

ФЕДЕРАЛЬНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ СЕТЬ RUNNET: ИНФРАСТРУКТУРА И СЕРВИСЫ 2012

Ю.В. Гугель, Ю.Л. Ижванов

Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций (ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика»), Санкт-Петербург, Москва

E-mail: gugel@runnet.ru, yli@informika.ru

Федеральная университетская компьютерная сеть России RUNNet (Russian UNiversity Network) является основой телекоммуникационной инфраструктуры единой образовательной информационной среды. Созданная в 1994 году в рамках государственной программы «Университеты России» и успешно развивавшаяся при реализации ряда федеральных, межведомственных и отраслевых программ, сегодня сеть RUNNet является крупнейшей российской научно-образовательной IP-сетью, предоставляющей услуги более чем 500 университетам и другим крупным образовательным и научно-исследовательским учреждениям, подключенным либо непосредственно на опорную сеть RUNNet, либо через региональные научно-образовательные сети. Опорная инфраструктура сети обеспечивает для российских организаций возможность интеграции в международное научно-образовательное пространство, реализацию международной кооперации в области науки и образования [1].

Работы по построению и развитию сети RUNNet проводятся по заданию Министерства образования и науки РФ. Оперативным управлением и развитием сети занимается Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций (ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика»). Центр управления сети работает на базе филиала ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика» в Санкт-Петербурге.

В статье рассматривается текущее состояние инфраструктуры сети RUNNet, приводится информация о выполняемых в настоящее время работах по развитию сети и ее сервисов, в частности создании корпоративной телефонной IP-сети и развертывании платформы облачных вычислений.

Телекоммуникационная инфраструктура

Телекоммуникационные узлы сети RUNNet на данный момент имеются в 56 регионах России. Сеть RUNNet анонсирует во внешний мир более 1500 префиксов различной длины. Общее количество пользователей сети по независимым экспертным оценкам составляет около двух миллионов человек, что делает ее не только крупнейшей научно-образовательной сетью, но и одной из крупнейших компьютерных сетей России и мира [2].

В состав опорной инфраструктуры RUNNet входят федеральные узлы сети в Москве, Санкт-Петербурге, Самаре, Новосибирске, Хабаровске, Екатеринбурге, Нижнем Новгороде, Ростове-на-Дону, Владивостоке и региональные узлы в ведущих классических и технических университетах страны. Для обеспечения внутрироссийской магистральной связности используются цифровые каналы связи ЗАО «Компания ТрансТелеКом», ОАО «Ростелеком», ЗАО «Синтерра» и других канальных операторов. Сеть обеспечивает связность академических и университетских центров, ресурсных центров сферы образования друг с другом, а также с международными научными сетями (GEANT, NORDUnet, NLR и др.), российскими научно-образовательными сетями федерального уровня RBNet, RASNet, RUHEP, RSSI) и региональными научно-образовательными сетями [3].

Внутрироссийская связность RUNNet в 2011 году на основных направлениях обеспечивалась каналами: Москва – Санкт-Петербург – 20 Гб/с; Москва – Самара – 200 Мб/с; Москва – Новосибирск – 260 Мб/с; Москва – Хабаровск – 120 Мб/с; Москва – Владивосток – 100 Мб/с; Москва – Екатеринбург – 200 Мб/с; Москва – Ростов-на-Дону – 100 Мб/с; Москва – Нижний Новгород – 270 Мб/с; Москва – Челябинск – 30 Мб/с; Москва – Пермь – 130 Мб/с; Москва – Томск – 120 Мб/с; Москва – Ставрополь – 150 Мб/с; Москва – Краснодар – 100 Мб/с; Москва – Саратов – 330 Мб/с.

Связность сети RUNNet с мировым информационным телекоммуникационным пространством образования и науки обеспечивается каналами Москва – Санкт-Петербург – Стокгольм – Амстердам (10 Гб/с) и Москва – Санкт-Петербург – Хельсинки – Стокгольм (10 Гб/с). Узлы RUNNet, находящиеся на площадках научно-образовательной сети стран Северной Европы (NORDUnet, Стокгольм), Института субатомной физики Нидерландов (NIKHEF, Амстердам) и Суперкомпьютерного центра Финляндии (CSC, Хельсинки), обеспечивают доступ RUNNet и всех научно-образовательных сетей России в международные межнациональные научно-образовательные компьютерные сети.

