

Развитие федеральной телекоммуникационной и вычислительной инфраструктуры в интересах науки и образования*

А. А. Гончар¹, А. П. Овсянников^{1,†}, А. А. Сорокин², Б. М. Шабанов¹,
А. В. Юрченко³

¹Межведомственный суперкомпьютерный центр РАН — филиал ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия

²Вычислительный центр ДВО РАН, Хабаровск, Россия

³Институт вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск, Россия

[†]Контактный e-mail: ovsiannikov@jssc.ru

Развитие национальной телекоммуникационной сети науки и образования играет ключевую роль в проведении научных исследований в современных условиях.

В 2019 г. создана Национальная исследовательская компьютерная сеть (НИКС) — телекоммуникационная сеть федерального масштаба, которая должна представлять национальную сеть науки и образования на международной арене. Планы развития НИКС включают организацию магистральной кольцевой инфраструктуры на территории Сибирского и Дальневосточного федеральных округов, расширение взаимодействия с региональными сетями, развитие сетевых сервисов, в том числе передачи данных с заданными требованиями по уровню обслуживания. Реализация планов позволит существенно расширить возможности информационно-телекоммуникационной инфраструктуры сферы науки и образования для проектов “мегасайнс”, высокопроизводительных и распределенных вычислений, искусственного интеллекта.

Ключевые слова: национальная сеть науки и образования, Российская Федерация.

Библиографическая ссылка: Гончар А.А., Овсянников А.П., Сорокин А.А., Шабанов Б.М., Юрченко А.В. Развитие федеральной телекоммуникационной и вычислительной инфраструктуры в интересах науки и образования // Вычислительные технологии. 2019. Т. 24, № 6. С. 21–29. DOI: 10.25743/ICT.2019.24.6.004.

Введение

Использование передовых достижений в области телекоммуникаций в науке и образовании является одним из необходимых условий вывода российских фундаментальных и прикладных исследований и разработок на мировой уровень. Особую роль в обеспечении научных исследований играют национальные научно-образовательные сети

*Title translation and abstract in English can be found on page 29.

© ИВТ СО РАН, 2019.

(National Research and Education Network, NREN) [1] — высокоскоростные телекоммуникационные сети, предоставляющие ресурсы для удаленного доступа к исследовательской инфраструктуре, обмена научными данными, работы специализированных сервисов и т. п. Такие сети созданы в большинстве стран мира, координируются государственными органами управления наукой и образованием, представляют страну в международных проектах, при реализации которых используются передовые сетевые технологии и средства телекоммуникаций.

Примерами научно-образовательных сетей национального масштаба являются DFN <https://www.dfn.de/> (Германия), SURFnet <https://www.surf.nl/en> (Нидерланды), CANARIE <https://www.canarie.ca/> (Канада), AARnet <https://www.aarnet.edu.au/> (Австралия), Internet2 <https://www.internet2.edu/> (США), CERNET <http://www.edu.cn/english/> (Китай) и др.

Национальные академические сети организуются по иерархическому принципу: верхний уровень — национальная магистральная сеть, ниже — региональные сети, далее — сети отдельных учреждений (локальные сети институтов, университетов). Организации-пользователи могут подключаться непосредственно к национальной магистральной сети или к региональной сети.

В целях более эффективной реализации международных проектов и взаимной кооперации национальные сети науки и образования объединяются в наднациональные консорциумы: NORDUnet (<https://www.nordu.net/>) (скандинавские страны), GÉANT (<https://www.geant.org/>) (Европа), APAN (<https://apan.net/>) и Asi@Connect/TEIN (<http://www.tein.asia>) (Азия), RedClara (<https://www.redclara.net/>) (Южная Америка), AfricaConnect (<https://www.africconnect2.net/>).

Помимо поддержки высокоскоростной телекоммуникационной инфраструктуры важнейшим аспектом деятельности академических сетей является развитие и внедрение различных сервисов, ориентированных на решение системных и прикладных научно-технических задач в интересах научно-образовательного сообщества. В их числе базовые сетевые сервисы — гарантированная передача со специальными требованиями, сервисы обеспечения сетевой безопасности, аутентификации и авторизации, сервисы совместной работы, мультимедийные и облачные сервисы¹. Они формируют технологическую основу для разработки и обеспечения надежного функционирования научных сервисов и инструментов совместных исследований в различных областях знаний силами самих исследователей и их коллективов.

