
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:

- Центр коллективного пользования Сибирский суперкомпьютерный центр (ЦКП ССКЦ) на базе Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН;
- Иркутский суперкомпьютерный центр (ИСКЦ) на базе Института динамики систем и теории управления СО РАН;
- Красноярский суперкомпьютерный центр (КСКЦ) на базе Института вычислительного моделирования 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

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: 21-е место для расширения кластера на GPU (архитектура GPGPU) и 36-е место для базового кластера на процессорах Intel Xeon (архитектура MPP) в 19-й редакции рейтинга от 24.09.2013.

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

Кластерная файловая система Ibrix, полезная емкость — 32 Тбайт.

Полная информация: см. <http://www2.sccc.ru/НКС-30Т/НКС-30Т.htm>

2. Сервер с общей памятью HP ProLiant DL980 G7 (архитектура SMP). После расширения в сентябре 2013 г. включает восемь 10-ядерных процессоров Intel E7-4870 с тактовой частотой 2,4 ГГц, оперативной памятью 1024 Гбайт и 8 SAS дисками по 300 Гбайт. Пиковая производительность сервера составляет 768 Гфлопс. 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. В 2013 г. выведен из эксплуатации как морально устаревший.

В табл. 1 приведен рост вычислительных ресурсов ЦКП ССКЦ и объемов выполненных расчетов.

Т а б л и ц а 1

Динамика роста вычислительных ресурсов ЦКП ССКЦ

Статистика по кластерам (НКС-160 + НКС-30Т)	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Производительность, Тфлопс	7,1	17,5	31,0	116	115
CPU, ч	1 924 308,38	2 908 834,93	5 021 778,55	12 799 789,11	17 135 050,08
Количество заданий	38 914	39 750	35 952	83 797	103 840

**Программное обеспечение,
инструментальные средства разработки**

Закуплены лицензии на Intel Cluster Studio XE и Intel Parallel Studio XE for OS Linux. На кластере НКС-30Т установлены Intel MPI 4.1, Intel TraceAnalyzer/Collector, компиляторы Intel C++ и Intel Fortran из состава Intel Composer XE 2013 SP1, включающие библиотеки Intel MKL, Intel IPP и Intel TBB. На кластере также установлены параллельные версии Gromacs, QuantumEspresso и Bioscope. Установленный в октябре Gromacs 4.6.3 поддерживает параллельную работу как на ядрах CPU, так и на GPU NVIDIA M2090.

Установлен и эксплуатируется ANSYS CFD версии 14.5.7.

Для программирования на GPU NVIDIA установлен CUDA Toolkit 5.0 и PGI Accelerator.

Коммерческая поддержка PGI Accelerator продлена до сентября 2014 г., в октябре 2013 г. PGI Accelerator обновлен до версии 13.10. Поскольку сервер с общей памятью HP ProLiant DL980 G7 включен в НКС-30Т, то на нем доступно программное обеспечение кластера. На многопроцессорном сервере с общей памятью ProLiantDL580 G5 также установлены компиляторы Intel C++ и Intel Fortran Composer XE for Linux. Одинаковый комплект базового про-

Т а б л и ц а 2

Использование вычислительных ресурсов ССКЦ в 2013 г. (по статистике и отчетам пользователей)

Всего пользователей — > 185 Всего организаций — 29 Академических организаций — 21, Университетов — 5 (НГУ, НГТУ, ИАТЭ НИЯУ МИФИ (Обнинск), АГТУ (Барнаул), СГМУ (Томск)) Другие организации — 3 (СибНИА им. Чаплыгина, СибНИГМИ, ком- пания КОТЭС)	Организации: ИВМиМГ ИЦиГ ИК ИТПМ ИТ ИЯФ НГУ ИГ ИХКГ НГТУ ИКЗ (Тюмень) ИХБФМ ИНГГ ИВТ ИХХТ (Красноярск) ОНЦ (Омск) ИМ ИНХ ИФП ОАО «НИЦЭВТ» (Москва) СГА	Докторские диссертации — 2 Кандидатские диссертации — 4 Дипломы — 9 Патенты — 7
Всего грантов, программ, проектов, тем — 179 Из них: русских — 175, международных — 4 Грантов РФФИ — 66 Программ РАН — 29 Проектов СО РАН — 38 Программ Минобрнауки — 18 Другие — 28		Всего публикаций — 162 Российских — 107 Зарубежных — 54

граммного обеспечения на кластерах и серверах упрощает работу пользователей.

