

## 1.4. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

### ЦЕНТРЫ ПО СУПЕРВЫЧИСЛЕНИЯМ

Совет по супервычислениям СО РАН курирует целевую программу СО РАН «Суперкомпьютер», в рамках которой координирует деятельность суперкомпьютерных центров СО РАН, взаимодействует с вузами с целью разработки образовательных программ, обеспечивающих подготовку специалистов пользователей суперкомпьютерных вычислений и разработчиков программного обеспечения для организации крупномасштабных вычислений, участвует в организации научных и образовательных мероприятий.

#### Суперкомпьютерные центры СО РАН:

- Красноярский суперкомпьютерный центр (КСКЦ) на базе Института вычислительного моделирования СО РАН;
- Иркутский суперкомпьютерный центр (ИСКЦ) на базе Института динамики систем и теории управления СО РАН;

- Томский суперкомпьютерный центр (ТСКЦ) на базе Института сильноточной электроники СО РАН;

- Омский суперкомпьютерный центр (ОСКЦ) на базе Омского филиала Института математики СО РАН;

- Центр коллективного пользования Сибирский суперкомпьютерный центр (ЦКП ССКЦ) на базе Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН.

#### Развитие вычислительных ресурсов

В табл. 1 представлено развитие суммарной пиковой производительности (выраженной в млрд операций с плавающей точкой двойной точности в секунду, Гфлопс) вычислительных комплексов суперкомпьютерных центров СО РАН.

Т а б л и ц а 1

**Рост мощности вычислительных ресурсов, Гфлопс**

	2008	2009	2010	2011	2012
Красноярский суперкомпьютерный центр	450,8	550,0	550 + 1650 за счет трех новых серверов с GPU	680 + 4120 за счет сервера с GPU	2600 + 4120 за счет сер- вера с GPU
Иркутский суперкомпьютерный центр	1490	1490 + 312 за счет сервера с GPU	1490 + 624 за счет серверов с GPU	1490 + 624 за счет серверов с GPU	35 000 с учетом установленных карт GPU
Томский суперкомпьютерный центр	Н/д	1000 за счет серверов с GPU	1000 за счет серверов с GPU	1600 за счет серверов с GPU	2100 за счет серверов с GPU
Сибирский суперкомпьютерный центр	5600	7500	17 500	31 000	116 000 с учетом уста- новленных карт GPU
Омский суперкомпьютерный центр	Н/д	190	190 + 600 за счет серверов с GPU	190 + 600 за счет серверов с GPU	190 + 2500 за счет сер- веров с GPU

### Основные научные и образовательные мероприятия

– В 2009 г. в Новосибирске проведена 10-я Международная конференция «Parallel Computing Technologies (PaCT-2009)». На конференции были представлены 50 докладов участниками из России, Малайзии, Италии, Германии, Франции, Австрии, Японии, Южной Кореи, Великобритании, Польши, Чехии, США.

– В 2011 г. в Казани проведена 11-я Международная конференция «Parallel Computing Technologies (PaCT-2011)». Были представлены 44 доклада участниками из России, Израиля, Польши, Франции, Италии, Германии, Ирландии, Японии, Финляндии.

– День суперкомпьютерных технологий 2010 (<http://www2.sccc.ru/HPCTDay>). Главной целью мероприятия стало привлечение внимания представителей ведущих отраслей промышленности, научной общественности, управленческих структур к необходимости использования суперкомпьютерных технологий и их внедрения в науку, индустрию, высшее образование.

– В 2012 г. была проведена Международная конференция «Параллельные и вычислительные технологии 2012», в работе которой приняли участие 242 участника из России, Казахстана, Украины, Германии, Франции, США.

– При поддержке специалистов NVidia на вычислительных ресурсах кластера ССКЦ в апреле 2012 г. была организована трехдневная школа по технологии NVidia CUDA, в которой прошли обучение 118 слушателей из институтов СО РАН, вузов и фирм. Программа и учебные материалы школы размещены на страничке <http://www2.sccc.ru/Seminars/Nvidia%20Cuda.htm>

– Организован регулярный семинар «Архитектура, системное и прикладное программное обеспечение кластерных суперЭВМ» на базе ССКЦ, кафедры вычислительных систем НГУ и Центра компетенции по высокопроизводительным вычислениям СО РАН — Intel. Презентации семинаров размещаются на страничке <http://www2.sccc.ru/Seminars/NEW/Seminars.htm>

– Ежегодно проводятся зимние и летние школы по параллельному программированию для студентов НГУ и НГТУ. Основные организаторы: ИВМиМГ СО РАН, кафедра параллель-

ных вычислений НГУ, кафедра параллельных вычислительных технологий НГТУ.

– Суперкомпьютерные центры регулярно проводят образовательные и консультационные семинары для своих пользователей.

– Подготовка специалистов ведется следующими базовыми кафедрами:

кафедра параллельных вычислений НГУ (зав. кафедрой, проф. В.Э. Малышкин);

кафедра вычислительных систем НГУ (зав. кафедрой, проф. Б.М. Глинский);

кафедра параллельных вычислительных технологий НГТУ (зав. кафедрой, проф. В.Э. Малышкин);

кафедра вычислительных и информационных технологий СФУ (зав. кафедрой чл.-корр. РАН В.В. Шайдуров);

кафедра теории систем ИМЭИ ИГУ (зав. кафедрой акад. И.В. Бычков).

### О деятельности Совета по супервычислениям

2008 г.

#### Красноярский суперкомпьютерный центр

Закончены работы по модернизации второго кластера ИВМ СО РАН (MBC1000/96). Модернизированный кластер состоит из 48 вычислительных узлов, предоставляющих 96 логических процессоров. Объем ОЗУ — по 1 гигабайту на логический процессор, сеть передачи данных — Gigabit Ethernet. Доступ в пределах научно-образовательной сети Красноярска осуществляется по оптоволоконным линиям связи со скоростью 100 Мбит/с, доступ из внешнего мира по каналу сети СО РАН — 10 Мбит/с.

Производительность модернизированного кластера по результатам теста LinPack увеличилась более чем в 2 раза и составляет 300 Гфлопс (было 134 Гфлопс), пиковая производительность — 450,8 млрд оп/с (было 220,4 млрд оп/с).

Приобретен дополнительный источник бесперебойного питания APC Smart-UPS RM 7500 мощностью 7500 ВА, что обеспечивает работу и безопасное завершение задач при пропадании напряжения в сети на время до 15 мин. Приобретены сервер хранения данных на 3 Терабайта и один двухпроцессорный двухъядерный модуль для обеспечения горячего резерва.

На средства программы закуплено два кондиционера, предназначенных для организации охлаждения дополнительного помещения серверной.

Суперкомпьютер МВС1000/96 наиболее существенно используется сотрудниками Института физики им. Л.В. Киренского СО РАН и Института вычислительного моделирования СО РАН.

Средняя загрузка кластера МВС1000/ составила около 69 %, что в 1,2 раза больше, чем в 2007 г.

#### **Иркутский суперкомпьютерный центр**

Проведена модернизация основной вычислительной установки суперкомпьютерного центра — 160-ядерного кластера Blackford с пиковой производительностью 1,49 Тфлопс — удвоен объем оперативной памяти на узлах. На кластере установлен комплект лицензионного программного обеспечения Intel Cluster Toolkit Compiler Edition for Linux, включающий компиляторы Intel C++, Intel Fortran, библиотеки Intel MPI Library, Intel Math Kernel Library, Intel MPI Benchmarks. В результате HPL-тестирования реальная производительность системы составила 924 Гфлопс. В настоящее время кластер Blackford занимает 41-е место в рейтинге наиболее мощных компьютеров СНГ (ТОП-50, [www.supercomputers.ru/rating](http://www.supercomputers.ru/rating)).

Увеличен ресурс системы электроснабжения и бесперебойного питания установок суперкомпьютерного центра. Модернизирована климатическая система, установлены: дополнительный кондиционер, согласователь работы кондиционеров, система воздухопроводов, фильтров и клапанов и др. Усилены меры безопасности помещения суперкомпьютерного центра.

Ресурсы ИСКЦ использовались для решения задач следующими организациями: ИДСТУ СО РАН, ОИЯИ (Дубна), ИГХ СО РАН, ЛИИ СО РАН, ИГУ.

#### **Томский суперкомпьютерный центр**

В целях организации грид-вычислений построены дополнительные каналы связи между центром телекоммуникаций ТНЦ СО РАН и ИФПМ СО РАН, проведено проектирование строительства второй очереди сети для создания гарантированного высокоскоростного (до

10 Gbps) канала связи между ИМКЭС СО РАН и центром телекоммуникаций.

Телекоммуникационная архитектура СПД ТНЦ СО РАН отражает структуру Томского научного центра СО РАН и включает в себя не только академические институты СО РАН, но и вспомогательные учреждения Томского научного центра. Управление СПД ТНЦ СО РАН осуществляется из Центра телекоммуникаций, который территориально расположен в Институте сильноточной электроники СО РАН.

В 2007—2008 г. закуплена система резервного бесперебойного электропитания, проведены кабели электропитания в серверное помещение с запасом по мощности, достаточным для гарантированного электропитания при дальнейшем развитии.

На площадке Института физики прочности и материаловедения СО РАН произведена модернизация системы распределенных вычислений, которая была дополнена компьютером SunFire X4450. В результате образовался гетерогенный кластер, состоящий из двух двухпроцессорных, одного четырехпроцессорного двухъядерного и двух четырехпроцессорных четырехъядерных компьютеров.

Основным потребителем вычислительных мощностей являются ИФПМ СО РАН, ИМКЭС СО РАН, ИСЭ СО РАН.

#### **Сибирский суперкомпьютерный центр**

Через Приборную комиссию приобретена первая очередь кластера производства Hewlett-Packard в составе 25 блейд-серверов HP BL2x220c с 4-ядерными 96 процессорами Intel Xeon Quad-Core E5450 3 GHz/ 2x6 MB. Пиковая производительность кластера составляет 4,6 Тфлопс. В состав общесистемного программного обеспечения (ПО) кластера закуплена операционная система Red Hat Enterprise Linux (RHEL), система пакетной обработки PBS Pro и HP Cluster Management Utility для развертывания и управления ПО на кластере. Средства разработки включают: Intel® Cluster Toolkit Compiler Edition for Linux, Intel® VTune™ Performance Analyzer for Linux, Intel® Threading Building Blocks, Intel® Thread Checker.

Для расширения вычислительных ресурсов кластера до 30 Тфлопс принято решение об объединении финансовых ресурсов ССКЦ и

Центра «Биоинформационных технологий», сформированного на базе ИЦиГ СО РАН в рамках Программы «Геномика, протеомика и биоинформатика».

Эксплуатируемые ранее кластеры MBC1000-32 и MBC1000-128 на базе процессоров DEC Alpha переданы соответственно в ИТПМ СО РАН и Омский филиал ИМ СО РАН.