В настоящее время в странах Европы осуществляется переход научно-образовательных сетей от моделей построения сетей, основанных на аренде каналов связи к моделям, основанным на аренде «темного волокна» [4]. Целями такого перехода являются: удовлетворение растущих требований потребителей (университетов и научных организаций) к пропускной способности каналов, в том числе высокоскоростной IP-доступ, организация лямбда-сетей, организация частных соединений на основе технологии light path; организация узлов обмена оптическим трафиком по аналогии с узлами обмена IP-трафиком; возможность использования технологии спектрального плотного мультиплексирования LH/ULH DWDM с пропускными способностями 64 x 10G (в перспективе – 40G); возможность управления ресурсами со стороны пользователя – Targeting User Controlled Provisioning (UCLP). В качестве примера такого процесса следует отметить переход на технологии DWDM, осуществленный интегрированной сетью стран Северной Европы NORDUnet – партнера научно-образовательной сети RUNNet в данном проекте.

На участке Санкт-Петербург – Хельсинки функционирует собственная DWDM система ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика» [5], объединяющая российские научно-образовательные сети с сетями Европы и США высокоскоростной магистралью с возможностью организовать до 72 длин волн, при этом общая скорость пропуска трафика может составить 7200 Гбит/с за счет использования транспондеров с пропускной способностью 100 Гбит/с. Для строительства этого сегмента сети применено оборудование Common Photonic Layer (CPL) и OME 6500 производства NORTEL – наиболее современные разработки для построения высокоскоростных сетей. На протяжении оптоволоконной линии связи были установлены 6 новых узлов связи, два из которых (в Санкт-Петербурге и Хельсинки) являются узлами доступа и позволяют осуществлять выделение каналов. В Санкт-Петербурге узел доступа размещен в Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе РАН. Второй узел доступа размещен в Суперкомпьютерном центре в Хельсинки CSC – IT Center for Science.

RUNNet имеет развитые региональные сегменты в Москве и Санкт-Петербурге. В Москве базовые узлы сети размещены на площадках крупных телекоммуникационных узлов М-9 (ул. Бултерова, д. 7), М-10 (Сущевский вал, д. 26), ЦТ (ул. Тверская, д. 7), Брюсов пер. 21, и др. Пользователями RUNNet в Москве являются такие вузы, как МГУ им. М.В. Ломоносова, МГТУ им. Н.Э. Баумана, МЭИ, МАИ, МИФИ, МФТИ, МИРЭА, МГИЭМ, МГТУ «Станкин», МИЭТ, РЭА им. Г.В. Плеханова, МПГУ, МИСИС, МАДИ, МАТИ, МГАПИ и др. Пропускная способность опорной инфраструктуры RUNNet в Москве – 10 Гб/с. Подключение вузов осуществляется, как правило, каналами с пропускной способностью 1 или 10 Гб/с.

В Санкт-Петербурге имеются девять базовых узлов опорной сети и несколько десятков узлов доступа, расположенных в высших учебных заведениях и научно-исследовательских учреждениях города. Транспортная сеть в Санкт-Петербурге построена на базе волоконно-оптических линий связи, и передача данных осуществляется по каналам с производительностью 1 Гбит/с и 100 Мбит/с. К RUNNet подключены практически все государственные вузы города (включая СПбГУ, СПбГПУ, СПбНИУ ИТМО, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», РГПУ им. А.И. Герцена, СПбГУЭФ и др.), несколько десятков учреждений науки, культуры и здравоохранения (Государственный Русский музей, Российская национальная библиотека, Физико-технический институт им. А.И. Иоффе РАН, Институт мозга человека РАН и др.), региональные научно-образовательные сети РОКСОН и Rusnet.

Инфраструктура сети RUNNet используется в ряде крупных проектов для обеспечения телекоммуникационной связности и размещения сетевых ресурсов. Так например, в рамках Федеральной целевой программы «Развитие инфраструктуры nanoиндустрии в Российской Федерации на 2008-2010 годы» на базе RUNNet создана информационная сеть для обмена научно-техническими и инженерными данными для nanoиндустрии России. Сеть RUNNet обеспечивает связность высокопроизводительных вычислительных ресурсов университетов России, входящих в перечень Top50 (top50.supercomputers.ru), в том числе суперкомпьютерных комплексов МГУ им. М.В. Ломоносова, Санкт-Петербургского, Владимирского, Новосибирского, Нижегородского, Пермского, Томского, Южно-Уральского государственных университетов, Московского физико-технического института, Южного федерального университета др.