В данной статье рассмотрены перспективы и направления развития научно-образовательной сети национального уровня в Российской Федерации.

1. Национальная исследовательская компьютерная сеть

В Российской Федерации отраслевые научно-образовательные сети начали создаваться при целевой поддержке органов управления наукой и образованием в 1980-х гг. Одни сети изначально задумывались и развивались как специализированные предметно-ориентированные, другие — как сети общего назначения. На протяжении многих лет российское научно-образовательное телекоммуникационное пространство строилось в виде ряда взаимодействующих относительно независимых сетей, в значительной

¹https://compendiumdatabase.geant.org/reports/nrens_services

степени базирующихся на собственной канальной структуре и собственных же международных каналах.

На конец 2018 г. наиболее значимыми сетями сферы образования и науки являлись: университетская сеть федерального масштаба RUNNet, академическая сеть RASnet в московском регионе и сети ряда региональных отделений РАН [2, 3].

В связи с отнесением в 2018 г. высших учебных заведений и академических исследовательских институтов к ведению Минобрнауки России было предложено соединить сети RUNNet и RASnet на базе Межведомственного суперкомпьютерного центра РАН (МСЦ РАН) — оператора сети RASNet. МСЦ РАН обладает многолетним опытом поддержки и эксплуатации специализированной информационно-телекоммуникационной инфраструктуры, участия в международных научных проектах, связанных с развитием научной телекоммуникационной и суперкомпьютерной инфраструктуры (GÉANT, DEISA, PRACE), обеспечения взаимодействия российских и зарубежных научно-образовательных сетей.

На заседании Совета Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по информационно-телекоммуникационной инфраструктуре, информационной безопасности и суперкомпьютерным технологиям 24 апреля 2019 г. одобрена концепция создания национальной исследовательской компьютерной сети нового поколения (НИКС) на основе интеграции сетей RUNNet и RASNet. НИКС должна играть роль национальной научно-образовательной сети России на международной арене.

Функционирование НИКС также нашло отражение в Концепции создания Единой цифровой платформы научного и научно-технического взаимодействия, организации и проведения совместных исследований в удаленном доступе, в том числе с участием зарубежных ученых (ЦПСИ), и Концепции создания Единой цифровой платформы науки и высшего образования Минобрнауки России (ЕЦП).

До конца 2019 г. планируется завершить работы по интеграции информационно-телекоммуникационной инфраструктуры сетей RASNet и RUNNet, сформировав тем самым основу НИКС — национальной сети науки и образования. На рис. 1 приведена схема сетевой инфраструктуры НИКС с учетом ближайших планов ее развития.