Пользователи, загрузка кластеров, инфраструктура

На части кластера НКС-30Т развернута основанная на KVM виртуализованная вычислительная среда, 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).

Эксперимент КЕДР. Работа проводится на электрон-позитронном коллайдере ВЭПП-4М с

детектором КЕДР. Эксперименты в области рождения ψ -резонансов (J/ψ , $\psi(2S)$, $\psi(3770)$) и τ -лептона.

Эксперимент ATLAS. Работа проводится на Большом адронном коллайдере (БАК) (ЦЕРН, Швейцария). Анализ данных эксперимента ATLAS в рамках ATLAS Exotics Working Group.

Эксперимент СНД. Работа проводится на коллайдере ВЭПП-2000 со сферическим нейтральным детектором (СНД). Изучение процессов электрон-позитронной аннигиляции в области энергии до 2 ГэВ в системе центра масс.

Инфраструктура машинного зала ССКЦ.

Центр обработки данных (ЦОД) ССКЦ занимает четыре помещения общей площадью

Т а б л и ц а 3

Решаемые задачи

Приоритетные направления развития науки, технологий и техники	
Индустрия наносистем	ИВМиМГ, ИК, ИКЗ (Тюмень), ИТПМ, ИХХТ (Красноярск), ИХКГ, ИЯФ, ОНЦ (Омск), ИФП
Информационно-телекоммуникационные системы	ИВТ, ИВМиМГ, ИГ, ИНХ, НГУ, НГТУ, ИЦиГ, ИЯФ
Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика	ИВМиМГ, ИГ, ИК, ИТ, ИХКГ, ИЯФ, НГУ, НГТУ, ИНГГ, ИВТ
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
Другие направления	
Физика высоких энергий	ИЯФ
Астрофизика	ИК
Биоинформатика	ИЦиГ
Вычислительная математика	ИВМиМГ, НГУ
Вычислительная гидродинамика	ИК
Вычислительная техника	ОАО «НИЦЭВТ» (Москва)
Вычислительное моделирование	СГА
Компьютерное моделирование	НГУ
Геологические науки	ИВМиМГ, ИНГГ, НГУ
Оптика атмосферы и океана	ИВМиМГ
Механика	ИТ

205 кв. м: машинный зал 1 — площадь 66,7 кв. м, машинный зал 2 — площадь 59,9 кв. м, узел электропитания — площадь 58,5 кв. м; помещение гидромодуля — 20 кв. м.

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.sccc.ru/Information/Infrastr/2012/Infrastr-2012.htm>

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

В 2012 г. общее потребление ЦКП ССКЦ составило 1 250 248 кВт/ч; за 11 месяцев 2013 г. — 1 177 428 кВт/ч.

Вычислительная техника работает в круглосуточном режиме.

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.

Подготовка кадров и повышение квалификации

1. В мае 2013 г. проведена вторая конференция «День суперкомпьютерных технологий», см. <http://www2.sccc.ru/HPCDay/>

2. Ведется подготовка специалистов по высокопроизводительным вычислениям на 5 кафедрах: математических методов геофизики НГУ (зав. кафедрой академик, профессор Б.Г. Михайленко); вычислительной математики НГУ (зав. кафедрой чл.-корр. РАН, профессор Г.А. Михайлов); параллельных вычислений НГУ (зав. кафедрой профессор В.Э. Малышкин); вычислительных систем НГУ (зав. кафедрой профессор Б.М. Глинский); параллельных вычислительных технологий НГТУ (зав. кафедрой профессор В.Э. Малышкин).

3. 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. Презента-

ции семинаров размещаются на страничке <http://www2.sccc.ru/Seminars/NEW/Seminars.htm>

4. На международной конференции The Hewlett-Packard Consortium for Advanced Scientific and Technical computing users group (HP CAST 20) сделан доклад «The Siberian Supercomputer Center SB RAS», Boris M. Glinsky and Nikolay V. Kuchin, см.: http://h20311.www2.hp.com/HPC/downloads10._SSCC_Nikolay_Kuchin_The_Siberian_Supercomputer_Center_SB_RAS.pdf

5. Конференция The 12th International Conference on Parallel Computing Technologies (PaCT-2013) и семинар Russia-EU HPC Workshop 2013, Санкт-Петербург, Россия, 30 сентября — 4 октября, 2013 г., см.: <http://ssd.sccc.ru/conf/pact2013/>

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.

Объем финансирования на 2013 год

По программе «Суперкомпьютер» Президиума СО РАН — 6 млн руб.; Приборная комиссия СО РАН — 4 млн руб.; собственные средства — 2 млн руб.