В промышленной эксплуатации на проектной мощности находится Новосибирский кластерный суперкомпьютер НКС-160 на базе процессоров Intel Itanium2 в составе 84 двухпроцессорных вычислительных модулей (168 процессоров), объединенных сетями InfiniBand (20 Гбит/с) и GigabitEthernet. Пиковая производительность составляет более 1 Тфлопс, а по тесту High Performance LinPack — 828,7 Гфлопс.

Запущена в эксплуатацию система хранения данных для НКС-160 в составе двух серверов HP DL380G5 (CPU 2 x Intel Xeon QuadCore 3.00 GHz, 8MB L2/ RAM 8 GB/ HDD 2 x 73 GB SAS / Infiniband 4X DDR PCI-E Dual Port HCA 20GBPs/ RAID 0, 1, 3, 5, 6, 10) и двух дисковых массивов HP Storageworks SFS20. Система соединяется с кластером по высокоскоростной сети Infiniband 4-х DDR 20GB/s. Агрегированная полоса пропускания по чтению-записи составляет не менее 600 Мбайт/с и масштабируется до 35 Гбайт/с. Физический объем дисков составляет 6 Тбайт и масштабируется до 2 Пбайт.

Потребители ресурсов: ИВМиМГ, ИВТ, ИК, ИКЗ (Тюмень), ИЛФ, ИМ, ИНГГ, ИНХ, ИТ, ИТПМ, ИФП, ИХХТ (Красноярск), ИХКГ, ИХТТМ, ИЦиГ, ИЯФ, НГТУ, НГУ, НИИ М МГУ (Москва), СГУТИ.

На НКС-160 установлена и запущена в эксплуатацию новая версия коммерческого пакета Gaussian 03 для процессоров Intel Itanium2. Для продолжения эксплуатации Fluent 6.3 закуплены новые лицензии.

На средства грантов РФФИ приобретен высокопроизводительный сервер с общей памятью HP DL580G5 и системой хранения данных HP StorageWorks MSA60. Сервер содержит 4 процессора QuadCore Intel Xeon X7350, что при частоте 2,93 ГГц обеспечивает пиковую производительность 187,52 Гфлопс. Особенностью этого сервера является наличие большого объема оперативной памяти — 256 Гбайт. Система хранения оснащена жесткими дисками SATA

750 Гбайт и имеет суммарный физический объем 9 Тбайт. Подключается к серверу по интерфейсу SAS со скоростью обмена 3 Гбит/с. Возможности каскадирования системы до четырех позволяют увеличить объем дисковой памяти до 48 Гбайт.

В июне 2008 г. на базе ССКЦ открыт Центр компетенции (ЦК) СО РАН — INTEL, основными задачами которого являются:

- внедрение современных вычислительных технологий на базе разработок фирмы Intel и достижений СО РАН в промышленное производство Сибирского региона;

- обучение современным вычислительным технологиям на базе разработок фирмы Intel организаций добывающих отраслей, промышленности, науки и вузов;

- оказание консультаций по параллельному программированию, а также вычислительных услуг на базе кластеров, имеющихся в ССКЦ.

**2009 г.**

#### **Красноярский суперкомпьютерный центр**

Проведены работы по совместному использованию кластеров Сибирского федерального университета (СФУ). Малый кластер СФУ (28 четырехъядерных процессоров Intel Xeon Quad Core E5345 2.33 GHz, расчетная производительность по LinPack более 700 Гфлопс, пиковая — 1043 млрд оп./с) установлен в помещении ИВМ СО РАН, арендуемом СФУ. Проведены тестирование и запуск в опытную эксплуатацию. Организован доступ по гигабитной сети к большому кластеру СФУ, занимающему 9-е место в списке TOP-50 СНГ (452 четырехъядерных процессора Intel Xeon Quad Core E5345 2,33 GHz, расчетная производительность по LinPack — 13 057 Гфлопс, пиковая — 16 872 млрд оп./с).

Выполнены работы по вводу в эксплуатацию сервера хранения данных в составе кластера.

Доступ в пределах научно-образовательной сети г. Красноярска осуществляется по оптоволоконным линиям связи со скоростью 1000 Мбит/с, доступ по каналу сети СО РАН — 20 Мбит/с.

Из средств программы «Суперкомпьютер» приобретены: высокопроизводительный вычислительный сервер IBM System x3755 (4 × AMD Quad Core Opteron 8378 75W 2.4 GHz / 1000 MHz / 8 MB L2/L3, 20 GB) с 16 вычислительными

ядрами, серверный шкаф. Произведены работы по организации электропитания в серверном помещении с установкой распределительного электрического щита.

В течение года средняя загрузка кластера MBC-1000/96 составила около 62,5 %, что на 7 % меньше, чем в 2008 г. В отдельные месяцы загрузка кластера превышала 80 %.

Проводилось расширение магистральных каналов корпоративной сети Красноярского научного центра СО РАН со 100 до 1000 Мбит/с. Благодаря сотрудничеству с Сибирским федеральным университетом удалось увеличить скорость до 1000 Мбит/с на канале связи между ИВМ СО РАН и межвузовской городской сетью.

Основные организации-потребители вычислительных мощностей: ИФ СО РАН, ИВМ СО РАН, СФУ.

#### **Иркутский суперкомпьютерный центр**

Продолжается эксплуатация кластера Blackford производительностью 1500 Гфлопс. Приобретен вычислительный сервер Supermicro SuperServer 7046GT-TRF на базе четырех графических процессоров NVidia TESLA C1060 (960 процессорных ядер) общей пиковой производительностью 3,73 Тфлопс (для операций с одинарной точностью) и 312 Гфлопс (для операций с двойной точностью) с предустановленными средствами разработки (пакет CUDA 2.2 Toolkit, SDK, MS Visual Studio Pro 2008) и программным обеспечением для выполнения математических расчетов (пакет Mathworks MATLAB, графический «движок» Jacket, позволяющий запускать стандартный код MATLAB на графическом процессоре).

Потребители вычислительных ресурсов: ЛИН СО РАН, ИДСТУ СО РАН, ИГХ СО РАН.

#### **Томский суперкомпьютерный центр**

Проведены работы по реализации усовершенствования топологии кабельной инфраструктуры Томского научного центра СО РАН (СПД ТНЦ СО РАН). Целью проведенных работ было построение на основе проекта развития кабельной инфраструктуры с заложенной технологией избыточных линий связи между научными учреждениями ТНЦ СО РАН. Проложено около 2 км оптоволоконных взамен устаревших многомодовых оптических линий связи. За

отчетный период запущена 1 Гбит/с каналов связи ТНЦ—ТГУ для прямого доступа к вычислительным ресурсам Томского научно-образовательного комплекса (Кластер Siberia).

В центре телекоммуникации ТНЦ СО РАН развернута вычислительная система на основе многоядерной технологии NVidia (TESLA) с производительностью около 1 Тфлопс. Начаты работы по оптимизации алгоритмов для нового вычислителя.

Закуплено оборудование для создания хранилища данных на основе технических решений фирмы SAN. Начаты работы по его запуску.

Потребители вычислительных ресурсов: ИСЭ СО РАН, ИМКЭС СО РАН.

#### **Омский суперкомпьютерный центр**

Создан в 2009 г. для коллективного пользования ОНЦ СО РАН и государственных образовательных учреждений г. Омска. Возможность создания ОСКЦ основана на имеющемся в регионе научно-техническом заделе и готовой сетевой межинститутской инфраструктуре на базе проекта Компьютерной Сети Образования, Культуры и Науки Омска (КС ОКНО). Было разработано и утверждено Положение о региональном Суперкомпьютерном центре коллективного пользования ОНЦ СО РАН и государственных образовательных учреждений г. Омска (СКЦентр ОНЦ).

Пропускная способность каналов связи между организациями СО РАН в настоящее время может быть увеличена до 2 Мбит/с, а сеть КС ОКНО имеет канал пропускной способности 10 Мбит/с с центром управления сети СО РАН в ИВТ СО РАН.

Предполагаемые потребители: ОФ ИМ СО РАН, ИППУ СО РАН, ОЦКП СО РАН, ОмГТУ.

Базовой организацией ОСКЦ стал Омский филиал Института математики им. С.Л. Соболева СО РАН, в состав которого входит Центр информационного обслуживания научных исследований (ЦИОНИ), возглавляющий все работы по телекоммуникациям в ОНЦ и являющийся Центром Управления КС ОКНО.

По решению расширенного Бюро Совета СО РАН по супервычислениям Омский филиал Института математики им. С.Л. Соболева получил от ИВМиМГ СО РАН во временное без-

возмездное пользование кластерный суперкомпьютер МВС-1000/128.

По гранту РФФИ на развитие материальной базы был получен прецизионный кондиционер UNIFLAIR SDA0601A с производительностью по холоду 18 кВт для обеспечения работы оборудования МВС-1000/128 и системы бесперебойного питания Symmetra.

За счет собственных средств ОФ ИМ приобрел и смонтировал фальшпол машинного зала площадью около 26 м<sup>2</sup>.

Разработанный ЦИОНИ ОФ ИМ проект размещения всего оборудования СКЦ Центра был реализован за счет средств Целевой программы СО РАН «Суперкомпьютер» в размере 1000 тыс. руб., целевых средств Президиума СО РАН, полученных на ремонт Филиала, собственных средств ОФ ИМ в размере 1302,91 тыс. руб. и средств РФФИ в размере 450 тыс. руб.

Работы на суперкомпьютере МВС-1000/128 фактически начались в конце октября 2009 г. двумя организациями — Омским филиалом Института математики им. С.Л. Соболева (385,2 ч) и Омским государственным университетом им. Ф.М. Достоевского (около 100 ч).

#### **Сибирский суперкомпьютерный центр**

Введен в промышленную эксплуатацию кластерный суперкомпьютер НКС-30Т на базе серверов сверхплотной упаковки архитектуры «Blade» hp BL2x220c с 4-ядерными процессорами Intel Xeon Quad-Core E5450 3 GHz/ 2x6 MB. После приобретения комплекта оборудования для дооснащения в его составе два шасси hp Blade System 7000c, в которых установлено 32 сервера hp BL2x220c (максимальное количество) с двумя вычислительными узлами внутри (всего вычислительных узлов 64). Каждый вычислительный узел содержит 2 процессора, 16 Гб оперативной памяти, жесткий диск 120 Гб. Таким образом, всего процессоров 128, ядер 512. Вычислительные узлы объединены сетями InfiniBand (40 Гбит/с) и GigabitEthernet. Пиковая производительность кластера составляет 6,144 Тфлопс (26-е место в Top-50 в редакции от 22.09.2009 по СНГ).

Разработан эскизный проект модернизации технической инфраструктуры ССКЦ, необходимой для организации промышленной эксплуатации НКС-30Т после его расширения до про-

изводительности 16 Тфлопс за счет объединения финансовых ресурсов ССКЦ и Центра «Биоинформационных технологий», сформированного на базе ИЦиГ СО РАН в рамках Программы «Геномика, протеомика и биоинформатика».