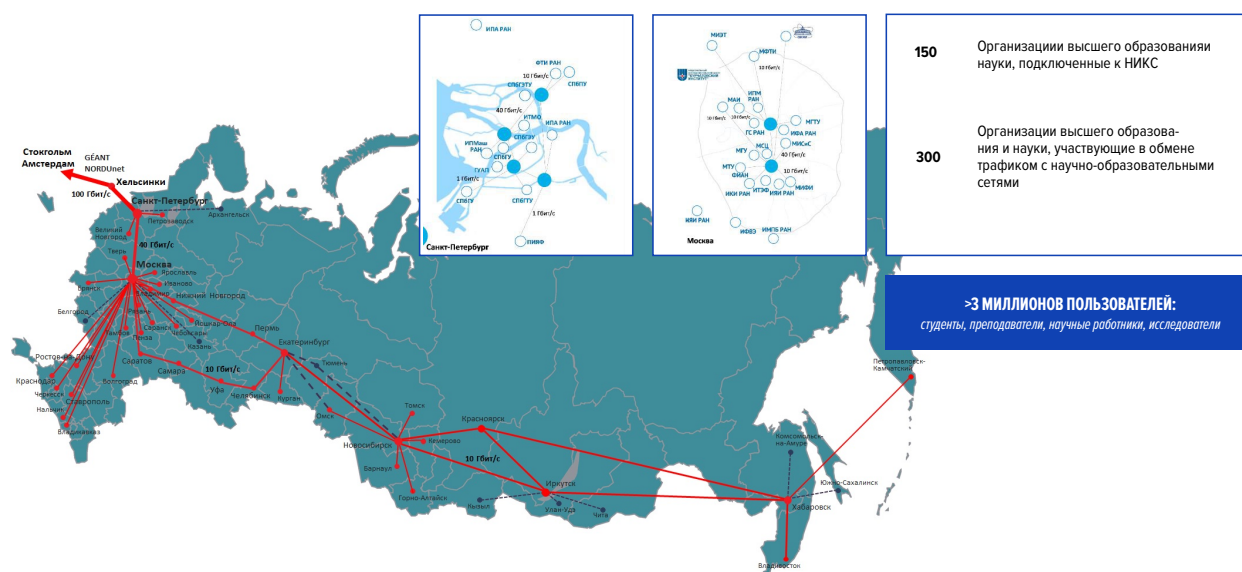


Рис. 1. НИКС на основе объединения сетей RUNNet и RASNet

Создание и развитие НИКС должно предоставить организациям сектора науки и образования страны следующие возможности:

- удаленный доступ с обеспечением гарантированного качества сервиса и надежности к установкам класса “мегасайенс”, уникальным установкам, центрам коллективного пользования (ЦКП), ресурсам суперкомпьютерных центров, архивам научных данных и коллекций, результатам исследований (в том числе сверхбольшим объемам данных);
- организация по требованию или расписанию передачи данных со специальными условиями и приоритетами, в том числе выделение каналов связи и организация наложенных сетей с заданным качеством обслуживания, конфиденциальности и безопасности для реализации совместных научных проектов, проведения научных экспериментов, реализации сетевого взаимодействия в интересах научно-образовательных центров мирового уровня, федеральных центров и др.;
- сквозной сетевой мониторинг, включая предоставление информации в машинночитаемых форматах для взаимодействия с автоматизированными службами;
- интерфейс управления телекоммуникационными ресурсами и сервисами для цифровых платформ (заказ, выделение, мониторинг, учет);
- организация доверенной среды передачи, хранения и обработки информации, обеспечение конфиденциальности научных данных;
- сервисы федеративной аутентификации и авторизации для безбарьерного доступа к российским и зарубежным научным ресурсам и данным;
- мобильность пользователей и безопасный доступ к научным данным и ресурсам из публичных сетей.

2. Региональное развитие НИКС

В качестве технологической основы для интеграции в НИКС академических сетей Сибирского и Дальневосточного федеральных округов (ФО) предлагается рассматривать организацию магистральной кольцевой инфраструктуры с пропускной способностью 10 Гбит/с на территории Сибирского ФО и 1–10 Гбит/с Дальневосточного ФО с модернизацией уровня отказоустойчивости узла НИКС в Новосибирске и созданием федеральных узлов в Иркутске, Красноярске, Хабаровске и Владивостоке. Также предполагается модернизация имеющейся кольцевой инфраструктуры сети на участке Екатеринбург — Новосибирск до пропускной способности 2×10 Гбит/с (рис. 2).

На основании имеющегося многолетнего опыта эксплуатации кольцевой магистральной инфраструктуры сети RUNNet в европейской части России можно заключить, что такая топология сети будет обладать повышенной отказоустойчивостью и улучшенными характеристиками качества передачи данных, что очень важно в условиях большой протяженности сети.

