

Литература

1. О государственном-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: ФЗ № 224.
2. Об утверждении Стратегии развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2020 года: Распоряжение Правительства РФ от 07.08.2009 № 1101-р.
3. Соловьев А. А. Актуальные проблемы систематизации законодательства о спорте в России и за рубежом // Спорт: экономика, право, управление. 2011. № 4. С. 26–29.
4. Алексеев С. В. Зарубежный опыт организации и регулирования профессиональной спортивной деятельности // Спортивное право России. Учебник. 3-е изд. – М.: Юнити-Дана, 2014.
5. Агеев В. Способы финансирования профессионального спорта. Зарубежная практика // GR Sport: информ.-аналит. журнал. 2015. № 03 (10). С. 3–9.

Realization of projects in the field of physical culture and sports with application of mechanisms of state-private partnership

Julia Anatol'evna Ivanova, student Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «Financial University under the Government of the Russian Federation»,

This article describes the key aspects of the new opportunities to attract private investors in the field of physical culture and sports.

Keywords: public-private partnerships, municipal-private partnerships, sports.

УДК 004.77

**НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ.
ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ**

*Юрий Львович Ижванов, канд. техн. наук,
первый заместитель директора по научной работе,
e-mail: izh.yury@bk.ru,
ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика»,
<http://www.informika.ru>*

Целью данной обзорной статьи является анализ современного состояния и изменений, происходящих в национальных компьютерных научно-образовательных сетях (National Research and Educational Networks – NREN), а также определение тенденций их развития.

Ключевые слова: компьютерные сети; научно-образовательные сети; опорная инфраструктура; инфраструктура доступа; сетевые сервисы.

DOI: 10.21777/2500-2112-2017-2-17-27

Феномен научно-образовательных сетей возник еще до появления сети Интернет, и первые вузовские сети строились на иных, нежели TCP/IP, протоколах. Тем не менее компьютерные научно-образовательные сети именно как значимое явление в масштабах государства появились с возникновением и развитием стека протоколов TCP/IP. Собственно, само рождение Интернета явилось, как известно, результатом проекта Агентства передовых научных исследований (ARPA) США, участниками которого были несколько университетов и исследовательских центров (а именно Калифорнийский технологический университет, Университет Юты, Калифорнийский университет Санта-Барбары, Стэнфордский исследовательский центр). История возникновения и развития Интернета хорошо описана во множестве монографий, учебников, а также в научно-популярной литературе. Здесь читателя можно переадресовать в частности к [1–3] и другим источникам. Собственно, именно в рамках научно-образовательных сетей какое-то время и развивался Интернет, пока на него не обратили внимания коммерческие

компании. Нас же в рамках данной статьи будет интересовать именно современный феномен национальных научно-образовательных компьютерных сетей (National Research and Educational Networks – NREN). Сегодня можно выделить следующие характерные особенности NREN.



Ю.Л. Изжванов

1. Пользователями NREN являются прежде всего университеты и научно-исследовательские организации. Основная цель NREN – способствовать осуществлению и повышению эффективности научной и образовательной деятельности как для отдельных своих пользователей, так и в масштабе государства. Это накладывает на научно-образовательные сети определенные специфические требования, описываемые далее.

2. Пользователям NREN зачастую необходимы очень большие пропускные способности для передачи больших объемов данных (т. н. Elephant Flows) на большие расстояния (в том числе в международном масштабе) для поддержки доступа к огромным объемам научной информации и распределенной обработки этой информации. При этом в научно-образовательных сетях возможны резкие (на 2-3 и более порядка) изменения в потребной пропускной способности на относительно небольших интервалах времени. В качестве примера можно привести проекты Big Science, такие как Large Hadron Collider – LHC [4], Square Kilometer Array – SKA [5], European Grid Infrastructure – EGI [6], Partnership for Advanced Computing in Europe – PRACE [7], European Data Infrastructure – EUDAT [8], InfraStructure for the European Network of Earth System Modelling – IS-ENES [9] и другие.