Для объединения вычислительных ресурсов ССКЦ, НГУ, ИВТ, ИЯФ и ИЦиГ и развития вычислительного грид-сегмента в Новосибирском научном центре НКС-30Т подключен к выделенной высокоскоростной сети 10 GigabitEthernet.

В промышленной эксплуатации на проектной мощности находится Новосибирский кластерный суперкомпьютер НКС-160 на базе процессоров Intel Itanium2 в составе 84 двухпроцессорных вычислительных модулей (168 процессоров), объединенных сетями InfiniBand (20 Гбит/с) и GigabitEthernet. Пиковая производительность составляет более 1 Тфлопс, а по тесту High Performance LinPack — 828,7 Гфлопс.

Дооснащена на средства РФФИ и запущена в эксплуатацию параллельная система хранения данных в составе четырех серверов HP DL380G5 (CPU 2 x Intel Xeon QuadCore 3.00 GHz, 8MB L2/ RAM 8 GB/ HDD 2 x 73 GB SAS / Infiniband 4X DDR PCI-E Dual Port HCA 20GBPs/ RAID 0, 1, 3, 5, 6, 10) и шести дисковых массивов HP Storageworks SFS20. Система соединяется с кластером по высокоскоростной сети Infiniband 4-х DDR 20GB/s. Агрегированная полоса пропускания по чтению-записи составляет не менее 750 Мбайт/с (масштабируется до 35 Гбайт/с). Физический объем дисков составляет 30 Тбайт (масштабируется до 2 Пбайт).

В Центре компетенции (ЦК) СО РАН — INTEL на базе ССКЦ для повышения эффективности использования вычислительной техники проведено 15 семинаров по высокопроизводительным вычислениям для решения задач нефтегазовой геологии и геофизики, биоинформатики, решениям Intel для разработчиков программного обеспечения, пакетам прикладных программ Unipro UGENE, KRYLOV, FLUENT, Gaussian 03, библиотекам SPARSKIT, PETSc и Nupre, в том числе 1 выездной: в Югорском НИИ информационных технологий (г. Ханты-Мансийск). Присутствовали более 200 участников.

Презентации семинаров публикуются на web-сайте Центра Компетенции <http://www2.ssc.ru/SORAN-INTEL/> в разделе «Семинары». За 2009 г. на сайт было более 5500 обращений.

На основании обращения акад. Е.П. Веллихова к председателю СО РАН акад. А.Л. Асееву разработана концепция создания в Новосибирске Регионального Суперкомпьютерного Центра на базе разработок Ряда 4 семейства «СКИФ», выполненных на платформе Intel Nehalem. Первый этап предусматривал монтаж и запуск на площадях машинного зала ССКЦ в 2011 г. кластерного суперкомпьютера СКИФ-Аврора производительностью 60 Тфлопс, а второй этап в 2012 г. — увеличение производительности до 200 Тфлопс.

Потребители ресурсов: Вектор, ИВМиМГ, ИВТ, ИК, ИКЗ (Тюмень), ИЛФ, ИМ, ИНГГ, ИНХ, ИТ, ИТПМ, ИФП, ИХХТ (Красноярск), ИЦиГ, ИЯФ, НГТУ, МГУ (Москва), НИИ М МГУ, СГУТИ, СибНИА.

**2010 г.**

#### **Красноярский суперкомпьютерный центр**

Продолжается эксплуатация кластера МВС-1000/ИВМ — 48 вычислительных узлов, представляющих 96 ядер, пиковая производительность — 451 млрд оп./с; 16-ядерного SMP-сервера; кластера СФУ, установленного на арендуемой СФУ территории ИВМ: 28 четырехъядерных процессоров, 112 ядер. Пиковая производительность 1043 Гфлопс.

В 2013 г. запущены в работу 3 персональных суперкомпьютера на базе графических процессоров Tesla C2050, пиковая производительность на двойной точности 515 Гфлопс.

Потребители вычислительных ресурсов: ИФ СО РАН, ИВМ СО РАН, ИХХТ СО РАН.

#### **Иркутский суперкомпьютерный центр**

Продолжается эксплуатация кластера Blackford производительностью 1500 Гфлопс. Введена в эксплуатацию кластерная установка из двух вычислительных серверов Supermicro SuperServer 7046GT-TRF на базе четырех графических процессоров NVidia TESLA C1060 (960 процессорных ядер) общей пиковой производительностью 3,73 Тфлопс (для операций с одинарной точностью) и 312 Гфлопс (для операций с двойной точностью).

Разработаны эскизный проект, техническое задание и проект конкурсной документации на поставку первой очереди гибридной кластерной

вычислительной системы суммарной пиковой производительностью 47 Тфлопс:

Проект предполагает следующие характеристики вычислительной системы:

гибридная архитектура: а) вычислительные узлы высокой плотности на базе универсальных процессоров, б) вычислительные узлы высокой плотности, оснащенные GPU NVIDIA Fermi;

системная сеть Infiniband QDR с пропускной способностью 40 ГБ/с;

кластерная система хранения данных с параллельным доступом к данным дисковой емкостью не менее 60 ТВ;

система бесперебойного питания;

двухконтурная система охлаждения с внешними чиллерами;

система автоматического газового пожаротушения и дымоудаления;

комплект системного программного обеспечения.

Потребители вычислительных ресурсов: ЛИИ СО РАН, ИДСТУ СО РАН, ИГХ СО РАН.

#### **Омский суперкомпьютерный центр**

Телекоммуникационные возможности компьютерной сети, созданной по проекту КС ОКНО: кластерный суперкомпьютер МВС-1000/128 на базе 128 процессоров DEC Alpha.

Введен в опытную эксплуатацию новый двухмодульный кластер на базе вычислителей NVidia Tesla C1060 пиковой производительностью от 600 Гфлопс (при вычислениях с двойной точностью) до 6 Тфлопс (при вычислениях с одинарной точностью).

В рамках аспирантуры ОФ ИМ СО РАН начата подготовка специалистов по параллельному программированию.

#### **Томский суперкомпьютерный центр**

Запущены 1 Гбит/с каналы связи ТНЦ—ТГУ (ТПУ и ТУСУР) для прямого доступа к вычислительным ресурсам Томского научно-образовательного комплекса.

Продолжается эксплуатация вычислительной системы на основе многоядерной технологии NVIDIA (TESLA) с производительностью 1 Тфлопс.

Потребители ресурсов: ИСЭ СО РАН.

### Сибирский суперкомпьютерный центр

Выполнены следующие работы:

- реконструкция машинного зала ССКЦ КП;
- реализация соглашения об объединении основных вычислительных ресурсов ССКЦ и Центра «Биоинформационных технологий», формируемого на базе ИЦиГ СО РАН в рамках Программы «Геномика, протеомика и биоинформатика», организация их промышленной эксплуатации на базе ССКЦ;
- совместно с ИЦиГ СО РАН доукомплектация НКС-30Т до 16,5 Тфлопс.

Участие ИВМиМГ / ССКЦ в программе «СКИФ-Полигон» по прогону больших задач на кластере «СКИФ-Аврора»

Основные потребители: ИВМиМГ, ИВТ, ИК, ИКЗ (Тюмень), ИЛФ, ИМ, ИНГГ, ИНХ, ИТ, ИТПМ, ИФП, ИХХТ (Красноярск), ИХКГ, ИХТТМ, ИЦиГ, ИЯФ.

С использованием ресурсов ССКЦ были выполнены работы по 120 грантам, программам и проектам. Из них грантов РФФИ — 41, программ РАН — 24, проектов СО РАН — 20, программ Минобрнауки России — 9, прочие — 26.

### 2011 г.

#### Красноярский суперкомпьютерный центр

Институт вычислительного моделирования СО РАН имеет 2 компьютера кластерной архитектуры: МВС-1000/16 с пиковой производительностью 14,0 Гфлопс (используется для учебного процесса) и МВС-1000/146 с производительностью по LinPack 450 Гфлопс и пиковой производительностью 680 Гфлопс.

Кроме того, на площадях Института установлен и находится в совместном использовании кластер IBM System x3755 Сибирского федерального университета (СФУ) (28 четырехъядерных процессоров Intel Xeon Quad Core E5345 2.33GHz с производительностью по LinPack 450 Гфлопс и пиковой производительностью 1043,84 млрд оп./с).

Организован доступ по гигабитной сети к большому кластеру СФУ, занимающему в настоящее время 31-е место в Top-50 самых мощных суперкомпьютеров СНГ.

ИВМ СО РАН получил грант РФФИ на развитие материально-технической базы, за счет которого приобретен высокопроизводительный

вычислительный сервер Flagman RX240T8.2 на базе графических процессоров Tesla C2050, имеющий 2 шестиядерных процессора Intel® Xeon® X5670 и 8 GPU nVidia® Tesla® C2050. Пиковая производительность этого сервера составляет 8,24 Тфлоп при операциях с одинарной точностью и 4,12 Тфлоп при операциях с двойной точностью.

За счет программы СО РАН «Суперкомпьютер» приобретен 48-ядерный высокопроизводительный вычислительный модуль со следующими характеристиками: 4 процессора — 2,20 GHz AMD® Opteron™ 6174 12-Core, установленная оперативная память — 16 шт. DIMM 4096MB DDR-3 PC3-10600 ECC Registered, 2 сетевых интерфейса Intel® 82576 Gigabit LAN Network.

Кроме того, из средств этой же программы приобретены два высокопроизводительных управляемых коммутатора HP E4204-44G-4SFP v1, позволивших обеспечить высокоскоростной доступ на вторую серверную площадку ИВМ СО РАН, где размещается новое оборудование.

Средняя загрузка кластеров составляет около 60 %. Более 80 % загрузки дают задачи пользователей Института физики им. Л.В. Киренского СО РАН, 14 % — Институт химии и химической технологии СО РАН, остальное — Институт вычислительного моделирования СО РАН. Загрузка кластера в отдельные месяцы превышает 90 %. Снижение процента использования кластера сотрудниками ИВМ СО РАН объясняется как завершением ряда сложных переборных алгебраических задач, так и использованием свободных вычислительных ресурсов в других городах.

За счет программ СО РАН «Суперкомпьютер» и «Телекоммуникационные и мультимедийные ресурсы СО РАН» приобретено программное обеспечение для математических расчетов фирмы MathWorks: MATLAB, Simulink и Parallel Computing Toolbox.

#### Иркутский суперкомпьютерный центр

Комплекс регулярных мероприятий:

1. Плановое техническое обслуживание вычислительных систем ИСКЦ (кластеров Blackford и МВС-1000, высокопроизводительных серверов на базе GPU NVidia Tesla).

2. Замена отработавших установленный срок эксплуатации элементов инфраструктуры,

в частности наружного блока системы охлаждения кластера Blackford.