Интеграция региональных академических сетей, функционирующих на базе Института вычислительных технологий СО РАН (г. Новосибирск), Хабаровского Федерального исследовательского центра ДВО РАН (далее — Вычислительный центр ДВО РАН, г. Хабаровск) и Института автоматизации и процессов управления ДВО РАН (г. Владивосток), будет осуществляться путем развертывания федеральных узлов НИКС для обеспечения эффективного межсетевого взаимодействия с существующими узлами региональных сетей при одновременном проведении региональными сетями мероприятий по организации или расширению сетевой связности внутри регионов в целях разви-

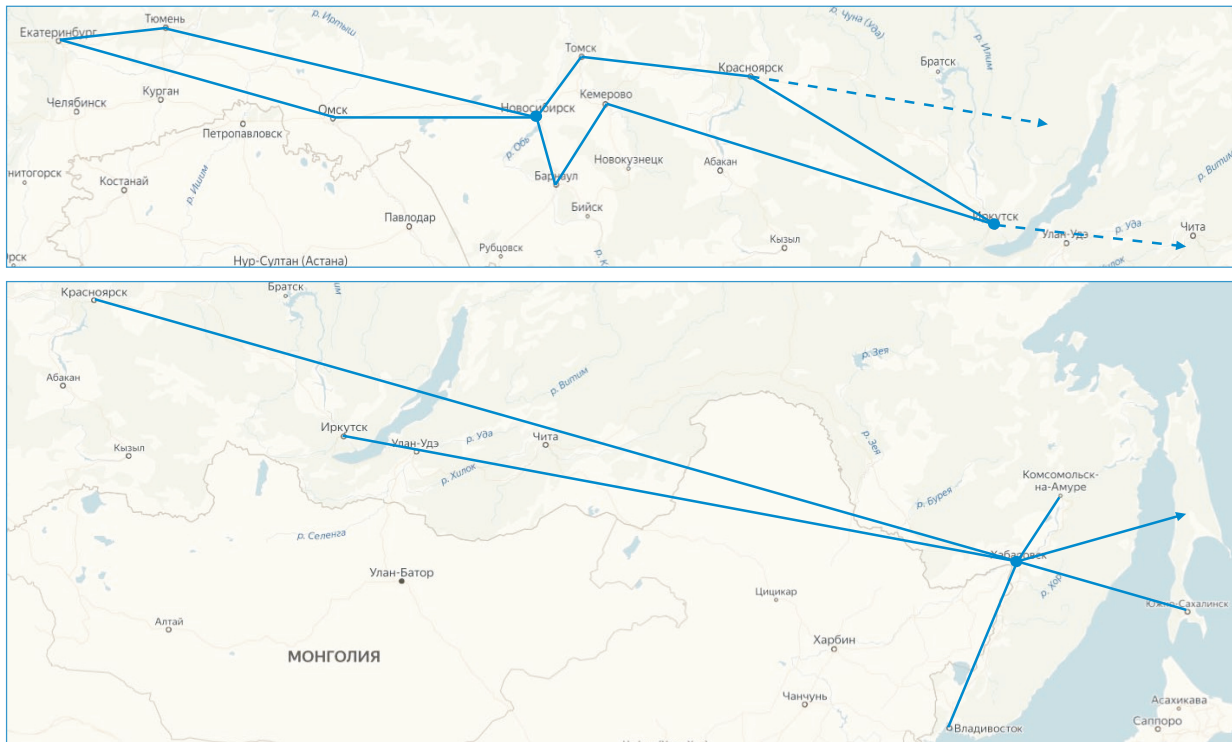


Рис. 2. Развитие НИКС в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах

тия опорных компонентов сети доступа. На первом этапе работ планируется организация следующих региональных каналов: Новосибирск — Кемерово (10 Гбит/с); Новосибирск — Томск (10 Гбит/с); Новосибирск — Барнаул (1 Гбит/с); Хабаровск — Петропавловск-Камчатский (200 Мбит/с).

3. Ориентация на предметные области

Расширение возможностей НИКС, ориентированных на обеспечение информационного обмена в проектах “мегасайенс”, использование высокопроизводительных и распределенных вычислений, обработку больших объемов данных, внедрение технологий искусственного интеллекта, потребует оптимизации сетевой связности, улучшения характеристик качества сетей передачи данных и внедрения сервисов передачи данных с заданными требованиями по уровню обслуживания — SLA (Service Level Agreement) [4]. Для этого будет использован имеющийся задел, а также опыт построения распределенных систем высокопроизводительных вычислений, хранения и обработки данных, накопленный в МСЦ РАН, Вычислительном центре ДВО РАН (ВЦ ДВО РАН) и ИВТ СО РАН.