3. Для пользователей NREN характерны высокие требования к качеству сетевых сервисов (QoS), в том числе часто неприемлемы даже небольшие потери и задержки пакетов при передаче данных, в то время как для других пользователей такие потери для многих приложений не являются критическими. При этом, как правило, характеристики QoS необходимо обеспечивать в рамках нескольких взаимодействующих друг с другом сетей, а не одной сети непосредственного провайдера.

4. Пользователи NREN зачастую нуждаются в прозрачном доступе к интерфейсам (в том числе и программным) управления инфраструктурой научно-образовательных сетей для ее оперативной настройки под свои нужды: организация каналов точка-точка заданной пропускной способности (Bandwidth on Demand – BoD), организация L2 и L3 выделенных подсетей и т. п. При этом такие каналы и выделенные подсети часто должны создаваться в рамках административной ответственности не одной, а нескольких научно-образовательных сетей. В качестве примера реализации такого подхода можно привести проекты OSCARS (On-Demand Secure Circuits and Advance Reservation System) научно-образовательной сети США ESnet [10] и AUTOBAHN (Automated Bandwidth Allocation Across Heterogeneous Networks) [11] сети GEANT.

5. В мировой практике именно в рамках научно-образовательных сетей ведется основной объем работ по разработке и внедрению новых технологий и приложений для своих пользователей (университетов и научных организаций). Именно в рамках научно-образовательных компьютерных сетей было осуществлено первое масштабное внедрение технологий и протоколов IPv6, multicast, SDN и других. Т. е. научно-образовательные сети являются прежде всего платформой для инноваций. В этом смысле научно-образовательным сетям не только важно предоставлять возможность отдельным пользователям осуществлять настройку сети под свои нужды (п. 4), но и предоставлять инфраструктуру сети для экспериментов в области телекоммуникаций и информационных технологий, не нарушая при этом целостность и качество предоставления сервисов для других пользователей. Примерами таких сетевых инфраструктур (виртуальных сетевых лабораторий) являются проекты GENI (Global Environment for Network Innovations) [12] и GTS (GEANT Testbed Service) [13].

6. Для всех интернет-сетей важной является организация обмена трафиком друг с другом, реализуемая с помощью систем обмена IP-трафиком (Internet Exchange – IX). Для NREN кроме участия в таких системах характерна организация специализированных точек обмена IP-трафиком друг с другом, а также точек обмена т. н. лямбда-трафиком (Open Lightpath Exchanges – OLX), позволяющих повысить качество и надежность обмена информацией между научно-образовательными сетями и тем самым улучшить предоставление сервисов своим пользователям. Примерами могут служить системы обмена лямбда-трафиком NetherLight (SURFnet), NorthenLight (NORDUnet), MAN LAN (Internet2) и другие.

7. Для NREN характерно активное сотрудничество не только в рамках организации обычного для коммерческих сетей транзита IP-трафика из одной сети в другую, но и в рамках проектов, позволяющих реализовать необходимые пользователям глобальные сервисы и добиться высокого качества предоставляемых услуг (QoS). В качестве примеров можно привести проект распределенного сетевого мониторинга perfSONAR (Performance focused Service Oriented Network monitoring ARchitecture) [14], проекты федеративной аутентификации и авторизации пользователей eduGAIN (GÉANT Authorisation Infrastructure) [15] и Eduroam (Education roaming) [16], уже упомянутый проект AUTOBAHN [11] и другие.

8. В отличие от коммерческих сетей, для NREN характерна необходимость развития компетенций и обучения персонала, администрирующего сети подключенных к NREN организаций, тесное взаимодействие с этим персоналом в рамках научно-технических конференций, семинаров и школ, поскольку только в этом случае NREN способны выполнить свою основную задачу, сформулированную в п. 1. Примерами таких мероприятий, организуемых не только на национальном, но и на международном уровне могут служить конференции TNC (http://www.geant.org/News_and_Events/Events), NORDUnet (<http://nordu.net/content/news-events>), Internet2 (<http://www.internet2.edu/news-events/events>) и другие.

