</i>	
RBNet — Russian Backbone Network	AS5568
Сеть FREEnet	AS2895
Сеть RELARN-IP	AS3316
Сеть RADIO-MSU	AS2683
Сеть RSSI (Russian Space Science Internet)	AS3218
MSUnet — Сеть Московского государственного университета	AS2848
Сеть IPnet	AS5558
<i>Коммерческие сети (пиринг в Москве)</i>	
Сеть RELCOM	AS2118
Сеть DEMOS. Компания «Демос-Интернет»	AS2578
Сеть компании Global One Russia (ROSPRINT)	AS2854
Сеть компании «ТрансТелеКом»	AS20485
Сеть ROSNET	AS6863
Сеть компании «Зенон» (ZENON)	AS6903
Сеть компании Teleport-TP (PORTAL)	AS8263
Сеть компании «Гарант-Парк-Телеком»	AS5537
Сеть компании «Комстар»	AS6731

Наименование сети	Номер AS
Сеть компании «ПТТ-Телепорт-Москва» (PTTNET)	AS6795
Сеть компании «Макомнет» (MACOMNET)	AS8470
Сеть компании «Комкор» (COMCOR)	AS8732
Сеть компании «Трансинформ»	AS12979
Сеть компании КОМПТЕК (Yandex)	AS13238
Сеть компании AG TELECOM	AS9110
<i>Коммерческие сети (пиринг в Санкт-Петербурге)</i>	
Сеть компании «Метроком»	AS6850
Сеть компании «Раском»	AS20764
Сеть компании ЛЭИВО	AS6820
Сеть компании «ПетерСтар»	AS20632
Сеть компании «Петерлинк»	AS8377
Сеть компании «Демос-Петербург»	AS8482
Сеть компании WEBPLUS	AS6690

В качестве проблемы сетевого взаимодействия следует отметить, что в настоящее время у RUNNet отсутствует пиринг с тремя крупными российскими интернет-провайдерами — компаниями «РТКОММ», «ГолденТелеком» и «МТУ-Информ». Несмотря на присутствие всех трех указанных операторов в точках обмена трафиком и наличие технических возможностей для организации пиринга, они не участвуют в бесплатном обмене IP-трафиком с другими провайдерами (как коммерческими, так и некоммерческими) в силу политики своих компаний. Из-за этого доступ пользователей этих провайдеров к ресурсам научно-образовательных сетей осуществляется по

международным каналам (благодаря глобальной интернет-коннеktivности всех провайдеров), а соответствующий трафик рассматривается как зарубежный. Наиболее ярко данная проблема проявляется в случае с «РТКОММ», поскольку услугами этой компании пользуется значительное число образовательных учреждений в регионах, подключенных к Интернету через местные подразделения ОАО «Электросвязь».

1.1.3.

Региональные научно-образовательные сети. Подключение региональных вузов в Интернет

Научно-образовательные сетевые сообщества развиваются, как правило, на базе ведущих региональных вузов — классических и технических университетов. В рамках настоящего исследования был проведен анализ подключений сетей вузов к интернет-провайдерам, который проводился следующим образом. По доменному имени официального web-сервера вуза определялся его IP-адрес, далее с помощью сервиса WHOIS, доступного на сервере RIPE (www.ripe.net) проверялась принадлежность данного адреса блоку IP-адресов, выделенных вузу (тем самым исключались возможные случаи хостинга сервера в другой организации). При этом также определялась автономная система (AS), которой принадлежит данный блок адресов. Затем путем запуска утилит traceroute с различных хостов Интернета (Looking Glasses в России и за рубежом) определялись сети-провайдеры, предоставляющие коннеktivность для сети данной организации.

Результаты исследования приведены в табл. 4, состоящей из четырех частей. В первой части перечислены вузы, имеющие прямое подключение к RUNNet или входящие в региональную сеть, подключенную к RUNNet (например, Уральскую сеть EUNnet или сеть юга России RSUnet (R61). Во второй и третьей частях таблицы представлены вузы, подключенные к сетям RBnet и FREEnet. И наконец, в четвертой части приведены вузы, имеющие подключение к коммерческим провайдерам.