План на 2014 год

1. Оказание вычислительных и консалтинговых услуг пользователям ЦКП ССКЦ СО РАН.

2. Продление лицензий на ANSYS и очередное продление коммерческой поддержки PGI Accelerator.

3. Расширение кластерной файловой системы IBRIX.

4. Эксплуатация НКС-30; поскольку сроки гарантийного обслуживания закончились, то ремонты и закупки запасных частей и комплектующих будут за счет ССКЦ.

5. Выбор конфигурации технических и программных средств высокопроизводительного кластера, включая параллельную файловую систему. По опыту 2013 г. он должен включать вычислительные модули общего назначения,

вычислительные модули с сопроцессорами Intel Xeon Phi и графическими ускорителями NVIDIA Kepler K40, а также один или несколько серверов с большой оперативной памятью (более 1 Тбайта) и локальными дисковыми массивами емкостью не менее 10 Тбайт для работы с Big Data (прежде всего задач биоинформатики, например сборки генома). В качестве параллельной файловой системы (объем 50—100 Тбайт) предварительно идет ориентация на решения Panasas.

Окончательное решение зависит от финансирования как на закупку вычислительной техники и программного обеспечения, так и на развитие инфраструктуры, прежде всего по энергопотреблению и охлаждению.

Иркутский суперкомпьютерный центр (ИСКЦ) коллективного пользования на базе Института динамики систем и теории управления СО РАН

Состав оборудования

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; 33-е место в 19-й редакции рейтинга от 24.09.2013;

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

коммуникационная сеть — QDR Infiniband; транспортная и сервисная сети — GigabitEthernet;

система хранения данных — PanasasActiveStor 40TB 1,5 Гб/с.

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;

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

коммуникационная и транспортная сети — Gigabit Ethernet.

Вычислительные серверы с модулями ускорения вычислений на базе:

– Intel Xeon Phi Coprocessor;

– GPU NVidia Tesla;

– FPGA Xilinx Virtex-6.

Программное обеспечение

На вычислительных кластерах ИСКЦ установлены типовые наборы программного обеспечения, включающие системы управления заданиями, компиляторы C/C++/Fortran, коммуникационные интерфейсы, библиотеки для разработки параллельных программ, а также бесплатно распространяемое прикладное программное обеспечение.

Объем финансирования в 2013 году

По целевой программе СО РАН «Суперкомпьютер» — 1 млн руб.; собственные средства — 1 млн руб.

Мероприятия, проведенные в 2013 году

- Приобретение и запуск в эксплуатацию сервера на базе новейшей архитектуры Intel MIC (Many Integrated Core), реализованной в сопроцессорах Xeon Phi.

- Приобретение и установка лицензионного инструментария Intel Parallel Studio XE для Linux 2013 с поддержкой Xeon Phi.

- Монтаж оборудования систем видеонаблюдения и комплексного мониторинга вычислительной и инженерной инфраструктуры кластера «Академик В.М. Матросов». Дальнейшее развитие программных компонентов системы мониторинга.

- Серия мероприятий по сервисному обслуживанию действующих вычислительных установок и инженерной инфраструктуры ИСКЦ, в том числе ежемесячное обслуживание системы

автоматического газового пожаротушения, ежеквартальное обслуживание холодильных машин и кондиционеров, полугодовое обслуживание систем бесперебойного питания.

- Серия мероприятий по текущему ремонту оборудования ИСКЦ, в том числе замена аккумуляторных батарей с истекшим сроком эксплуатации в источниках бесперебойного питания APCSmart-UPSRTM.

- Регулярные работы по обновлению системного программного обеспечения вычислительных установок ИСКЦ (ядер операционных систем, системных утилит, средств разработки программ и т.д.).

- Работы по совершенствованию автоматизированной системы регистрации и технической поддержки пользователей.

- Работа над информационной составляющей сайта ИСКЦ <http://hpc.icc.ru> (разработка инструкций для пользователей, создание закрытых информационных разделов для обслуживающего персонала, создание автоматизированных лент новостей и пр.).

- Работа с пользователями вычислительных установок ИСКЦ: реагирование на обращения в службу технической поддержки, установка и настройка прикладного программного обеспечения по запросу, онлайн-консультации.

- Организационная поддержка мероприятия Intel Software Conference (конференция Intel для разработчиков программного обеспечения) в Иркутске.