Конечно, водораздел между коммерческими и научно-образовательными сетями не является на 100% строгим. Так, крупные ISP (Internet Service Provider) имеют, как правило, R&D (Research and Development) подразделения и ведут собственные исследования в сфере телекоммуникационных технологий и сервисов. С другой стороны, пользователями NREN во многих странах являются не только университеты и научные организации, но и школы, организации здравоохранения и культуры, правительственные структуры и т. п. В то же время ряд университетов и научных организаций, чьи потребности информационного обмена не выходят за рамки веб-серфинга, использования поисковых систем, электронной почты, социальных сетей и т. п., часто ограничиваются подключением к сетям коммерческих провайдеров. Тем не менее по совокупности факторов приведенные выше отличия коммерческих и научно-образовательных сетей являются существенными и значимыми.

Во многих странах национальные научно-образовательные сети возникали и развивались по принципу: одна страна – одна сеть. Так, в частности, обстоит дело в подавляющем большинстве стран Европы. В других странах, например в США, КНР, Японии, России и некоторых других, существует несколько национальных научно-образовательных сетей, отличающихся в основном составом организаций-пользователей. Так, в США это сети Internet2 (<http://www.internet2.edu>), ESNet (<https://www.es.net>) и другие. В Китае – CERNET (<http://www.edu.cn>), CSTNET (www.cstnet.net.cn). В Японии – SINET (www.sinet.ad.jp) и JGN2plus (www.jgn.nict.go.jp). В России крупнейшими научно-образовательными сетями федерального уровня являются RUNNet (Russian UNiversity Network <http://www.runner.ru>) и RASnet (Russian Academy of Science Network <http://www.jscs.ru/rasnet.shtml>).

Текущий период развития международных научно-образовательных сетей характеризуется активным формированием межгосударственных консорциумов NREN. Ни-

же перечислены основные существующие международные консорциумы научно образовательных сетей:

- GEANT (36 стран Европы, Турция, Израиль), <http://www.geant.net>;
- NORDUnet (Дания, Исландия, Норвегия, Финляндия, Швеция), <http://www.nordu.net>;
- CAREN (Казахстан, Киргизия, Таджикистан, Туркмения, Узбекистан), <http://caren.dante.net>;
- RedCLARA (Аргентина, Бразилия, Венесуэла, Гватемала, Гондурас, Коста-Рика, Мексика, Панама, Парагвай, Перу, Уругвай, Чили, Эквадор, Эль-Сальвадор), <http://www.redclara.net>;
- AMPATH (Аргентина, Бразилия, Венесуэла, Колумбия, Мексика, Перу, Пуэрто-Рико, США, Чили), <http://www.ampath.net>;
- C@ribNet (Ангилья, Антигуа, Багамские острова, Барбадос, Белиз, Британские Виргинские острова, Доминика, Доминиканская республика, Гренада, Ямайка, Монтсеррат, Сент-Китс и Невис, Сент-Люсия, Сент-Винстент и Гренадины, Суринам, Тринидад и Тобаго), <http://www.ckln.org>;
- APAN (Австралия, Китай, Япония, Таиланд, Южная Корея, Тайвань, Филиппины, Гонконг, Шри-Ланка, Вьетнам, Новая Зеландия, Сингапур, Непал, Малайзия, Пакистан, Индия), <http://www.apan.net>;
- UbuntuNet (Конго, Эфиопия, Кения, Малави, Мозамбик, Руанда, Сомали, Судан, ЮАР, Танзания, Уганда, Замбия), <http://www.ubuntunet.net>;
- WACREN – West and Central African Research and Education Network (Гана, Габон, Кот-д’Ивуар, Мали, Нигер, Нигерия, Сенегал, Того, Бенин), <http://www.wacren.net>;
- GLIF (Global Lambda Integrated Facility), <http://www.glif.is> и другие.