Таблица 4

Адреса университетских сайтов и их провайдеры

	Наименование вуза	Адрес web-сервера	Провайдер
<i>Подключение к сети RUNNet</i>			
1	Алтайский государственный технический университет	astu.secna.ru	RUNNet
2	Алтайский государственный университет	www.asu.ru	RUNNet и RBnet
3	Бийский технологический институт	www.bti.secna.ru	RUNNet
4	Вологодский государственный технический университет	www.vstu.edu.ru	RUNNet
5	Дагестанский государственный университет	www.dgu.ru	RSUNet (R61) -> RUNNet
6	Дальневосточный государственный университет	www.dvgu.ru	RUNNet
7	Донской государственный технический университет	www.dstu.edu.ru	RSUNet -> RBnet и RUNNet
8	Кабардино-Балкарский государственный университет	www.kbsu.ru	RUNNet
9	Кемеровский государственный университет	www.kemsu.ru	RUNNet
10	Красноярский государственный технический университет	www.kgtu.runnet.ru	RUNNet
11	Новгородский государственный университет	www.novsu.ac.ru	FREEnet и RUNNet
12	Пермский государственный университет	www.psu.ru	RBnet и RUNNet
13	Петрозаводский государственный университет	petrsu.karelia.ru	RUNNet

Продолжение таблицы 4

	Наименование вуза	Адрес web-сервера	Провайдер
14	Ростовский государственный университет	www.rsu.ru	RBnet и RUNNet
15	Саратовский государственный университет	www.sgu.ru	RUNNet
16	Северо-Кавказский государственный технический университет	www.ncstu.ru	RBnet и RUNNet
17	Северо-Кавказский государственный технологический университет	www.skgtu.ru	RUNNet
18	Таганрогский государственный радиотехнический университет	www.tsure.ru	RSUNet -> RUNNet
19	Томский политехнический университет	www.tpu.ru	RUNNet и ТрансТе- леКом
20	Тюменский государственный университет	www.utmn.ru	EUNnet -> RUNNet
21	Удмуртский государственный университет	www.uni.udm.ru	RUNNet
22	Ульяновский государственный технический университет	www.ulstu.ru	RUNNet и RBnet
23	Ульяновский государственный университет	www.ulsu.ru	RUNNet и RBnet
24	Уральский государственный технический университет	www.ustu.ru	EUNnet -> RUNNet
25	Уральский государственный университет	www.usu.ru	RUNNet
26	Уфимский государственный авиационный технический университет	www.ugatu.ac.ru	RUNNet и Relcom

	Наименование вуза	Адрес web-сервера	Провайдер
<i>Подключение к сети RBnet</i>			
27	Адыгейский государственный университет	www.adygnet.ru	RSUNet (R61) -> RBnet
28	Амурский государственный университет	www.amursu.ru	RBnet
29	Башкирский государственный университет	www.bashedu.ru/ firstbgu_r.htm	RBnet
30	Белгородский государственный технологический университет	www.intbel.ru	RBnet
31	Владимирский государственный университет	www.vpti. vladimir.ru	RBnet
32	Волгоградский государственный университет	www.volsu.ru	RBnet
33	Воронежский государственный университет	www.vsu.ru	RBnet
34	Восточно-Сибирский государственный технологический университет	www.esstu.ru	RBnet
35	Иркутский государственный технический университет	istu.edu.ru	RBnet (через сеть Новосибирского Академгородка)
36	Казанский государственный технологический университет	www.kstu.ru	RASnet -> RBnet
37	Казанский государственный университет	www.ksu.ru	RBnet
38	Калининградский государственный университет	www.albertina.ru	RBnet

Продолжение таблицы 4

	Наименование вуза	Адрес web-сервера	Провайдер
39	Кубанский государственный университет	www.kubsu.ru	RBnet
40	Курский государственный технический университет	kstu.kursk.ru	RBnet
41	Мордовский государственный университет	www.mrsu.ru	RBnet
42	Нижегородский государственный университет	www.unn.ru	RBnet
43	Новосибирский государственный университет	www.nsu.ru	Akademgorodok Internet Project
44	Омский государственный технический университет	www.omgtu.ru	RBnet
45	Омский государственный университет	www.omsu.omskreg.ru	RBnet
46	Оренбургский государственный университет	www.osu.ru	RBnet
47	Орловский государственный технический университет	www.ostu.ru	RBnet
48	Пермский государственный технический университет	www.pstu.ac.ru	RBnet
49	Пушинский государственный университет	www.pushgu.ru	RBnet
50	Самарский государственный аэрокосмический университет	www.ssau.ru	RBnet
51	Самарский государственный технический университет	sstu.samara.ru	RBnet
52	Тверской государственный технический университет	www.tstu.tver.ru	RBnet
53	Тверской государственный университет	university.tversu.ru	RBnet

Продолжение таблицы 4

	Наименование вуза	Адрес web-сервера	Провайдер
54	Томский государственный университет	www.tsu.ru	RBnet
55	Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники	www.tusur.ru	Академгородок -> RBnet
56	Тульский государственный университет	www.tsu.tula.ru	RBnet
57	Хабаровский государственный технический университет	www.khstu.ru	RBnet
58	Чувашский государственный университет	www.chuvsu.ru	RBnet