Центральным моментом для реализации сервисов SLA является описанная выше резервируемая кольцевая топология сети в Сибирском и Дальневосточном ФО, где исторически реализуется большое число междисциплинарных научных проектов и существуют потребности прямого информационного взаимодействия организаций как внутри научных центров на уровне городов и округа, так и организаций, находящихся в разных регионах страны. В качестве примера можно привести распределенную информационную систему Volsatview [5] для исследований вулканической активности

на Дальнем Востоке, которые ведутся учеными Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН (г. Петропавловск-Камчатский) и Института морской геологии и геофизики ДВО РАН (г. Южно-Сахалинск). При этом для обработки, анализа и хранения различных научных данных (спутниковых, видео и др.) используются ресурсы территориально разнесенных разных по назначению и компетенциям центров коллективного пользования — ЦКП “Центр данных ДВО РАН” (г. Хабаровск, ВЦ ДВО РАН) и ЦКП “ИКИ-Мониторинг” (г. Москва, ИКИ РАН). Использование в таких проектах для решения задач обмена научными данными публичных IP-каналов не всегда эффективно [6]. Необходима поддержка требований качества обслуживания на всех уровнях: как местном, так и между организациями и элементами федеральной исследовательской инфраструктуры, находящимися в разных регионах страны. Поддержка сетей региональных научных центров и присоединение их инфраструктуры к НИКС позволят обеспечить сквозное выполнение требований качества обслуживания на всех уровнях.

Ряд проектов (например, распределенная сеть суперкомпьютерных центров [7, 8]) требуют расширенных функций мониторинга каналов связи (пропускной способности, задержек и др.) в режиме реального времени. В качестве пилотного этапа планируется внедрение сервисов мониторинга научно-образовательных сетей perfSonar [9].

Другим направлением является расширение географического присутствия НИКС в Европе в целях создания условий для оптимизации и повышения качества доступа российских научных центров к данным экспериментов на европейских установках класса “мегасайенс” (в частности, LHC, XFEL, ESRF, DESY, FAIR, ITER), полноценного участия в совместных исследовательских и образовательных проектах, базирующихся на использовании высокоскоростной телекоммуникационной инфраструктуры и специализированных прикладных сервисов (например, EOSC, EGI, EUDAT, PRACE, OpenAIRE).

4. Развитие сервисов

Как отмечено в [10], национальные сети науки и образования должны постоянно расширять и совершенствовать набор сервисов, отвечающий текущим и будущим требованиям сообществ своих пользователей. В настоящее время² европейские академические сети предоставляют 74 сервиса. Значительная часть из них уже доступна пользователям НИКС или готова к внедрению:

- сетевые сервисы: базовый информационный обмен по протоколу IP с академическими сетями, беспроводной роуминг eduRoam [11], передача данных по протоколу IPv6, виртуальные частные сети (VPN), многоадресная рассылка (multicast), обеспечение передачи данных с заданным качеством обслуживания на ряде направлений, удаленный доступ по VPN и организация защищенных каналов;
- сервисы безопасности: защита от распределенных атак DDoS, сканирование уязвимостей, фильтрация веб-сайтов;
- сервисы идентификации: eduRoam, удостоверяющая федерация RUNNetAAI [12], хостинг инфраструктуры аутентификации и авторизации;
- сервисы совместной работы: почтовые рассылки, хостинг почтовых серверов, доступ к подпискам на научные журналы, Интернет-телефония, видеоконференц-связь;

²https://compendiumdatabase.geant.org/reports/nrens_services

- облачные сервисы и услуги хостинга: хостинг доменов, предоставление виртуальных машин, облачного хранения, веб-хостинг;
- сервисы операторов связи: выделение IP-адресов, поддержка серверов доменных имен, синхронизация времени по сети (NTP).