3. Поддержка пользователей вычислительных систем ИСКЦ: онлайн-консультации, методическое обеспечение, установка системного и прикладного программного обеспечения по запросам пользователей. В частности, установлены и настроены для использования пакеты программ для филогенетического анализа (Phylip, Beast), сборки геномных последовательностей (ABySS, TGICL, Ray, Newbler), выравнивания последовательностей (MUMmer, MUMmerGPU, mpi-HMMer, GPU-HMMer, BMA), blast-анализа (Blast2Go, mpi-blast) и другие.

Разработано техническое задание и проведен конкурс на поставку в 2011 г. в ИСКЦ реконфигурируемых аппаратно-программных комплексов на базе серверного оборудования Supermicro и готовых отладочных наборов на основе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) Xilinx Virtex-6 для разработки и отладки системных проектов, требующих высокопроизводительных вычислений, высокоскоростных последовательных интерфейсов и современных модулей динамической памяти.

Разработано техническое задание для конкурса Приборной комиссии СО РАН на поставку в 2011—2012 гг. первой очереди кластерной вычислительной системы нового поколения на базе архитектуры x86\_64 (16-ядерные процессоры AMD Opteron 6276 Bulldozer) общей пиковой производительностью более 32 Тфлопс.

Потребители ресурсов: ИДСТУ СО РАН, ЛИН СО РАН, ИГХ СО РАН.

#### **Томский суперкомпьютерный центр**

Реализован вариант расширения полосы пропускания данных с Томским научно-образовательным комплексом за счет увеличения числа параллельных каналов, а также построение дополнительных линий связи. В условиях наличия фиксированного числа волокон такое возможно только путем увеличения плотности оптической загрузки. Система оптического уплотнения каналов связи Coarse WDM (CWDM) позволила мультиплексировать до 18 каналов. Используемое в настоящее время оборудование CWDM работает в полосе от 1270 до 1610 нм, с шагом 20 нм между каналами. Это позволяет

заменить один гигабитный канал между ТУ-СУР-м и ТНЦ СО РАН на два параллельных гигабитных канала, объединенных на основе протокола EtherChannel (PortChannel в терминологии Cisco), построить дополнительный прямой гигабитный канал до площадки вычислительного кластера ТПУ.

Выполненные работы дают возможность подключать вычислительные кластеры университетов как минимум на скоростях 1 Гб.

#### **Наращивание вычислительных ресурсов ТНЦ СО РАН**

Вычислительный комплекс ТНЦ СО РАН включает в себя:

- кластер на базе процессоров Intel Itanium2;
- модульную систему вычислительных узлов на базе современных графических вычислителей компании NVidia.

Вычислительный кластер состоит из шести однотипных вычислительных узлов (один узел управляющий). Характеристики вычислительного узла кластера:

- два процессора Intel Itanium2 Madison с тактовой частотой 1595,706 МГц;
- оперативная память 4 Гб;
- жесткий диск 40 Гб (SCSI).

Все вычислительные узлы связаны высокопроизводительной сетью Mellanox SDR Infiniband, а также вспомогательной сетью Gigabit Ethernet.

Вычислительный кластер работает под операционной системой GNU/Linux Debian. Используемое программное обеспечение:

- параллельные среды openmpi, mpich;
- компиляторы GNU, используются языки программирования C/C++/Fortran;
- менеджер ресурсов Torque;
- система мониторинга Ganglia.

Вычислительный комплекс на базе графических процессоров (GPU) состоит из четырех вычислительных узлов и одного управляющего узла.

В вычислительной системе используются графические вычислители последнего поколения: NVidia Tesla C2050 и Nvidia C2070, основанных на архитектуре CUDA (Compute Unified Device Architecture) GPU «Fermi», а также графические вычислители NVidia Tesla C1060.

Три узла оснащены процессором Intel Core i5, оперативной памятью 8 Гб, жестким диском

объемом 500 Гб. Два узла оснащены графическим вычислителем Tesla C2050, один узел — Tesla C2070. Один вычислительный узел оснащен четырехъядерным процессором Intel Core i7 920 с тактовой частотой 2,67 ГГц Hyper-Threading, двумя графическими вычислителями NVidia Tesla C1060, графическим вычислителем Quadro NVS 290, оперативной памятью 12 Гб. Все узлы объединены сетью Gigabit Ethernet.

Выполнена работа по подключению всех сервисов вычислительной системы Tesla по 1 Гбит. Приобретены сетевые карты Intel 10 Гбит и свитч 10 Гбит, специализированные кабели подключения.

Развернуто хранилище данных на основе технических решений фирмы SAN с емкостью до 24 Тб.

#### **Омский суперкомпьютерный центр**

В рамках Положения об Омском региональном СКЦ заключено Соглашение о сотрудничестве между ОФ ИМ СО РАН и ОмГУ в области суперкомпьютерных технологий. В рамках Соглашения в июле 2011 г. суперЭВМ MBC 1000/128 была перенесена из ОФ ИМ СО РАН на факультет компьютерных наук ОмГУ для обеспечения учебного процесса и освоения студентами новых технологий параллельных вычислений. За это время машина была смонтирована в корпусе факультета компьютерных наук, подведено питание и произведена апробация работы. На трех модулях суперЭВМ обновлена операционная система до Debian Sid Linux с ядром 2.6.32. Установлен пакет OpenMPI версии 2 для удаленного взаимодействия вычислительных модулей. Проведена апробация работы пакета на трех модулях. В рамках научно-исследовательской работы студентов проведено изучение работы вычислительных модулей и способов установки операционных систем и прочего программного обеспечения на компьютеры с архитектурой Alpha. Планируется установка и апробация виртуальной машины OpenVZ на трех модулях, в рамках научно-исследовательской работы аспирантов планируется провести расчет математической модели лизинга.

В СКЦ, расположенном в ОФ ИМ СО РАН, начата эксплуатация нового кластера Tesla Meiji на базе вычислителей NVidia Tesla C1060.

Кластер в настоящее время состоит из 2 узлов (вычислительные блоки), каждый из которых содержит по 3 вычислителя NVidia. Вычислители — это массивно-параллельная система, содержащая по 240 потоковых процессоров и 4 Гигабайта оперативной памяти. Таким образом, для вычислений доступно 1,440 потоковых процессоров. Для выполнения работ приобретен управляющий сервер (управляющий блок) с близкими характеристиками и массив внешних SAS-дисков емкостью 3 Терабайта. Пиковая производительность — от 600 Гфлопс (при вычислениях с двойной точностью) до 6 Тфлопс (при вычислениях с одинарной точностью). Кластер допускает дальнейшее расширение путем увеличения числа узлов.

За счет средств гранта № 10-01-05014-Б РФФИ на развитие МТБ в феврале 2011 г. закуплен блок удаленного управления суперкомпьютерным кластером, серверами КС ОКНО и их электропитанием. Для управления центральным и вычислительными блоками кластера установлен высоконадежный KVM-over-IP переключатель Raritan Dominion KSX2-188, который обеспечивает доступ к блокам на уровне BIOS.

Также установлены три модуля управления питанием iPDU — Raritan DPXR8A-16, позволяющие контролировать и распределять питание на уровне каждой розетки. Управление происходит через IP-протокол в ручном (web-браузер, командная строка, панель управления на устройстве) либо автоматическом (по заданному алгоритму на основе измерения параметров линии) режиме.

За счет средств Целевой программы СО РАН «Суперкомпьютер» и других средств Омским филиалом Института математики им. С.Л. Соболева СО РАН приобретен ИБП серии APC MGE Galaxy 3500. Использование указанных ИБП в несколько раз повышает защищенность оборудования в силу непрерывности электропитания, которое поступает к оборудованию, даже во время полной загрузки.

Источник бесперебойного питания APC MGE Galaxy 3500 40кВА 400В 3:1, Start-up 5X8, с 4 батарейными модулями имеет мощность 16 кВА, что позволит использовать его и при увеличении числа вычислительных блоков имеющегося кластера почти в два раза.

### Сибирский суперкомпьютерный центр

В соответствии с планом работ по данному проекту развивались два основных направления: наращивание вычислительных мощностей ССКЦ и проект объединения вычислительных ресурсов СО РАН: ССКЦ, НГУ, ИВТ, ИЦИГ, ИХБФМ, ИЯФ, по схеме «звезда» с использованием 10G-го канала (данная работа выполнялась совместно с ИВТ, НГУ и ИЯФ СО РАН).

### Вычислительные ресурсы ССКЦ КП СО РАН

1) Кластерный суперкомпьютер НКС-30Т в составе:

- два шасси *HP BladeSystem c7000 Enclosure*, 32 сервера сверхплотной упаковки (двойные «лезвия») *hp ProLiant BL2x220c G5* (64 вычислительных модуля по два 4-ядерных процессора Intel Quad-Core Xeon E5450 и 16 Гбайт оперативной памяти);

- четыре шасси *HP BladeSystem c7000 Enclosure*, 64 сервера сверхплотной упаковки (двойные «лезвия») *hp ProLiant BL2x220c G6* (128 вычислительных модулей по два 4-ядерных процессора Intel Quad-Core Xeon E5540 и 16 Гбайт оперативной памяти);

- три шасси *HP BladeSystem c7000 Enclosure*, 48 серверов сверхплотной упаковки (двойные «лезвия») *hp ProLiant BL2x220c G6* (96 вычислительных модулей по два 6-ядерных процессора Intel Quad-Core Xeon E5670 и 24 Гбайта оперативной памяти);

- расширение кластера серверами с GPU NVidia: 40 серверов SL390s G7 с тремя GPU M2090 на каждом. Пиковая производительность на GPU 79,800 Тфлопс, с учетом серверов SL390s — 85,425 Тфлопс;

- параллельная файловая система Ibrix полезной емкостью 32 Тбайта дисковой памяти, которая поддерживается 4 серверами HP DL380 G6 и работает по InfiniBand.

Пиковая производительность НКС-30Т составляет 30 Тфлопс.

2) Кластерный суперкомпьютер НКС-160 в составе 84 вычислительных модулей *hp Integrity rx1620* (два процессора Intel Itanium 2, 4 Гбайт оперативной памяти). Пиковая производительность НКС-160 составляет 1075 Гфлопс, производительность на тесте HPL (A Portable Implementation of the High-Performance Linpack Bench-

mark for Distributed-Memory Computers) — 828,7 Гфлопс.

3) Сервер с общей памятью HP ProLiant DL980 G7 с 4 10-ядерными процессорами Intel E7-4870 с тактовой частотой 2,4 ГГц, оперативной памятью 512 ГБ и 8 SAS дисками по 300 Гб. Пиковая производительность сервера в текущей конфигурации составляет 384 ГФлопс.

4) Сервер с общей памятью *hp ProLiant DL580 G5* в составе 4 процессоров Intel Quad-Core Xeon X7350 (4 ядра) и 256 Гбайт оперативной памяти с дисковым массивом HP Storageworks SFS20, имеющим 9 Тбайт «сырой» дисковой памяти.