Рассмотрим особенности современного состояния и перспективы развития научно-образовательных сетей. Как было отмечено в п. 1, научно-образовательные сети прежде всего характеризуются своей аудиторией. В настоящее время большинство университетов и научных организаций во многих странах подключены именно к научно-образовательным сетям, а не сетям коммерческих провайдеров. Так, по данным GEANT [17], более 80% национальных университетов подключены к научно-образовательным сетям практически во всех странах Евросоюза. Исключение составляют только Австрия, Эстония, Черногория, Португалия и Сербия, в которых процент подключенных университетов больше 60%, Болгария (более 40%) и Латвия (более 20%). В ряде развитых в экономическом отношении стран (США, Германия, Франция, Великобритания, Австралия и др.) эта цифра приближается к 100%.

Другой отличительной особенностью современных научно-образовательных сетей, отмеченной выше, является высокая пропускная способность. При этом речь идет как о пропускной способности подключения отдельных организаций к сети, так и о пропускной способности на опорной инфраструктуре сети. Так, более 50% университетов и научных организаций стран Евросоюза имеют подключения к инфраструктуре NREN 10 Гб/с и выше. Для России в Москве, Санкт-Петербурге и других городах – крупных научных центрах характерная пропускная способность подключения организаций-пользователей это в основном 1 Гб/с. Исключениями (10 Гб/с) являются МГУ им. М. В. Ломоносова, МФТИ, МИФИ, СПбГПУ, Самарский ГАУ, Самарский ГТУ, Саратовский ГУ им. Н. Г. Чернышевского, Саратовский ГТУ, Нижегородский ГУ им. Н. И. Лобачевского, Уфимский ГАТУ, Уральский ФУ, Южно-Уральский ГУ, НИЦ Курчатовский институт, Объединенный институт ядерных исследований и некоторые другие.

Что касается пропускной способности опорной инфраструктуры NREN, то для большинства стран Евросоюза она составляет 10 Гб/с на всей опорной инфраструктуре. При этом использование технологии DWDM позволяет наращивать эту пропускную способность в очень больших пределах. Так, в ряде стран за счет произведенной в последние годы модернизации оборудования эта пропускная способность на значительной части инфраструктуры составляет 100 Гб/с и выше. К таким странам относятся США, Великобритания, Нидерланды, Италия, Испания, Швеция, Чехия, Словения, КНР, Австралия и некоторые другие. Ряд стран провели тендеры на дальнейший апгрейд пропускной способности опорной сети и планируют в ближайшем будущем

переход на скорости 400 Гб/с. Характерной особенностью многих NREN является наличие собственной или арендованной межгородской волоконно-оптической инфраструктуры, что по большому счету и позволяет им без больших усилий наращивать пропускную способность опорной сети до необходимых пользователям объемов и организовывать выделенные высокоскоростные сети для определенных научных проектов. К таким специализированным сетям можно отнести, например, сети LCHONE (Large Hadron Collider Open Network Environment) и LHCOPN (Large Hadron Collider Optical Network). Более 80% опорной инфраструктуры научно-образовательных сетей на базе собственного или арендованного оптоволокна построено в Бельгии, Испании, Финляндии, Франции, Чехии, Эстонии и многих других европейских странах. Общая длина волоконно-оптической опорной инфраструктуры NREN в США превосходит 25 тыс. км, Нидерландов и Испании – 13 тыс. км, Австралии – 11 тыс. км и т. п. В России на базе арендованного оптоволокна построен международный канал RUNNet Санкт-Петербург – Хельсинки 100 Гб/с. В остальных случаях межгородские каналы RUNNet/RASnet организуются или на базе арендованных длин волн (лямбд) или арендованных у других операторов цифровых каналов. Соответствующим общеевропейским показателям можно считать канал Москва – Санкт-Петербург (3*10 Гб/с) и кольцо RUNNet 3R (10 Гб/с): Москва – Нижний Новгород – Екатеринбург – Челябинск – Уфа – Самара – Саратов – Москва.