Кроме того, планируется приоритетное развитие и внедрение сервисов доступа конечных пользователей к инструментам сетевого мониторинга (perfSONAR) и средствам анализа сетевой статистики (Netflow³), сервисов виртуального роутера и виртуального защитного экрана для организации, антиспама, обнаружения вторжений, аудита сетевой безопасности и др.

Сервисы НИКС будут служить инструментом для развития прикладных сервисов, реализуемых научными и образовательными организациями.

Заключение

Рассмотренные планы являются частью концепции создания НИКС, одобренной Советом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по информационно-телекоммуникационной инфраструктуре, информационной безопасности и суперкомпьютерным технологиям. Их реализация позволит существенно повысить надежность магистральной и региональной составляющих НИКС и расширить возможности информационно-телекоммуникационной инфраструктуры сферы науки и образования. Увеличение пропускной способности каналов связи в регионах Сибири и на Дальнем Востоке с использованием отказоустойчивой топологии обеспечит повышение качества информационного обмена для научных учреждений и организаций высшего образования с целью удаленного доступа к ресурсам ЦКП уникальных научных установок (включая установки класса “мегасайенс”), суперкомпьютерных центров, организации работы распределенных информационно-вычислительных систем, а также технологическое содействие и сопровождение мероприятий национального проекта “Наука”.

Приоритетом развития сети также является расширение востребованных сервисов, направленных на развитие коллективной работы ученых и обеспечение информационной безопасности единого технологического пространства.

Список литературы / References

- [1] Yaver, A., Sánchez-Torres, J.M., Amórtegui, M.A. et al. A participatory Foresight for National Research and Education Networks // *Europ. J. Futures Res.* 2016. Vol. 24(4). 11 p. DOI: 10.1007/s40309-016-0101-5.
- [2] Sorokin, A.A., Makogonov, S.V., Korolev, S.P. The information infrastructure for collective scientific work in the Far East of Russia // *Sci. and Technical Inform. Proc.* 2017. Vol. 44, No 4. P. 302–304.
- [3] Шокин Ю.И., Федотов А.М. Информационно-вычислительная сеть Сибирского отделения РАН // *Информ. технологии и вычисл. системы.* 1996. № 3. С. 30–42.
Shokin, Yu.I., Fedotov, A.M. Information and computational network of the Siberian Branch of RAS // *J. of Inform. Technologies and Comput. Systems.* 1996. No. 3. P. 30–42. (In Russ.)