5) Сервер с общей памятью *hp Integrity rx4640-8* в составе 4 процессоров Intel Itanium2 и 64 Гбайт оперативной памяти.

### Инфраструктура машинного зала ССКЦ

Увеличение вычислительных ресурсов при реализации разрабатываемых проектов увеличивает энергопотребление компьютерного оборудования более чем 500 кВт. Это потребует такой же мощности источник бесперебойного электропитания и систему охлаждения с такой же производительностью по холоду. Обе эти системы должны иметь достаточный резерв, так как выход из строя любой из них приведет к остановке всего компьютерного оборудования. Ориентировочная стоимость системы водяного охлаждения с применением локальных кондиционеров с резервированием по схеме N+1 и без резервирования чиллера на 260 кВт составляет 10 млн руб. Создание таких достаточно больших систем обеспечения надежной работы вычислительного оборудования требует привлечения опытных и квалифицированных проектировщиков. Ориентировочная стоимость проекта системы охлаждения на 500 кВт по холоду составляет более 1 млн руб.

Закуплен и введен в эксплуатацию промышленный прецизионный кондиционер BlueBox Datatech UEDA с производительностью по холоду 60 кВт.

В конце 2011 г. закуплен промышленный прецизионный кондиционер BlueBox с гидромодулем и производительностью по холоду 75 кВт; основная его особенность — это поддержка режима FreeCooling.

Мощность источника бесперебойного питания (ИБП) APC Symmetra PX2 увеличена до 160 кВт за счет покупки дополнительных модулей.

Общее энергопотребление центра обработки данных (ЦОД) ССКЦ составляет 294 кВт.

#### **Грид-сегмент СО РАН**

ССКЦ СО РАН включен в договор о Суперкомпьютерной сети ННЦ СО РАН, первоначально заключенного между НГУ, ИВТ СО РАН и ИЯФ СО РАН в 2010 г. Работы по грид-сегменту СО РАН ведутся по следующим направлениям:

1) проект по созданию грид-сайта ННЦ СО РАН в рамках Национальной нанотехнологической сети (ГридННС);

2) в рамках ЦКП «Биоинформатика», в состав которого входит ИВМиМГ СО РАН;

3) в области высокопроизводительных вычислений в физике высоких энергий и обработки данных физических экспериментов, осуществляемых в ИЯФ СО РАН (эксперименты КЕДР, СНД, КМД-3).

Для обеспечения доступа сервера к параллельной файловой системе кластера IBRIX закуплен дополнительный InfiniBand адаптер.

Основные потребители ресурсов вычислительного центра: ИВМиМГ, ИВТ, ИК, ИКЗ (Тюмень), ИЛФ, ИМ, ИНГГ, ИНХ, ИТ, ИТПМ, ИФП, ИХХТ (Красноярск), ИХКГ, ИХТТМ, ИЦиГ, ИЯФ.

### **2012 г.**

#### **Красноярский суперкомпьютерный центр**

Продолжается эксплуатация систем:

– МВС-1000/16 с пиковой производительностью 14,0 Гфлопс (используется для учебного процесса).

– МВС-1000/146 с производительностью по LinPack 640 Гфлопс и пиковой производительностью 870 Гфлопс.

За счет Программы «Суперкомпьютер» приобретено два вычислительных модуля по 64 вычислительных ядра с пиковой производительностью 586 Тфлопс. После их ввода в эксплуатацию в составе кластера ИВМ общее количество вычислительных ядер кластера составит 274, пиковая производительность увеличится в 2,3 раза и составит 2,04 Тфлопс.

–Малый кластер Сибирского федерального университета (СФУ) (28 четырехъядерных процессоров Intel Xeon Quad Core E5345 2.33GHz) с производительностью по LinPack 450 Гфлопс

и пиковой — 1044 Гфлопс (на площадке ИВМ СО РАН).

Высокопроизводительный вычислительный сервер Flagman RX240T8.2 на базе графических процессоров Tesla, имеет 2 шестиъядерных процессора Intel Xeon X5670 и 8 GPU NVidia Tesla C2050. Пиковая производительность при использовании графических вычислителей составляет 8,24 и 12 Тфлопс при операциях с одинарной и двойной точностью соответственно.

За счет средств целевой Программы «Суперкомпьютер СО РАН» и Программы «Телекоммуникационные и мультимедийные ресурсы СО РАН» оснащена новая серверная площадка в ИВМ СО РАН: приобретены система кондиционирования, серверный шкаф и консоль управления со встроенным монитором. Эту площадку планируется использовать под установку новых вычислительных модулей и телекоммуникационных серверов.

Приобретено сетевое хранилище Synology RackStation RS3412RPxs объемом 30 ТБ. Хранилище поддерживает сетевые протоколы CIFS, AFP, NFS, FTP, WebDAV, iSCSI, Telnet, SSH, SNMP, VPN и имеет пропускную способность более 1000 Мбайт/с, до 100 000 операций ввода-вывода в секунду (IOPS).

Средняя загрузка кластеров около 53 % (от 30 до 80 % в разные периоды). Из общего объема более 73 % загрузки дают задачи пользователей Института физики им. Л.В. Киренского СО РАН, 15 % — Института вычислительного моделирования СО РАН, 11 % — Института химии и химической технологии СО РАН.

#### **Подготовка кадров и повышение квалификации**

На базовой кафедре вычислительных и информационных технологий СФУ (зав. кафедрой чл.-корр. РАН В.В. Шайдуров) читается несколько курсов по методам решения задач на вычислительных кластерах. Для обмена опытом постоянно действует совместный семинар ИВМ СО РАН и СФУ «Компьютерное решение многомерных задач». Сотрудники Института участвовали в проекте «Суперкомпьютерное образование», в том числе в качестве экспертов НОЦ «СКТ-Сибирь», а также в обучающих семинарах по гибридным вычислениям и суперкомпью-

ютерным технологиям. В течение года проводились консультации пользователей кластеров по возникающим проблемам.

#### **Иркутский суперкомпьютерный центр**

##### **Состав технических средств**

Вычислительный кластер «Академик В.М. Матросов»:

разработчик — «Т-Платформы» (Москва);

год ввода в эксплуатацию — 2012;

суммарная пиковая производительность — 33,7 Тфлопс;

максимальная производительность на тестах HPL (x86) — 25,12 Тфлопс;

ТОП-50 СНГ: 26-е место в 16-й редакции рейтинга от 27.03.2012; 27-е место в 17-й редакции рейтинга от 18.09. 2012;

процессоры: 16-ядерные процессоры AMD Opteron 6276 («Interlagos») 2,3 ГГц (всего 220 процессоров, 3520 ядер); графические процессоры NVidia C2070 («Fermi»);

коммуникационная сеть — QDR Infiniband; транспортная и сервисная сети — Gigabit Ethernet;

система хранения данных Panasas ActiveStor 12 40 TB 1,5 GB/s;

инженерная инфраструктура: система автоматического газового пожаротушения, система энергоснабжения, система бесперебойного электропитания, система холодоснабжения, климатическая система, система автоматического отключения оборудования.

Вычислительный кластер «Blackford»:

разработчик — ИДСТУ СО РАН;

год ввода в эксплуатацию — 2007, год последней модернизации — 2008;

суммарная пиковая производительность — 1,49 Тфлопс;

максимальная производительность на тестах HPL — 0,92 Тфлопс;

ТОП-50 СНГ: 41-е место в 9-й редакции рейтинга от 23.09.2008; 50-е место в 10-й редакции рейтинга от 31.03.2009;

процессоры: 4-ядерные процессоры Intel Xeon 5345 EM64T («Clovertown») 2,33 ГГц (всего: 40 процессоров, 160 ядер);

коммуникационная сеть — Gigabit Ethernet; транспортная сеть — Gigabit Ethernet.

Полный перечень вычислительного оборудования ИСКЦ: <http://hpc.icc.ru/hardware/>

При поддержке Президиума СО РАН и Приборной комиссии СО РАН реализован проект гибридной кластерной вычислительной системы (ВК «Академик В.М. Матросов») пиковой производительностью 33,7 Тфлопс, включая инженерную инфраструктуру в составе систем электроснабжения, бесперебойного питания, холодоснабжения, вентиляции и пожаротушения. С показателем реальной производительности на тесте LinPack 25,12 Тфлопс, достигнутым на узлах с микропроцессорной архитектурой x86\_64, ВК «Академик В.М. Матросов» вошел в список TOP-50 СНГ (26-е место в 16-й редакции рейтинга от 27.03.2012).

Разработан сайт ИСКЦ с автоматизированной системой регистрации пользователей и обращений в службу технической поддержки — <http://hpc.icc.ru/>

Распределение машинного времени по учреждениям-пользователям ИСКЦ: Лимнологический институт СО РАН — 35 %, Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН — 30 %, Институт динамики систем и теории управления СО РАН — 25 %, ИрИХ СО РАН, ИСЗФ СО РАН, ИГУ, ИрГТУ — 10 %.

#### **Подготовка кадров и повышение квалификации**

В целях повышения адресной подготовки высококвалифицированных специалистов в области суперкомпьютеринга в интересах ИДСТУ СО РАН, Иркутского научного центра (ИНЦ) СО РАН и системы РАН в целом кафедра теории систем ИМЭИ ИГУ (зав. кафедрой акад. И.В. Бычков), ведущая с 2008 г. специализацию по направлению «Параллельные и распределенные вычислительные системы», получила в 2012 г. статус базовой кафедры ИНЦ СО РАН в ИГУ.

В рамках специализации сотрудниками ИДСТУ СО РАН читаются курсы «Программирование систем с распределенной памятью», «Программирование систем с общей памятью», «Администрирование кластерных систем» и другие. Практические занятия проводятся в специально оборудованном учебном классе ИДСТУ СО РАН с доступом к ресурсам ИСКЦ.

В течение 2012 г. сотрудники ИСКЦ прошли обучение на курсах повышения квалификации: Intel Parallel Programming Professional (Intel Compilers, Intel Math Kernel Library) (Новоси-

бирск, НГУ; Нижний Новгород, ННГУ); «Программирование вычислительных систем с архитектурой CUDA» (Москва, МГУ, НОЦ «Суперкомпьютерные технологии»); «Системное администрирование высокопроизводительных вычислительных комплексов» (Москва, МГУ, ФПК).

#### **Томский суперкомпьютерный центр**

##### **Состав технических средств**

Кластер на базе процессоров Intel Itanium2. Вычислительный кластер состоит из шести однотипных вычислительных узлов (один узел управляющий). Характеристики вычислительного узла кластера:

- два процессора Intel Itanium2 Madison с тактовой частотой 1595,706 МГц;
- оперативная память 4 Гб;
- жесткий диск 40 Гб (SCSI).

Все вычислительные узлы связаны высокопроизводительной сетью Mellanox SDR Infiniband, а также вспомогательной сетью Gigabit Ethernet.