Информационные ресурсы в сети RUNNet

В Москве и Санкт-Петербурге имеются развитые дата-центры, в которых располагаются серверы, поддерживающие базовые сервисы сети RUNNet, а также предоставляется хостинг национальным и региональным научно-образовательным интернет-проектам. В сети RUNNet расположено большинство крупных информационных ресурсов сферы науки и образования России, в том числе такие интернет-ресурсы как официальный сайт Минобрнауки России (www.mon.gov.ru), Федеральный портал «Российское образование» (www.edu.ru), портал «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (window.edu.ru), Федеральный центр информационных образовательных ресурсов (fcior.edu.ru), Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (school-collection.edu.ru), Федеральный интернет-портал «Нанотехнологии и наноматериалы» (www.portalnano.ru) и др.

Основные сведения о сети RUNNet, ее инфраструктуре и пользователях, текущих проектах представлены на информационном сайте www.runnet.ru. На данном сайте также размещены материалы совещаний по развитию и повышению эффективности функционирования сети RUNNet, которые ежегодно проводятся в различных регионах России на базе университетов, в которых расположены узлы сети. Материалы этих совещаний (презентации докладов) позволяют получить достаточно подробное представление о текущем состоянии и работах по развитию магистральной части сети и ее региональных сегментов.

На сайте Центра управления сети (noc.runnet.ru) поддерживается база данных о пользователях RUNNet, предоставляется доступ к служебной информации и к сервисам для технического и административного персонала сети, включая мониторинг работы сети, статистику загрузки каналов и др.

IP-телефония в сети RUNNet

В 2011 году в сети RUNNet реализован проект построения корпоративной телефонной IP-сети, связавшей территориально распределенные подразделения ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика», включая шесть площадок в Москве и офис филиала в Санкт-Петербурге, а также предоставившей возможность выхода в телефонную сеть этих городов.

В настоящее время функционирует программная телефонная станция на базе IP (RUNNet IP-PBX) Asterisk (www.asterisk.org). Используемая IP-АТС является бесплатным, свободно распространяемым VoIP-решением с открытым исходным кодом и может быть установлена на любой операционной системе семейства GNU/Linux. В данном случае система работает на сервере под управлением операционной

системы CentOS версии 6 и основана на программной IP-АТС Asterisk версии 1.8. Положительная особенность используемой IP-АТС заключается в возможности не проксировать медиа-данные (аудио и видео потоки), таким образом, во время разговора двух абонентов, весь голосовой трафик будет идти напрямую от одного телефонного аппарата к другому, не загружая Asterisk сервер.

Пользователи IP-АТС могут совершать локальные (внутренние) и внешние вызовы, использовать сервис голосовой почты, организовывать аудио-конференции. В системе реализован клиентский портал (ip-rbx.ru), на котором любой подключенный к системе пользователь может изменять личные настройки и функционал своей учетной записи (под функционалом понимаются все доступные пользователю сервисы системы, такие как голосовая почта, автоответчик и др.). Администрирование АТС можно осуществлять при помощи веб-интерфейса, встроенного в IP-АТС Asterisk. Этот инструмент позволяет производить удаленную настройку как системы в целом, так и ее отдельно взятых элементов (телефонных аппаратов, шлюзов и т.п.).

В настоящее время ведутся работы по полномасштабной реализации системы корпоративной вузовской VoIP-телефонии с целью оптимизации и повышения эффективности передачи голосового трафика и минимизации финансовых затрат на оплату телефонных услуг в российских университетах, подключенных к сети RUNNet.

Опыт развертывания инфраструктуры облачных вычислений

Сегодня технологии облачных вычислений (Cloud Computing) приобретают все большую популярность, а соответствующие платформы и сервисы интенсивно разрабатываются и внедряются в эксплуатацию крупнейшими ИТ-компаниями и консорциумами. Для образовательного сообщества использование различных категорий облачных сервисов представляется весьма актуальным и перспективным применительно к решению самого широкого круга задач – от виртуализации инфраструктуры (IaaS, Infrastructure as a Service) до предоставления «в аренду» программного обеспечения (SaaS, Software as a Service). Развитые облачные платформы позволяют образовательным учреждениям обеспечить надежное хранение и работу с большими объемами данных, развернуть в «облаке» системы дистанционного обучения, системы управления учебным процессом, организовать удаленный доступ преподавателей и учащихся к виртуальным машинам для выполнения лабораторных практикумов, получать доступ к значительным вычислительным мощностям и дорогостоящему программному обеспечению научно-образовательной направленности и т.д.