С точки зрения надежности предоставляемых сервисов для научно-образовательной сети большого масштаба важную роль играет топология сети. Для большинства стран с хорошо развитыми научно-образовательными сетями имеет место сетевая топология с множеством дублирующих путей, ведущих из одного узла сети в другой, что позволяет обеспечивать высокую надежность предоставляемых сетевых сервисов. В России в силу большой ее географической протяженности имеет место в основном радиально-линейная структура.

Как уже говорилось ранее (п. 6) для научно-образовательных сетей характерна большая степень их связности друг с другом. Эта связность организуется обычно в рамках упомянутых выше консорциумов научно-образовательных сетей. Так, сети консорциумов GEANT и NORDUnet обладают узлами во всех своих странах-членах. С помощью этих каналов организуется обмен трафиком между научно-образовательными сетями стран-участниц. Значительная часть этих каналов имеет пропускную способность 100 Гб/с. Кроме того, сами сетевые консорциумы имеют каналы связи друг с другом. Так, GEANT имеет IP-связность с научно-образовательными сетями Северной Америки каналами 6*10 Гб/с (Internet2, ESnet, CANARIE), Южной Америки – 2,5 Гб/с (RedCLARA), странами Карибского региона – 155 Мб/с, Северной Африки и Ближнего Востока – 2*622Мб/с + 155Мб/с, другими странами Африки (Ubuntunet) – 10 Гб/с, странами Азиатско-Тихоокеанского региона (TEIN) – 2,5 Гб/с и др.

Для России особенно важным обстоятельством является связность с европейскими NREN, входящими в GEANT и NORDUnet, а также научно-образовательными сетями США Interent2 и ESnet. В настоящее время она реализуется с помощью уже упомянутого DWDM-канала RUNNet Санкт-Петербург – Хельсинки 100 Гб/с, а также арендованных цифровых каналов 10 Гб/с Хельсинки – Стокгольм, Стокгольм – Амстердам и Москва – Стокгольм. Для доступа к научно-образовательным сетям США используются транзитные каналы NORDUnet (2*10 Гб/с).

Поскольку научно-образовательные компьютерные сети работают в тесном сотрудничестве с сетями коммерческих интернет-провайдеров (ISP) и сами предоставляют своим пользователям доступ в Интернет, важной характеристикой научно-образовательных сетей является их телекоммуникационная связность с сетями коммерческих ISP. У GEANT на данный момент суммарная пропускная способность линков с сетями коммерческих провайдеров составляет 200 Гб/с.

Перспективное развитие инфраструктуры, сервисов и технологий научно-образовательных сетей воплощается в настоящее время в конкретных проектах, осуществляемых в рамках деятельности различных NREN. Многие из этих направлений и проектов связаны с набирающей популярность концепцией «нулевого касания» (ZTC – Zero Touch Connectivity), в соответствии с которой пользователь должен получать нужный ему сетевой сервис в любое время и в любом месте и на любом устройстве вне зависимости от архитектуры и топологии сети, используемых сетевых технологий и протоколов. Это определенным образом напоминает перенос в сетевую среду получившей широкое распространение в вычислительной технике концепции Plug and Play.

Первое направление развития научно-образовательных сетей касается проектов, связанных с ростом потребностей пользователей в высоких скоростях передачи информации. По разным оценкам, потребность в росте необходимой пользователям сферы образования и науки пропускной способности составляет от 40% до 60% в год [18]. В связи с этим в ближайшие 3–5 лет необходимо будет, в частности, осуществить на опорной инфраструктуре передовых научно-образовательных сетей переход от скоростей 100 Гб/с к скоростям 400 Гб/с и 1 Тб/с, что требует разработки и внедрения новых технологий передачи информации по оптическим каналам связи. Среди таких технологий можно назвать технологии, использующие более эффективные методы модуляции, технологии прямой коррекции ошибок (FEC), технологии мультиплексирования, агрегации трафика в суперканалы, использование многоядерных оптических волокон, отказ от фиксированной частотной сетки и т. п. Многие из этих технологий уже вышли на тестовую реализацию на опорной инфраструктуре научно-образовательных сетей. В частности, эксперименты по реализации каналов 400 Гб/с проведены в научно-образовательных сетях Польши, Чехии и некоторых других. Осенью 2016 года группа ученых из университетов Technical University of Denmark (Дания), University of Southampton (Великобритания) и компании Fujikura Ltd. (Япония) получила премию Еврокомиссии за разработку технологии PHOTONMAP (PHOtonic chip enabled large-capacity data TransmissiON with high-count Multi-core fibres and AmPliFiers), позволяющей достигать скоростей передачи данных выше 1 Пб/с на расстояниях свыше 1000 км [19].