Подключение к сети FREEnet

59	Воронежский государственный технический университет	www.vorstu.ac.ru	FREEnet
60	Ивановский государственный университет	www.ivanovo.ac.ru	FREEnet
61	Кузбасский государственный технический университет	www.kuzstu.ru	FREEnet
62	Пензенский государственный университет	www.stup.ac.ru	FREEnet
63	Южно-Уральский государственный университет	www.susu.ac.ru	FREEnet
64	Ярославский государственный университет	www.uniyar.ac.ru	FREEnet

Подключение к сетям коммерческих провайдеров

65	Архангельский государственный технический университет	www.agtu.ru	Интернет-Архангельск -> РТКОММ
----	---	-------------	--------------------------------

Продолжение таблицы 4

	Наименование вуза	Адрес web-сервера	Провайдер
66	Астраханский государственный технический университет	www.astu.astranet.ru	ТрансТелеКом
67	Белгородский государственный университет	www.bsu.edu.ru	ТрансТелеКом
68	Бурятский государственный университет	www.bsu.burnet.ru	BURNET -> ТрансТелеКом
69	Владивостокский государственный университет экономики и сервиса	www.vvsu.ru	РТКОММ
70	Волгоградский государственный технический университет	www.vstu.ru	ГолденТелеком
71	Дальневосточный государственный технический университет	www.festu.ru	РТК-Приморье -> Транстелеком и РТКОММ
72	Ивановский государственный химико-технологический университет	www.isuct.ru	Вологда-Интернет -> РТКОММ
73	Ивановский государственный энергетический университет	www.ispu.ru	MTSNet
74	Иркутский государственный университет	www.isu.ru	РТКОММ
75	Казанский государственный технический университет	www.kai.ru	РТКОММ
76	Калининградский государственный технический университет	www.klgtu.ru	ГазКомплектТелеком -> за рубеж
77	Калмыцкий государственный университет	www.kalmsu.ru	РТКОММ

Продолжение таблицы 4

	Наименование вуза	Адрес web-сервера	Провайдер
78	Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет	www.knastu.ru	РТКОММ (через Хабаровск)
79	Костромской государственный технологический университет	www.kstu.edu.ru	Релком
80	Костромской государственный университет	www.ksu.kostroma.net	РТКОММ
81	Красноярский государственный университет	www.krasu.ru	РТКОММ
82	Кубанский государственный технологический университет	www.kubstu.ru	ЮгТелеком -> ТрансТелеКом, РТКОММ
83	Курганский государственный университет	www.ksu.zaural.ru	ТрансТелеКом
84	Липецкий государственный технический университет	www.stu.lipetsk.ru	Липецк-Связь -> РТКОММ и ТрансТелеКом
85	Магнитогорский государственный технический университет	www.mgma.mgn.ru	РТКОММ
86	Магнитогорский государственный университет	www.masu.ru	УралСвязь-Информ -> CWnet
87	Марийский государственный технический университет	www.marstu.mari.ru	Мартелеком -> РТКОММ
88	Марийский государственный университет	www.marsu.ru	Мартелеком -> РТКОММ

Продолжение таблицы 4

	Наименование вуза	Адрес web-сервера	Провайдер
89	Мурманский государственный технический университет	www.mstu.edu.ru	РТКОММ
90	Нижегородский государственный технический университет	www.nntu. sci-nnov.ru	Сенди-Инфо -> ГолденТелеком, ТрансТелеКом
91	Новосибирский государственный технический университет	www.nstu.ru	РТКОММ
92	Поморский государственный университет	www.pomorsu.ru	ГолденТелеком в Архангельске
93	Рязанская государственная радиотехническая академия	www.rgrta. ryazan.ru	ИНЭКО -> РТКОММ, ТрансТелеКом
94	Самарский государственный университет	www.ssu. samara.ru	РТКОММ и ТрансТелеКом
95	Сахалинский государственный университет	www.sakhgu. sakhalin.ru	Южно-Сахалинская телефонная сеть -> РТКОММ
96	Северо-Осетинский государственный университет	www.nosu.ru	РТКОММ
97	Сибирский государственный индустриальный университет	www.sibsiu.ru	Связь-Сервис-Кемерово -> ТрансТелеКом
98	Сибирский государственный технологический университет	www.sibstu.kts.ru	РТКОММ