Совокупность телекоммуникационной инфраструктуры RUNNet, включающей высокоскоростные каналы связи и надежное сетевое оборудование, и современных дата-центров сети федерального и университетского уровней с аккумулированными в них значительными вычислительными ресурсами позволяет рассчитывать на эффективную реализацию на их основе и последующее широкое практическое применение современных технологий облачных вычислений.

В течение 2011 года сотрудниками Санкт-Петербургского филиала ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика» был выполнен комплекс работ, нацеленный на апробацию и введение в тестовую эксплуатацию собственной инфраструктуры облачных вычислений. По результатам проведенных изысканий за основу при построении облачной инфраструктуры была выбрана весьма динамично развивающаяся облачная платформа OpenStack (www.openstack.org). Эта платформа представляет собой набор («стек») открытого программного обеспечения, ориентированный на создание вычислительных облаков и облачных хранилищ данных приватного и публичного уровня [6]. Ключевыми элементами программной платформы являются: OpenStack Nova (развитая система управления жизненным циклом виртуальных машин), OpenStack Glance (сервис для работы с образами виртуальных машин) и OpenStack Swift (распределенное, высоконадежное хранилище с гибкой системой синхронизации и возможностью репликации данных).

Аппаратную основу «облака» составляет набор из 5 однотипных серверных узлов, объединенных между собой сетью Gigabit Ethernet (конфигурация узла - 4xCPU Xeon E5620 2.40GHz, RAM 8/12 Gb, HDD 4x1 Tb). Все компьютеры работают под управлением свободной серверной операционной системы Linux Ubuntu 11.10 (www.ubuntu.com), на них установлено программное обеспечение облачной платформы Openstack (развиваемая версия Essex). Для хранения образов и работающих экземпляров виртуальных машин используется распределенная, линейно масштабируемая, отказоустойчивая файловая система GlusterFS (www.gluster.org). Управление сервисами OpenStack может производиться непосредственно на серверах облака администратором (в режиме командной строки) или с использованием веб-интерфейса (OpenStack Dashboard), на данном этапе реализации проекта относительно ограниченного по своим функциональным возможностям.

В настоящее время облачная инфраструктура RUNNet функционирует в режиме тестовой эксплуатации: в «облаке» запущен ряд виртуальных машин, работающих под управлением ОС семейства UNIX и отвечающих за предоставление типовых интернет-сервисов сети. Дальнейшее развитие облачной инфраструктуры предполагает переход к полнофункциональному рабочему режиму, перенос и развертывание на платформе части сервисов сети, расширение вычислительной «мощности» облака за счет включения в него новых серверов из дата-центров университетов, подключение к RUNNet, предоставление пользователям образовательных учреждений широких возможностей по практическому использованию облачных сервисов.

Литература

1. Тихонов А.Н. Применение ИКТ в высшем образовании Российской Федерации: текущее состояние, проблемы и перспективы развития // Информатизация образования и науки. 2009. №4. С. 10-26.

2. Ижванов Ю.Л., Гугель Ю.В. Сравнительный анализ характеристик российских и международных научно-образовательных сетей // Информатизация образования и науки, №1, 2009. С. 28-33.
3. Гугель Ю.В., Ижванов Ю.Л. Федеральная компьютерная сеть RUNNet. Особенности транспортной инфраструктуры // Труды XVIII Всероссийской научно-методической конференции «Телематика'2011», Санкт-Петербург, 20-23 июня 2011 г. Т.2. С. 229-232.
4. Гугель Ю.В., Ижванов Ю.Л. Темное волокно – светлое будущее научно-образовательных сетей? // Труды XV Всероссийской научно-методической конференции «Телематика'2008», Санкт-Петербург, 23-26 июня 2008 г. С. 157-158.
5. Куракин Д.В. Работы по развитию инфраструктуры национальной компьютерной сети науки и высшей школы // Журнал «Информатизация образования и науки», № 2, 2009. С. 30-37.
6. OpenStack Compute Administration Guide [электронный ресурс] // The OpenStack project. 2011. URL: <http://docs.openstack.org/diablo/openstack-compute/admin/os-compute-adminguide-trunk.pdf>.