Вычислительный кластер работает под операционной системой GNU/Linux Debian. Используемое программное обеспечение:

- параллельные среды openmpi, mpich;
- компиляторы GNU, используются языки программирования C/C++/Fortran;
- менеджер ресурсов Torque;
- система мониторинга Ganglia.

Гибридная вычислительная система базируется на современных графических вычислителях компании NVidia, используются графические вычислители последнего поколения: NVidia Tesla C2050, NVidia C2070 и NVidia C2090, основанных на архитектуре CUDA (Compute Unified Device Architecture) GPU «Fermi», а также графические вычислители NVidia Tesla C1060.

Вычислительные ресурсы, развивающиеся в ТНЦ СО РАН, в основном используются для разработки и отладки программных модулей. Основной счет проводится на кластерах ТГУ и МГУ.

##### **Подготовка кадров и повышение квалификации**

В рамках специализации сотрудниками ИСЭ СО РАН читаются курсы магистрантам ТПУ, в частности «Математическое моделирование».

В течение отчетного периода сотрудники ТСКЦ прошли обучение на курсах повышения квалификации: Intel© Parallel Programming Professional (Intel© Compilers, Intel© Math Kernel Library) (Томск, ИСЭ СО РАН); «Программирование вычислительных систем с архитектурой CUDA».

#### **Омский суперкомпьютерный центр**

##### **Состав технических средств**

СуперЭВМ МВС-1000/128.

Кластер Tesla на базе вычислителей NVidia Tesla. В 2012 г. к кластеру добавлено два вычислительных узла – один с двумя вычислителями Tesla C2075 и второй — с двумя вычислителями Tesla C2050. Увеличение производительности кластера составило 2060 Гфлопс, что более чем в 4 раза превышает его исходную производительность на двух узлах. Такой рост производительности обеспечило применение вычислителей нового поколения с архитектурой Fermi, которые являются гораздо более производительными, чем Tesla C1060 (производительность одного вычислителя в выполнении операций с двойной точностью выросла в ~6,7 раза).

Суммарная вычислительная мощность четырех узлов кластера в вычислениях с двойной точностью — 2526 Гфлопс (т.е. ~2,5 Тфлопс).

Текущая конфигурация кластера: общее число узлов — 4, общее число вычислителей — 10, общий объем ОЗУ — 48 Гб, общий объем ОЗУ на вычислителях — 42 Гб.

##### **Пользователи, загрузка кластеров, инфраструктура**

Средняя загрузка кластера составляет около 50 %. Более 85 % загрузки дают задачи пользователей ОФ ИМ, 10 % — Президиум ОНЦ и остальное — ОмГУ. Относительно небольшая загрузка кластера отчасти объясняется тем, что технология CUDA внедряется достаточно медленно, поскольку пользователям трудно разрабатывать соответствующие программы.

##### **Подготовка кадров и повышение квалификации**

В соответствии с Соглашением о сотрудничестве между ОФ ИМ СО РАН и ОмГУ в области суперкомпьютерных технологий суперЭВМ МВС 1000/128 находится на факультете компьютерных наук ОмГУ для обеспечения учебного

процесса и освоения студентами новых технологий параллельных вычислений. В 2012 г. ОмГУ проводились работы по технической поддержке и обеспечению доступа пользователей к вычислительным ресурсам МВС-1000/128.

Проведение двух школ по разработке программ для CUDA позволило увеличить количество пользователей на гибридном кластере. Привлечению пользователей будет способствовать установка в Сибирском суперкомпьютерном центре при ИВМиМГ СО РАН компиляторов PG1 для генерации кода для CUDA на основе Фортран-программ.

В течение года в ОФ ИМ в рабочем порядке проводились консультации существующих и новых пользователей кластера Tesla как по вопросам его системной архитектуры, так и по приемам и методам создания прикладных программ.

#### **Сибирский суперкомпьютерный центр**

#### **Вычислительные ресурсы ЦКП ССКЦ СО РАН**

1. Кластерный суперкомпьютер НКС-30Т, изготовитель Hewlett — Packard, США

Введен в эксплуатацию в апреле 2009 г., модернизировался в 2010 и 2011 гг. Гибридное расширение на GPU NVidia Tesla M2090 введено в эксплуатацию в феврале 2012 г. Пиковая производительность 115 Тфлопс, в том числе 79 Тфлопс на GPU NVidia Tesla M2090.

ТОП-50 СНГ: 16-место для расширения кластера на GPU (архитектура GPGPU) и 30-е место для базового кластера на процессорах Intel Xeon (архитектура MPP) в 17-й редакции рейтинга от 18.09.2012.

Коммуникационная сеть — QDR Infiniband. Транспортная и сервисная сети — Gigabit Ethernet.

Кластерная файловая система Ibrix, 32 GB полезной емкости.

Полную информацию см. <http://www2.sssc.ru/НКС-30Т/НКС-30Т.htm>

2. Сервер с общей памятью HP ProLiant DL980 G7 (архитектура SMP) с четырьмя 10-ядерными процессорами Intel E7-4870 с тактовой частотой 2,4 ГГц, оперативной памятью 512 Гбайт и 8 SAS дисками по 300 Гбайт. Пиковая производительность сервера в текущей конфигурации составляет 384 Гфлопс. В апреле 2012 г.

сервер включен в кластер НКС-30Т как нестандартный вычислительный узел.

3. Сервер с общей памятью hp ProLiant DL580 G5 (архитектура SMP) в составе четырех процессоров Intel Quad-Core Xeon X7350 (4 ядра) и 256 Гбайт оперативной памяти с дисковым массивом HP Storageworks SFS20, имеющим 9 Тбайт «сырой» дисковой памяти.

4. Кластерный суперкомпьютер НКС-160 (архитектура MPP), изготовитель Hewlett — Packard, США. Пиковая производительность НКС-160 составляет 1 ТФлопс. Выводится из эксплуатации как морально устаревший.

На части кластера НКС-30Т развернута виртуализованная вычислительная среда, основанная на KVM, используемая для обработки данных физических экспериментов в физике высоких энергий, осуществляемых в ИЯФ СО РАН. Обмен данными между ИЯФ СО РАН и ССКЦ осуществляется через суперкомпьютерную сеть ННЦ (10 Гбит/с).

#### **Инфраструктура машинного зала ССКЦ**

Центр обработки данных (ЦОД) ССКЦ занимает четыре помещения общей площадью 205 м<sup>2</sup>: машинный зал 1 — 66,7 м<sup>2</sup>; машинный зал 2 — 59,9 м<sup>2</sup>; узел электропитания — 58,5 м<sup>2</sup>; помещение гидромодуля, — 20 м<sup>2</sup>.

ЦОД оборудован автоматической системой газового пожаротушения, пожарной и охранной сигнализацией, источниками бесперебойного питания и прецизионными кондиционерами, системой мониторинга температуры и влажности.

Дополнительную информацию см. <http://www2.sssc.ru/Information/Infrastr/2012/Infrastr-2012.htm>

Общая мощность двух источников бесперебойного электропитания составляет 240 кВт, общая мощность прецизионных кондиционеров по холоду — 276 кВт.

Общее потребление ЦКП ССКЦ составило 1 250 248 кВт/ч.

ЦКП ССКЦ подключен по выделенному каналу (1 Гбит/с) к сети Новосибирского научного центра и дополнительно по скоростному каналу (10 Гбит/с) к суперкомпьютерной сети ННЦ.

#### **Потребление ресурсов**

Всего грантов, программ, проектов, тем — 152, из них российских — 150, международных —

**Приоритетные направления развития науки, технологий и техники  
и основные организации-потребители ресурсов**

Индустрия наносистем	ИВМиМГ, ИК, ИКЗ (Тюмень), ИТПМ, ИХХТ (Красноярск), ИХКГ, ИЯФ, ОНЦ (Омск), ИФП
Информационно-телекоммуникационные системы	ИВМиМГ, ИГ, ИНХ, НГУ, НГТУ, ИЦиГ, ИЯФ, ИВТ
Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика	ИВТ, ИВМиМГ, ИГ, ИК, ИТ, ИХКГ, ИЯФ, НГУ, НГТУ, ИНГГ
Науки о жизни	ИГ, ИКЗ (Тюмень), ИХБФМ, ИЦиГ, НГУ, ОФ ИМ (Омск)
Рациональное природопользование	ИВМиМГ, ИКЗ (Тюмень), ИНГГ, ИТ, ИХХТ (Красноярск), НГУ
Транспортные и космические системы	ИТПМ, НГТУ

2, грантов РФФИ — 54, программ РАН — 16, проектов СО РАН — 37, программ Минобрнауки России — 23, прочие — 22.

**Подготовка кадров и повышение квалификации**

1. Проведена международная конференция «Параллельные и вычислительные технологии 2012», в работе которой приняли участие 242 участника из России, Казахстана, Украины, Германии, Франции, США.

2. При поддержке специалистов NVidia на вычислительных ресурсах кластера в апреле 2012 г. была организована трехдневная школа по технологии NVidia CUDA, в которой прошли обучение 118 слушателей из институтов СО РАН, вузов и фирм. Программа и учебные материалы школы размещены на страничке <http://www2.sccc.ru/Seminars/Nvidia%20Cuda.htm>

3. В декабре 2012 г. проведена школа по параллельному программированию гибридных кластеров, см. <http://www2.sccc.ru/Seminars/Shool-2012.htm>

4. Ведется подготовка специалистов по высокопроизводительным вычислениям на трех

кафедрах: параллельных вычислений НГУ (зав. кафедрой проф. В.Э. Малышкин); вычислительных систем НГУ (зав. кафедрой проф. Б.М. Глинский); параллельных вычислительных технологий НГТУ (зав. кафедрой проф. В.Э. Малышкин).

5. Организован регулярный семинар «Архитектура, системное и прикладное программное обеспечение кластерных суперЭВМ» на базе ССКЦ, кафедры вычислительных систем НГУ и Центра Компетенции по высокопроизводительным вычислениям СО РАН — Intel. Презентации семинаров размещаются на страничке <http://www2.sccc.ru/Seminars/NEW/Seminars.htm>

6. Зимняя школа по параллельному программированию для студентов НГУ и НГТУ. Организаторы: ИВМиМГ СО РАН, кафедра параллельных вычислений НГУ, кафедра параллельных вычислительных технологий НГТУ.

7. Летняя школа по параллельному программированию для студентов НГУ и НГТУ. Организаторы: ИВМиМГ СО РАН, кафедра параллельных вычислений НГУ, кафедра параллельных вычислительных технологий НГТУ.

## ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ И МУЛЬТИМЕДИЙНЫЕ РЕСУРСЫ СО РАН

### Телекоммуникационные ресурсы

Сеть передачи данных (СПД) СО РАН выполняет важнейшую интегрирующую роль в жизни Отделения, объединяя каналами передачи данных источники информации (датчики дистанционного наблюдения — космические и наземные, стационарные и мобильные, высокотехнологичные приборы, генерирующие сверхбольшие объемы экспериментальных данных — ускорители, томографы, секвенаторы и т.п.) и обрабатывающие эти данные высокопроизводительные вычислительные устройства институтов Отделения (ССКЦ, ИВМ, ИДСТУ, ИВТ, ИТПМ и др.) и университетов региона (НГУ, СФУ, ТГУ и др.).