Второе направление развития связано с повышением эффективности и гибкости использования волоконно-оптических сетей с целью достижения максимальной утилизации и интероперабельности существующей волоконно-оптической инфраструктуры. Среди связанных с этим направлений технологий «гибких оптических сетей» (FON – Flexible Optical Network) следует назвать реализацию динамического выбора скорости передачи, занимаемой полосы, формата модуляции, символьной скорости [20]. Важным направлением развития волоконно-оптической инфраструктуры для научно-образовательных сетей является использование «чужих» длин волн (AW – Alien Wavelength) и совместное использование спектра DWDM-системы. Примером такого подхода является совместное использование волоконно-оптической инфраструктуры сетями NORDUnet и SURFnet.

Третье направление связано с развитием технологий коммутации и транзита оптических каналов. Здесь в первую очередь нужно снова упомянуть технологии обмена лямбда-трафиком OLX, реализованные к настоящему времени в системах обмена трафиком NorthernLight (NORDUnet), NetherLight (SURFnet), CzechLight (CESNET), CERNLight (CERN), MOLExN (RENATER), MAN LAN (Internet2). Ожидается активное развитие существующих узлов OLX и создание аналогичных в других научно-образовательных сетях.

В рамках научно-образовательных компьютерных сетей продолжается внедрение перспективных телекоммуникационных протоколов сетевого уровня. Некоторые из них являются относительно новыми (например, OpenFlow), другие известны уже довольно давно (например, IPv6), однако их внедрение не происходит ожидаемыми ранее темпами в связи с возникновением альтернативных способов устранения проблем с суще-

ствующими протоколами. Характерным примером является протокол IPv6, внедрение которого до недавнего времени сдерживалось использованием более простых способов бесклассовой адресации CIDR и преобразованием сетевых адресов NAT. Тем не менее исчерпание свободного пространства адресов IPv4, активное развитие технологий IoT (Internet of Things) и другие причины заставляют многие научно-образовательные сети осуществлять постепенный переход на IPv6. Так, более 20% трафика в NREN Австралии, Австрии, Бразилии, Бельгии, Финляндии, Германии, Венгрии, Италии, Израиля и ряда других стран уже является IPv6-трафиком.

Еще одно направление развития архитектуры и сервисов научно-образовательных сетей связано с использованием технологий программно-конфигурируемых сетей (SDN – Software Defined Networks), виртуализацией сетевых функций NFV (Network Function Virtualization) и концепцией NaaS (Network as a Service). В настоящее время, по данным GEANT, более 20% европейских стран реализовало отдельные сегменты SDN на своей инфраструктуре и еще 25% планируют внедрение SDN в ближайшем будущем. При этом 60% реализуют (или планируют реализовать) SDN в исследовательских целях, 30% – для предоставления услуг тестирования и 10% – в действующей в штатном режиме инфраструктуре. В США возможности тестирования SDN-решений предоставляются в рамках уже упомянутого проекта GENI, а в Европе – GTS. В настоящее время SDN-решения реализуются в основном на уровне дата-центров и сетевой L2-инфраструктуры. Важным направлением исследований NREN является развитие SDN технологий на уровне оптических транспортных сетей, а также реализация сервисов BoD (в частности, *AUTOBAHN*) с помощью SDN-решений. В России активное развитие SDN-технологий поддерживается Центром прикладных исследований компьютерных сетей (ЦПИКС) [21] и консорциумом университетов «SDN в научно-образовательной среде» [22]. Осуществлена, в частности, разработка отечественного (и самого производительного в мире) SDN-контроллера RunOS и программного коммутатора с поддержкой OpenFlow протокола RunAR.