³<http://www.ietf.org/rfc/rfc7011.txt>

- [4] **Юрченко А.В.** О сервисном подходе к формированию и оценке востребованности киберинфраструктуры науки // Информ. технологии. 2018. Т. 24, № 4. С. 219–232.
Yurchenko, A.V. On the approach considering scientific IT-service as a base unit for cyberinfrastructure of science // Inform. Technologies. 2018. Vol. 24, No. 4. P. 219–232. (In Russ.)
- [5] **Gordeev, E.I., Girina, O.A., Lupyan, E.A. et al.** The volsatview information system for monitoring the volcanic activity in Kamchatka and on the Kuril Islands // J. of Volcanology and Seismology. 2016. Vol. 10, No. 6. P. 382–394.
- [6] **Dyer, J.** The case for National Research and Education Networks (NRENs) // Terena. 2009. Available at: <https://www.terena.org/publications/files/20090127-case-for-nrens.pdf> (accessed 30.07.2019).
- [7] **Шабанов Б.М., Овсянников А.П., Баранов А.В. и др.** Проект распределенной сети суперкомпьютерных центров коллективного пользования // Программные системы: теория и приложения. 2017. Т. 8, № 4. С. 245–262. DOI:10.25209/2079-3316-2017-8-4-245-262. **Shabanov, B.M., Ovsyannikov, A.P., Baranov, A.V. et al.** The distributed network of the super-computer centers for collaborative research // Program systems: Theory and applications. 2017. Vol. 8, No. 4. P. 245–262. DOI:10.25209/2079-3316-2017-8-4-245-262. (In Russ.)
- [8] **Шабанов Б.М., Телегин П.Н., Овсянников А.П.** Система управления заданиями распределенной сети суперкомпьютерных центров коллективного пользования // Тр. науч.-исслед. ин-та системных исследований РАН. 2018. Т. 8, № 6. С. 65–73.
Shabanov, B.M., Telegin, P.N., Ovsyannikov, A.P. The jobs management system for the distributed network of the supercomputer centers // Tr. Nauch.-Issled. Instituta Sistemnykh Issledovaniy RAN. 2018. Vol. 8, No. 6. P. 65–73. (In Russ.) DOI: 10.25682/NIISI.2018.6.0009.
- [9] **Hanemann, A., Boote, J.W., Boyd, E.L. et al.** PerfSONAR: A service oriented architecture for multi-domain network monitoring // Service-Oriented Computing — ICSOC 2005. Berlin; Heidelberg: Springer, 2005. P. 241–254. DOI:10.1007/11596141_19.
- [10] GÉANT Compendium of National Research and Educational Networks in Europe. 2017 edition. Available at: <https://www.geant.org/Resources/Documents/Compendium%20Layout%20ONLINE.pdf> (accessed 30.07.2019).
- [11] **Овсянников А.П., Савин Г.И., Шабанов Б.М.** Удостоверяющие федерации научно-образовательных сетей // Программные продукты и системы. 2012. № 4. С. 3–6.
Ovsyannikov, A.P., Savin, G.I., Shabanov, B.M. Identity federation of the research and educational networks // Software & Systems. 2012. No 4. P. 3–6. (In Russ.)
- [12] **Абрамов А.Г., Васильев И.В., Порхачев В.А.** Принципы функционирования и управления удостоверяющей федерацией RUNNetAAI в рамках интерфедеративного взаимодействия с проектом eduGAIN // Информатизация образования и науки. 2019. № 2(42). С. 40–47.
Abramov, A.G., Vasilyev, I.V., Porkhachev, V.A. Principles of the functioning and management of the identity federation RUNNetAAI within the framework of interfederation with eduGAIN // Informatization of Education and Science. 2019. No. 2(42). P. 40–47. (in Russ.)

Development of Federal telecommunication and computer infrastructure for research and education

GONCHAR, ANDREY A.¹, OVSYANNIKOV, ALEXEY P.^{1,*}, SOROKIN, ALEXEY A.², SHABANOV, BORIS M.¹, YURCHENKO, ANDREY V.³

¹Joint Supercomputer Center RAS — branch of SRISA RAS, Moscow, 119334, Russia

²Computational Center FEB RAS, Khabarovsk, 680000, Russia

³Institute of Computational Technologies SB RAS, Novosibirsk, 630090, Russia

*Corresponding author: Ovsyannikov, Alexey P., e-mail: ovsiannikov@jscc.ru

National research and educational network (NREN) is a key factor for modern research and education. The article considers the prospects and directions of the NREN development in the Russian Federation.

In 2019, as a result of the merging of the departmental research and educational networks RUNNet and RASNet, a federal scale telecommunications network called the National research computer network (NRCN) was created. It should play the role of a NREN for the international cooperation projects. The concept of NRCN was approved at the Meeting of the Council of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation on information and telecommunication infrastructure, information security and supercomputer technologies.

NRCN development plans include setting up the circle backbone infrastructure as well as deploying the federal network nodes in the Siberia and the Far East and providing effective interconnection to the present regional network nodes. The plan is intended to optimize network connectivity and to improve the quality of the data transmission as well as to implement Service Level Agreement (SLA) and variety network services for research and education.

The implementation of the considered plans will significantly improve the reliability of the backbone and regional components of the NRCN, expand the potential of the IT infrastructure for research and education, focused on the MegaScience, high-performance and distributed computing, Big Data, Deep Learning and AI.

Keywords: National Research and Educational Network (NREN) Russian Federation.

Cite: Gonchar, A.A., Ovsyannikov, A.P., Sorokin, A.A., Shabanov, B.M., Yurchenko, A.V. Development of Federal telecommunication and computer infrastructure for research and education // Computational Technologies. 2019. Vol. 24, No. 6. P. 21–29. (In Russ.) DOI: 10.25743/ICT.2019.24.6.004.

Received October 3, 2019