СПД СО РАН по существу является не только средством доступа в Интернет и ведения электронной переписки, но и средством поддержки и инструментом создания научных организаций нового типа — распределенных исследовательских центров. В настоящее время СПД СО РАН обслуживает более 50 000 исследователей, аспирантов и студентов в Новосибирске, Красноярске, Иркутске, Томске и других городах России от Тюмени до Якутска, Улан-Удэ и Читы.

Основу СПД СО РАН составляют центральные узлы связи (ЦУС), расположенные в научных центрах. В 2008—2012 гг. в этих узлах связи проводилась глубокая модернизация, в частности: устанавливалось гигабитное коммутационное оборудование, системы резервного энергообеспечения, климат-контроля, пожаротушения, видеонаблюдения. В Новосибирском научном центре в 2009 г. введено в эксплуатацию новое помещение Центра обработки данных. В Иркутском, Красноярском, Новосибирском, Томском и Якутском научных центрах выполнены работы по расширению пропускной способности магистральной сети между институтами до 1 Гбит/с.

В Новосибирском научном центре создан высокоскоростной специализированный 10-гигабитный технологический сегмент сети передачи данных — «Сеть 10GbE», в который вхо-

дят ИВТ, ССКЦ, ИЯФ, ИЦиГ, ИХБФМ, МТЦ и НГУ. Технологический сегмент предназначен для интеграции распределенных высокопроизводительных вычислительных ресурсов, систем сбора, хранения и обработки данных, высокотехнологичных устройств, генерирующих большие объемы данных, точек доступа и других специализированных компонент. Работы по созданию 10-гигабитных сегментов сети ведутся также в Иркутском и Томском научных центрах.

Развитие внешних каналов связи СПД СО РАН характеризуется ежегодным увеличением их общей пропускной способности, которая складывается из характеристик каналов связи научных центров. Единственный спад в развитии региональных каналов связи в 2012 г. был вызван сокращением общего финансирования программы на треть, что сделало невозможным поддержание выделенных каналов между Новосибирским и другими научными центрами (табл. 1). При этом существенный скачок был сделан в 2009—2010 гг. за счет применения корпоративного подхода и эффективного проведения конкурсных мероприятий по выбору сетевых провайдеров (рис. 1). Ежесуточный объем трафика, проходящего через созданную сеть, к 2010 г. превысил 1,5 терабайта, что составляет более 0,5 петабайта в год. Из них около 65 % приходится на входящий трафик, а 35 % — на исходящий, т.е. сгенерированный пользователями сети.

Такое расширение каналов повлекло практически повсеместную модернизацию инфраструктуры СПД и сетевого оборудования, обеспечившую повышение качества предоставляемых сервисов передачи данных, надежность и безопасность происходящих в СПД процессов. Это особенно заметно проявилось в развитии новых информационных ресурсов и мультимедийных сервисов — системы видеоконференц-связи, цифровой телефонии и геоинформационных систем.

В настоящее время СПД СО РАН представляет собой полноценную телекоммуникацион-

Таблица 1

## Распределение емкости внешних каналов по городам, Мбит/с

Город	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Барнаул	1	10	10	30
Бийск				5
Иркутск	40	80	80	120
Кемерово		10	20	25
Красноярск	20	40	40	40
Новосибирск	90	500	500	540
Омск	20	30	30	30
Томск	30	50	50	70
Тюмень	10	10	10	15
Улан-Удэ			10	25
Чита				5
Якутск	2	20	20	20
Всего	213	750	770	925

ную инфраструктуру, которая является надежным фундаментом для обеспечения информационного взаимодействия как между организациями СО РАН, так и с институтами других отделений РАН. Это подтверждается успешным развитием высокотехнологичных проектов, предъявляющих особые требования к телекоммуникационной среде, таких как: корпоративное облако Сибирского отделения, системы сбора, обработки и предоставления данных дистанционного зондирования Земли, результатов экспериментов по секвенированию ДНК и столкновению частиц в Большом андронном коллайдере.

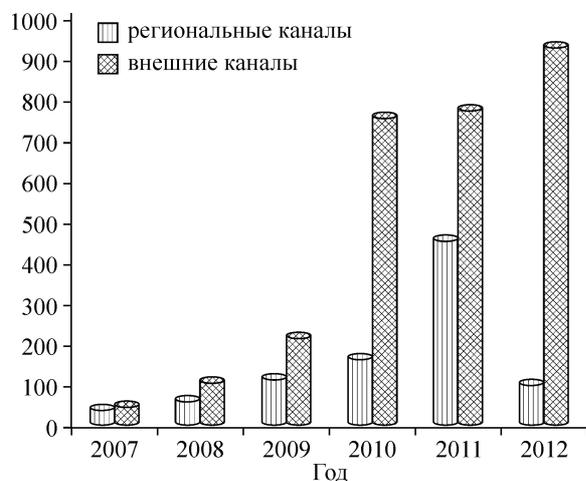
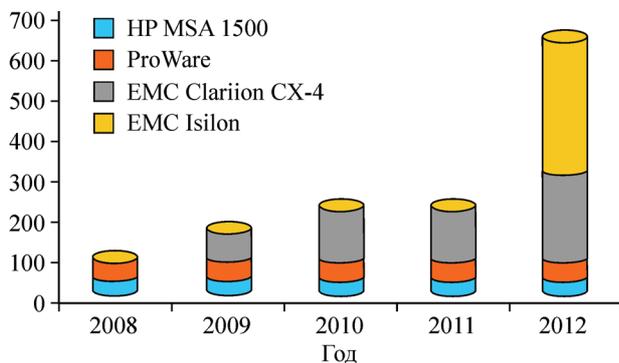


Рис. 1. Динамика развития каналов связи СПД СО РАН, Мбит/с

## Системы хранения данных

Работы по созданию корпоративной системы хранения данных (СХД) СО РАН начались в 2009 г., когда была закуплена система EMC Clariion CX4. В настоящее время она является основой корпоративной СХД, ее объем составляет 210 Тб (с возможностью расширения до 480 Тб). В системе реализована одновременная параллельная поддержка протоколов NFS, CIFS и iSCSI, что позволяет применять ее при параллельной обработке данных на кластерном оборудовании в задачах оперативного хранения.

В 2012 г. закуплен программно-аппаратный комплекс петабайтного класса EMC Isilon объемом 324 Тб (максимально возможный объем — 16 Пб). Характеристики этого комплекса позволяют использовать его как дополнение к существующим модулям СХД в качестве долгосрочного хранилища данных, обеспечивая высокий уровень сохранности информации, а также возможность быстрой передачи больших объемов данных для абонентов, подключенных к высокоскоростному 10-гигабитному сегменту. В результате общий объем корпоративной СХД СО РАН, расположенной в Новосибирском научном центре, превысил 600 Тб (рис. 2). В других научных центрах развитие идет медленнее (табл. 2), что связано с невысокой актуальностью задач, требующих создания специализированных ресурсов для хранения данных,



**Рис. 2.** Динамика развития корпоративной СХД СО РАН в Новосибирском научном центре, Тб

с одной стороны, и с недостаточностью финансирования для работы «на перспективу» — с другой.

### Мультимедийные сервисы

В 2008—2009 гг. завершен процесс создания системы видеоконференцсвязи СО РАН, для которой в региональных научных центрах были оборудованы специализированные конференц-залы. С помощью этой системы ежегодно проводились 20—40 сеансов видеоконференций, связанных с наиболее значимыми событиями в жизни сибирского научного сообщества: заседания Президиума СО РАН, научно-координационных советов, объединенных ученых советов; конференции, симпозиумы, семинары.

В 2012 г. сформировалась и активно эксплуатировалась система видеоконференцсвязи СО РАН на базе корпоративного облака. Новое

решение позволяет организовывать видеоконференции и участвовать в них с произвольного рабочего места, не требуя приобретения дорогостоящего оборудования. Кроме того, оно интегрировано с уже существующей системой видеоконференцсвязи, что позволяет для крупных мероприятий одновременно использовать все каналы трансляции и, тем самым, многократно расширить количество потенциальных участников видеоконференций, а также проводить трансляции семинаров, ученых и диссертационных советов.

К началу 2009 г. была также завершена опытная эксплуатация второй составляющей мультимедийной системы СПД СО РАН — подсистемы корпоративной телефонной сети Сибирского отделения, по итогам которой сформулированы практические рекомендации для подключения к КТС СО РАН телефонных сетей региональных научных центров. С применением современных технологий QoS (Quality of Service) расширена пропускная способность канала Новосибирск — Якутск в сети СПД СО РАН, позволившая в итоге обеспечить качественный уровень связи в корпоративной телефонной сети в этом направлении. Организованы новые точки подключения КТС СО РАН к телефонной сети общего пользования, проведены работы по организации дополнительных каналов связи к сетям общего пользования, телефонной сети ряда институтов ННЦ, организована эксплуатация подключений Якутского, Иркутского, Томского и Красноярского научных центров.

Т а б л и ц а 2

### Динамика развития СХД СО РАН по научным центрам, Тб

Город	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Иркутск	64	64	64	64
Кемерово				12
Красноярск	6	8	20	50
Новосибирск	146	206	206	620
Томск			10	44
Улан-Удэ		9	9	9
Якутск	12	12	12	12
Всего	228	299	321	842

## Информационные ресурсы

Одним из важных результатов развития информационных ресурсов СО РАН стала разработка и регулярная актуализация web-сайтов почти во всех организациях Отделения, где можно ознакомиться с новостями, каталогами ключевых разработок, объявлениями о конференциях и др. Периодически на сайте ИВТ СО РАН обновляется рейтинг сайтов, который рассчитывается на основе соответствующих вебметрических показателей, характеризующих цитируемость и объем материалов.

Стимулируя развитие информационного пространства СО РАН, в 2010 г. научно-координационные советы программ «Телекоммуникационные и мультимедийные ресурсы СО РАН» и «Информационные ресурсы СО РАН» провели конкурс официальных сайтов институтов и организаций СО РАН. Задачей конкурса являлось повышение эффективности сайтов инсти-

тутов и организаций в представлении уникальных информационных ресурсов, созданных в СО РАН; совершенствование информационного образа СО РАН в сети Интернет; интеграция ресурсов СО РАН в единую информационную систему. По итогам конкурса были отмечены 12 лучших сайтов институтов и 8 сайтов региональных научных центров.

Для автоматизации деятельности организаторов конференций и повышения качества их информационного сопровождения в 2009 г. сотрудниками ИВТ СО РАН создана информационная система «Конференции» (conf.nsc.ru). Система поддерживает работы по созданию сайта конференции, информационным рассылкам, регистрации заявок, рецензированию, подготовке программы и материалов конференции. В 2009—2012 гг. система использовалась 20 организациями при проведении более 100 конференций.