Другим важным направлением развития научно-образовательных сетей является совершенствование систем защиты информации. Помимо технологических решений по обнаружению и фильтрации аномального трафика, важную роль играют способы координации действий системных администраторов сетей в процессе ликвидации DDOS и некоторых других видов атак. В рамках GEANT с этой целью создано специальное подразделение Task Force of Computer Security Incident Response Teams (TF-CSIRT). Важным компонентом защиты информации в инфраструктуре научно-образовательных сетей являются развиваемые в рамках ряда проектов специализированные демилитаризованные зоны (Science DMZ), в которых располагаются высокопроизводительные ресурсы, участвующие в распределенных вычислениях, и суперкомпьютеры, к которым необходимо обеспечить доступ пользователям других сетей [23].

Все большую роль в научно-образовательных сетях в последнее время играют технологии обеспечения сетевой аутентификации и авторизации пользователей. Здесь нужен в первую очередь уже упомянутый основанный на технологии единого входа SSO (Single Sign On) сервис eduGAIN (GEANT Authentication Infrastructure) [15] и проект Eduroam [16].

Межфедерационный сервис eduGAIN позволяет пользователю, принадлежащему одной федерации пользователей, в которой он зарегистрирован (Identity Federation), получать доступ к ресурсам другой федерации. В качестве примера можно привести возможность студенту одного университета по своему паролю и логину получать доступ к курсам дистанционного обучения другого университета. В настоящее время в базе eduGAIN зарегистрировано более 1500 провайдеров идентификации (Identity Provider) и более 1000 провайдеров, предоставляющих доступ к сетевым ресурсам. Россия является кандидатом на членство в eduGAIN.

Проект Eduroam позволяет пользователям входящей в Eduroam сети (например, имеющим возможность получать доступ к «своей» сети через WiFi) подключаться к сети в других организациях – участницах проекта точно таким же образом, как и в «своей» сети. В настоящее время участниками Eduroam являются более 70 стран на 5 континентах и более 6000 точек доступа. Во многих странах участниками Eduroam являются аэропорты, интернет-кафе и т. п. В России интеграция RUNNet в Eduroam находится в стадии реализации.

Среди перспективных направлений развития технологий и средств обеспечения сетевой аутентификации пользователей можно упомянуть технологию многофакторной аутентификации, позволяющей совместить различные способы аутентификации, ориентированные на «то, что пользователь знает» (логин, пароль, ПИН и т. п.), «то, чем он обладает» (USB-ключ, смарт-карта, мобильный телефон и т. п.), то чем он является (отпечаток пальца, голос, ретина) и даже «то, как он обычно себя ведет».

Многие национальные научно-образовательные сети предоставляют своим пользователям облачные сервисы, сервисы видеоконференцсвязи, услуги VoIP-телефонии. Наиболее активно NREN выступают в сфере предоставления облачных сервисов. Так, по данным GEANT [17], 56% NREN предоставляют такие сервисы и еще 22% планируют реализовать эти услуги. Что касается услуг видеоконференцсвязи и VoIP, то более 50% NREN предоставляют своим пользователям услуги доступа к серверам многоточечной видеоконференцсвязи и более 30% – к услугам VoIP-телефонии. В RUNNet реализованы все указанные виды услуг, в том числе облачные сервисы (на базе ПО OpenStack), услуги видеоконференцсвязи (на базе ПО BigBlueButton), VoIP-телефонии (на базе ПО Asterisk).

Среди облачных сервисов следует отметить появление и перспективное развитие сервисов, направленных на предоставление исследователям возможностей хранения, передачи, обработки и публикации больших объемов научных данных. Среди такого рода сервисов можно назвать Open Science Data Cloud – OSDC [24], Datahub [25], Riffin [26], Figshare [27] и другие.