	Наименование вуза	Адрес web-сервера	Провайдер
99	Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики	www.sibsutis.ru	РТКОММ
100	Ставропольский государственный университет	www.stavsu.ru	Ставропольская Электросвязь -> РТКОММ
101	Сургутский государственный университет	www.surgu.ru	Сургуттел -> РТКОММ
102	Сыктывкарский государственный университет	www.syktsu.ru	Parma Inform Ltd. -> РТКОММ
103	Тамбовский государственный технический университет	www.tstu.ru	РТКОММ
104	Тамбовский государственный университет	tsu.tmb.ru	Тамбовская Электросвязь -> РТКОММ и ТрансТелеКом
105	Тывинский государственный университет	www.tuva.ru/tgu	ТуваСвязь-Информ -> РТКОММ
106	Хакаский государственный университет	www.khsu.ru	ТрансТелеКом
107	Челябинский государственный университет	www.csu.ru	УралСвязь-Информ -> Cwnet
108	Череповецкий государственный университет	www.csu.metacom.ru	ГолденТелеком
109	Якутский государственный университет	www.ysu.ru	РТКОММ

Заметим, что в данном исследовании рассматривались блок IP-адресов, в которых размещен официальный web-сервер вуза, и блоки, выданные сетью RUNNet, а не все используемое вузом адресное пространство. Поэтому возможны случаи, когда вуз пользуется услугами нескольких провайдеров, а в таблице указан лишь один из них, т.е. некоторые из сведенных в последнюю часть таблицы вузов могут иметь сетевые сегменты, доступ из которых в Интернет обеспечивается некоммерческими сетями. Тем не менее с учетом сделанных оговорок можно отметить, что две трети из рассмотренных 109 региональных вузов в качестве основного способа доступа в Интернет используют подключение через научно-образовательные сети.

В ближайшей перспективе в соответствии с концепцией развития отраслевой телекоммуникационной инфраструктуры Минобробразования России будет осуществлен полный переход образовательных сетей и сетей образовательных учреждений, получавших до настоящего времени интернет-услуги в сети Rbnet, на сеть RUNNet, с выделением при этом для RBnet функции магистрального интегратора академических, образовательных и других ведомственных сетей.

Так, например, в мае 2003 г. был создан телекоммуникационный узел магистральной наземной инфраструктуры RUNNet в Новосибирске, к которому, наряду с образовательными учреждениями этого города, подключаются университеты Кемеровской области и Алтайского края. В 2004 г. планируется создание магистральных телекоммуникационных узлов RUNNet в Южном федеральном округе (Ростов-на-Дону), Уральском федеральном округе (Екатеринбург), Приволжском федеральном округе (Нижний Новгород, Самара).

RUNNet до сравнительно недавнего времени позиционировалась в основном как университетская сеть. В настоящее время происходит смещение акцентов в деятельности сети на сферу общего среднего и начального профессионального образования. Ставится задача подключения к сети RUNNet образовательных учреждений всех уровней образования по наземным и радиоканалам. В рамках реализации этого направления производится оснащение региональных узлов RUNNet средствами связи с использованием выделенных линий (xDSL), модемного и радиодоступа. Эти технологии уже достаточно активно используются в RUNNet (Алтайский край,

Новгородская область, Тамбовская область, Новосибирская область, Пермская область, Республика Татарстан и др.).

Во многих городах Российской Федерации, в которых имеются узлы сети RUNNet, существует собственная развитая опорная внутригородская телекоммуникационная инфраструктура, предназначенная для подключения к сети отдельных образовательных учреждений, а также организаций науки, культуры и здравоохранения. Точки опорной инфраструктуры находятся как в организациях, осуществляющих администрирование сети, так и в точках присутствия канальных телекоммуникационных операторов. Наиболее развита подобная инфраструктура в Москве и Санкт-Петербурге. Кроме этих двух крупнейших центров, в качестве примеров можно привести следующие города, где созданы и успешно работают крупные региональные научно-образовательные сети: Екатеринбург, Новосибирск, Ростов-на-Дону, Кемерово, Пермь, Тамбов, Томск, Тула, Ярославль.

1.2.

Мониторинг состояния опорной телекоммуникационной инфраструктуры образовательной информационной среды

1.2.1.

Международный канал RUNNet

Международный канал RUNNet-NORDUnet имеет в настоящее время пропускную способность 622 Мбит/с (STM-4). При исследовании статистика загрузки снималась с граничного маршрутизатора, расположенного в Санкт-Петербурге (ru-spb-gw.runnet.ru, 193.10.252.146). Результаты в виде графиков изменения суточного, недельного, месячного и годового трафика приведены ниже.

В таблицах приведены максимальные и средние значения трафика за соответствующий период — абсолютные значения (Мбит/с)