Рис. 3. Портал СО РАН

Созданы также оригинальные научно-образовательные ресурсы «Байкальский музей», «Фауна и флора Байкала», «Единый библиотечный ресурс», «Электронные библиотеки», «Стратификация водных экосистем», «Путь в Сибирь», «Информационная система спутниковых данных СО РАН» и т.п.

Серьезным подтверждением высокого качества создаваемых в СО РАН информационных ресурсов, а следовательно, и внимания к их содержанию стало включение Портала СО РАН ([www.sbras.ru](http://www.sbras.ru)) в Top-50 июльского рейтинг-листа «Webometrics Ranking of World Universities», составляемого Cybermetrics Lab. Этот портал занял 42-е место среди 4000 сайтов научных организаций и центров всего мира, опередив все российские научные ресурсы (рис. 3).

#### **Центр мониторинга окружающей среды**

С 2007 г. в ИВТ СО РАН разрабатывается уникальный проект, основной задачей которого является информационное обеспечение мультидисциплинарных фундаментальных и прикладных исследований природной среды и социально-экономических процессов. Эта задача предполагает организацию оперативного приема, хранения, архивации и пользовательского доступа к объективной и достоверной информации, получаемой преимущественно дистанционно. В результате выполненных за отчетный период работ на базе информационно-вычислительных ресурсов ИВТ СО РАН и инфраструктуры приема Сибирского центра ГУ «НИЦ Планета» развернут комплекс по приему и обработке природно-ресурсных спутниковых данных. Принципиальным отличием Центра мониторинга от других российских центров подобного назначения является реализация полной технологии структурного преобразования данных до уровня стандартизованных специализированных продуктов и продуктов конечного пользования, содержащих уникальную информацию о состоянии подстилающей поверхности Земли, состоянии атмосферы. Эти результаты предоставляются Центром в режиме удаленного доступа 30 институтам СО РАН и организациям Росгидромета.

В отчетный период создан прототип единой распределенной сети доступа к пространственным данным, объединяющий на концептуаль-

ном и практическом уровне информационные ресурсы Сибирского и Дальневосточного отделений РАН. Тем самым обеспечена возможность доступа к Сибирскому и Дальневосточному центрам НИЦ «Планета» как основным источникам пространственных данных на соответствующие территории. Телекоммуникационное взаимодействие осуществляется посредством канала связи между специализированными сетевыми сегментами СО РАН и ДВО РАН с пропускной способностью 40 Мбит/с.

Использование существующей телекоммуникационной и вычислительной инфраструктуры СПД СО РАН позволило достигнуть уникальных характеристик комплекса как среди российских, так и зарубежных аналогов: сверхбольшие объемы данных (более 100 терабайт), высокая скорость приема и тематической обработки (до 3 ч с момента съемки), широкий спектр тематических продуктов (более 40 наименований).

#### **Корпоративное облако**

Важнейшим результатом является запуск в 2011—2012 гг. проекта «Корпоративное облако СО РАН». Целью проекта является создание инфраструктуры предоставления централизованных сервисов коммуникаций и совместной работы для организаций Сибирского отделения в виде корпоративного облака. Основным отличием предоставляемых сервисов от так называемых «публичных облаков» является использование исключительно внутренней инфраструктуры СПД СО РАН, которая обеспечивает высокую скорость, качество и безопасность сервисов. Использование современных программных решений позволяет также предоставлять недоступные ранее сервисы, такие как: единая адресная книга сотрудников СО РАН, совместное использование лицензионного программного обеспечения, централизованное управление рабочими станциями, участие в видеоконференциях со своих рабочих мест и т.д. Кроме того, институты СО РАН получили возможность централизованного получения различных ИТ-сервисов: электронной почты, сервисов мгновенных сообщений, передачи файлов, совместного доступа к рабочему столу и отдельным приложениям, аудио- и видеосвязи, интеграции с телефонными сетями общего

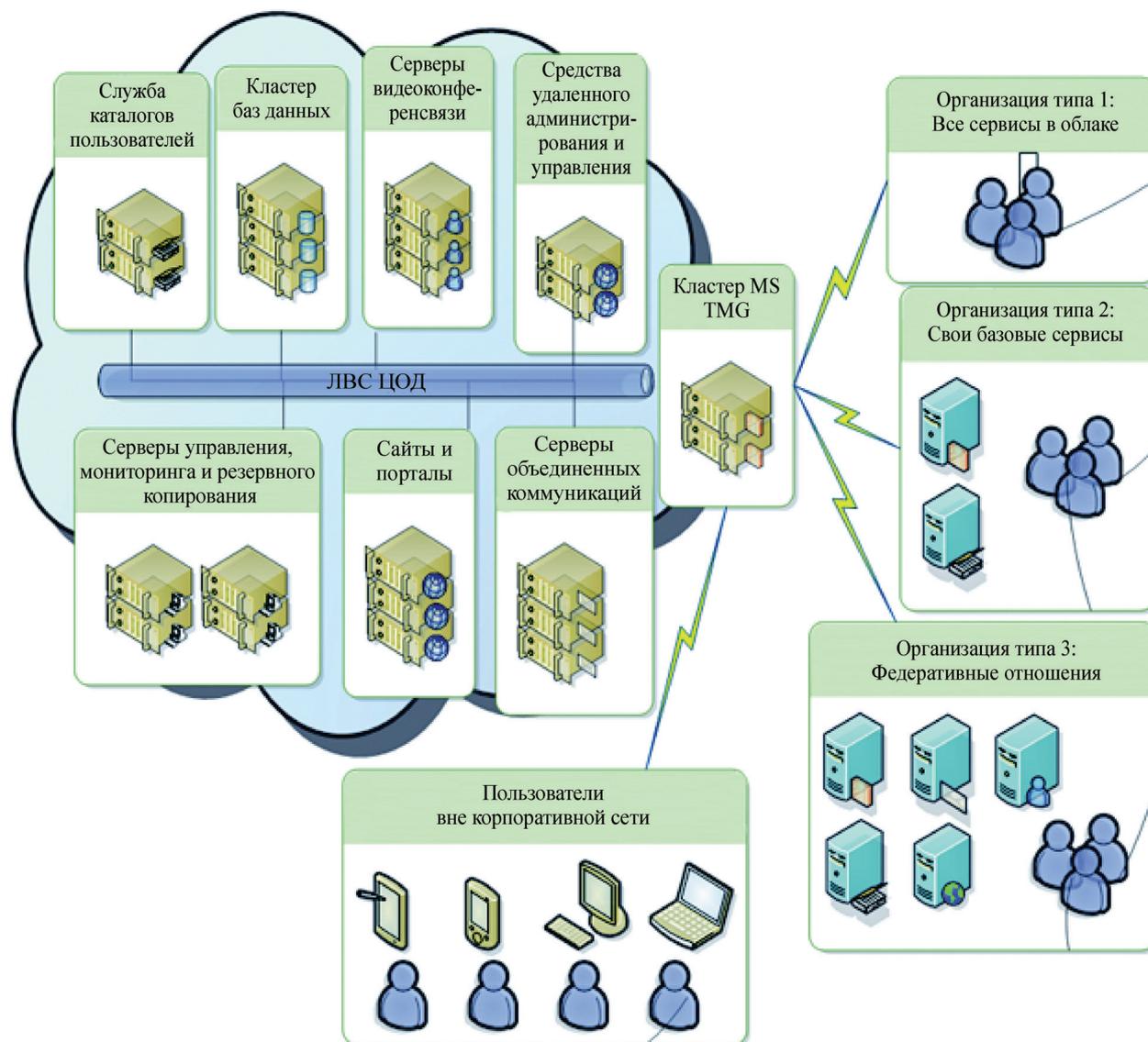


Рис. 4. Корпоративное облако СО РАН: схема взаимодействия

пользования, большого комплекса порталных технологий для совместной работы, автоматизации процессов, повсеместного доступа. Подключение организаций и пользователей к ресурсам проекта может быть организовано различными способами в соответствии с потребностями и уровнем зрелости ИТ, начиная от получения всех сервисов из облака и заканчивая построением собственной облачной инфраструктуры (рис. 4).

Применение облачных технологий с использованием существующих телекоммуникационных ресурсов позволяет:

- перевести на качественно новый уровень коммуникационные сервисы;
- создать общедоступную платформу для разработки новых информационных ресурсов;
- предложить эффективные средства управления техническими и вычислительными ресурсами организаций и научных центров;
- разрабатывать и развивать корпоративные системы управления.

С учетом масштаба внедрения решение позволит значительно упростить и интенсифицировать работу междисциплинарных и межинститутских научных групп, облегчит поиск компе-

тентных специалистов и коммуникацию с ними. В научно-организационной работе такой подход позволит проектировать и внедрять типовые прикладные решения для организаций-участников как в области управления научными проектами, так и в административно-хозяйственной деятельности.

### Важнейшие результаты

1. В СО РАН создана информационно-телекоммуникационная инфраструктура, объединяющая организации СО РАН и включающая в себя:

а) сеть передачи данных с выходом в глобальные компьютерные сети, специализированные мультимедийные сервисы и высокоскоростные сегменты сети;

б) инфраструктуру накопления и хранения данных, информации, баз знаний и предоставления к ним доступа широкому кругу научных и образовательных организаций.

2. По экспертной оценке экономия бюджетных средств учреждений СО РАН составляет около 25 % за счет эффективного использования аппаратно-технических средств и проведения централизованных закупок:

а) при закупке программно-аппаратного обеспечения — за счет консолидации и коллективного использования дорогостоящих телекоммуникационных, информационных, вычислительных, дисковых и других ресурсов, а также перехода на IP-телефонию;

б) при оплате высокоскоростных каналов передачи данных — за счет централизованных закупок в масштабах всего Сибирского отделения;

в) при обслуживании СПД СО РАН — за счет сокращения расходов на администрирование сети;

г) при оплате командировок — за счет внедрения современных мультимедийных ресурсов: видеоконференций, систем дистанционного обучения.

3. Портал СО РАН вошел в TOP-50 мирового рейтинга научных центров и институтов «Webometrics Ranking of World Universities», являясь первым среди российских web-ресурсов.

4. Введена в эксплуатацию новая система видеоконференций, которая не требует приобретения дорогостоящего оборудования и позволяет участвовать и организовывать видеоконференции с обычных рабочих мест. В 2012 г. на ее основе в нескольких институтах СО РАН впервые были организованы общедоступные видеотрансляции и видеоконференции научных семинаров, ученых и диссертационных советов.

5. Введено в эксплуатацию Корпоративное облако СО РАН, ставшее инфраструктурой для централизованных сервисов коммуникаций и совместной работы организаций СО РАН. В дальнейшем эта инфраструктура может стать основой для формирования единого информационного пространства научной, административной и образовательной деятельности всех сотрудников Сибирского отделения.