По мнению автора, новизна статьи заключается в комплексном анализе особенностей состояния и интегрированной формулировке перспектив развития национальных компьютерных научно-образовательных сетей.

Литература

1. *Allocchio C., Balint L., Berkhout V., Bersee J., Izhevskiy Y. et al.* A History of International Research Networking: The People who Made it Happen / Ed. by H. Davies, B. Bressan. – Wiley-VCH, 2010. 317 p.
2. *Ryan J.* A History of the Internet and the Digital Future. – London: Breaktion Books Ltd, 2015. 248 p.
3. *Гугель Ю. В., Ижевский Ю. Л., Абрамов А. Г.* Федеральная университетская сеть России RUNNet: прорыв в третье десятилетие // Интернет и современное общество (IMS 2015): Труды XVIII объединенной конференции (Санкт-Петербург, 23–25 июня 2015). С. 249–259.
4. <http://wlcg.web.cern.ch>.
5. <https://skatelescope.org/sadt>.
6. <https://www.egi.eu>.
7. <https://www.prace-ri.eu>.
8. <https://www.eudat.eu>.
9. <https://is.enes.org>.
10. <https://www.es.net/engineering-services/oscars>.
11. <http://geant3.archive.geant.net/service/autobahn/Pages/home.aspx>.
12. <http://www.geni.net/#>.
13. https://www.geant.org/Services/Connectivity_and_network/GTS.
14. <http://www.perfsonar.net>.
15. http://www.geant.org/Services/Trust_identity_and_security/eduGAIN.
16. <https://www.eduroam.org>.

17. <https://compendium.geant.org/compendium-2015-updated.pdf>.
18. http://www.geant.net/Resources/Deliverables/Documents/D12-3_DJ1-1-1_Future-Network-Architectures.pdf.
19. <http://www.spoc.dtu.dk/nyheder/2016/11/spoc-wins-horizon-2020-prize?id=b61afb36-a7a0-4dea-92c3-6bf912d712ec>.
20. *Леонов А. В., Наний О. Е., Слепцов М. А., Трещиков В. Н.* Тенденции развития оптических систем связи // Прикладная фотоника. 2016. № 2. С. 123–145.
21. <http://arccn.ru>.
22. <http://arccn.ru/about/consortium>.
23. <https://fasterdata.es.net/science-dmz/science-dmz-architecture>.
24. <https://www.opensciencedatacloud.org>.
25. <https://datahub.io>.
26. <http://riffyn.com>.
27. <https://figshare.com>.

Scientific-educational computer networks. Past, present and development trends

Yury L'vovich Izhvanov, Ph. D.

The goal of this survey article is the analysis of the current state and changes taking place in National Research and Educational Networks (NREN) and defining the tendencies of their development.

Keywords: computer networks, research and education networks, backbone infrastructure, access infrastructure, network services.

УДК 004.78

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОДГОТОВКЕ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СЛУЖАЩИХ

Владимир Леонидович Латышев, д-р пед. наук, профессор,

e-mail: 5062858@gmail.com,

Московский авиационный институт

(национальный исследовательский университет),

http://www.mai.ru,

Наталья Геннадьевна Илларионова, аспирант социологического факультета,

e-mail: 5062858@gmail.com,

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,

http://www.msu.ru

В данной статье рассмотрены вопросы применения средств ИКТ в профессиональной подготовке государственных гражданских служащих. Приводятся результаты социологического опроса оценки профессионализма государственных гражданских служащих.

Ключевые слова: информационно-коммуникационные технологии (ИКТ); дистанционные образовательные программы; профессиональная подготовка; профессиональная переподготовка; повышение квалификации; государственные гражданские служащие (ГГС); профессиональное образование.

DOI: 10.21777/2500-2112-2017-2-25-33

Цель работы

Цель работы состоит в обосновании применения информационно-коммуникационных технологий в профессиональной переподготовке и повышении квалификации государственных гражданских служащих (ГГС). Для этого раскрывается суть дистанционного обучения, его особенности и преимущества, а также приводится проведенный авторами социологический опрос, который позволяет выявить оценку