Использование вычислительных ресурсов ИСКЦ в 2013 году

В 2013 г. вычислительные ресурсы ИСКЦ использовались для решения задач, относящихся к следующим научным областям: биоинформатика, геномика, филогенетика, физика твердого тела, физика высоких энергий, солнечная физика, квантовая химия, дискретная математика, управление и оптимизация, криптоанализ, устойчивость энергосистем, прочностные расчеты и инженерное проектирование.

Распределение машинного времени по учреждениям-пользователям ИСКЦ:

- Институт динамики систем и теории управления СО РАН ~25 %;
- Лимнологический институт СО РАН ~25 %;

- Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН ~15 %;

- Институт солнечно-земной физики СО РАН ~10 %;

- Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН ~10 %;

- Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН ~5 %;

- остальные ~10 %.

Примеры решаемых задач:

1. Обработка данных телескопов АСТ (универсальный автоматизированный солнечный телескоп АСТ) ССО, СТОП (солнечный телескоп оперативных прогнозов), ССРТ (Сибирский солнечный радиотелескоп) (ИСЗФ СО РАН).

2. Численное моделирование сигнала радара некогерентного рассеяния (ИСЗФ СО РАН).

3. Прочностный анализ при проектировании механических конструкций оптических телескопов (ИСЗФ СО РАН).

4. Молекулярно-динамические расчеты по верификации и оптимизации трехмерной структуры белков. Молекулярно-динамическое моделирование белков вируса клещевого энцефалита (ЛИН СО РАН).

5. Метагеномный анализ бактериальных сообществ озера Байкал. Исследования по сборке и аннотации хлоропластного генома диатомовой водоросли *Synedra Acus*. Структурно-молекулярный анализ МІР (*major intrinsic protein fiber*) диатомовых и бурых водорослей (ЛИН СО РАН).

6. Квантово-химические расчеты наноразмерных материалов и структур методами *ab initio* и теории функционала плотности (ИГХ СО РАН совместно с НИ ИрГТУ).

7. Моделирование оптических свойств гидрата метана с помощью методов квантовой химии (ИГХ СО РАН совместно с НИ ИрГТУ).

8. Расчеты, относящиеся к спектроскопии колебательно-вращательных состояний молекул. Изучение сегрегации вакансий на межзеренных границах кристаллического кремния (ИГХ СО РАН совместно с НИ ИрГТУ).

9. Исследования в области квантовой теории поля (нелокальная кварковая модель) (ИДСТУ СО РАН).

10. Разработка новых скоростных методов и параллельных алгоритмов логического поиска

ка в задачах обращения дискретных функций, методов и параллельных алгоритмов решения SAT-задач (ИДСТУ СО РАН).

11. Квантово-химическое изучение электронно-пространственного и орбитального строения, спектральных свойств и механизмов реакций органических и элементоорганических соединений (ИрИХ СО РАН).

12. Многовариантные расчеты статической и динамической устойчивости энергосистем (ИСЭМ СО РАН).

Подготовка кадров

Обучение студентов ИМЭИ ИГУ в рамках специализации «Параллельные и распределенные вычислительные системы».

План на 2014 год

При сохранении действующего финансирования в рамках Целевой программы СО РАН «Суперкомпьютер»:

1. Проведение регулярных мероприятий, направленных на обеспечение бесперебойной работы высокопроизводительных вычислительных систем и инженерной инфраструктуры ИСКЦ.

2. Проведение регулярных мероприятий, направленных на привлечение и поддержку пользователей ИСКЦ.

3. Сопровождение сайта ИСКЦ <http://hpc.iss.ru>.

При получении дополнительного финансирования в рамках Целевой программы СО РАН «Суперкомпьютер»:

1. Приобретение и установка прикладного программного обеспечения для расчетов структуры и свойств молекулярных систем (Gaussian 09 + TCP Linda), молекулярной динамики (AMBER), квантовой химии (Molcas), инженерных расчетов (Abaqus, ANSYS Mechanical), математических расчетов (Matlab + Simulink + Distributed Computing Server + Parallel Computing Toolbox), а также последних версий инструментов параллельного программирования (Intel® Cluster Studio XE, PGI CDK Cluster Development Kit и др.).

2. Масштабирование вычислительной и инженерной инфраструктуры кластера «Академик В.М. Матросов».

3. Приобретение (с учетом складывающихся потребностей) дополнительных серверов с модулями ускорения вычислений.

Красноярский суперкомпьютерный центр (КСКЦ) на базе Института вычислительного моделирования СО РАН

Состав технических средств

В настоящее время Институт вычислительного моделирования СО РАН имеет 2 суперкомпьютера кластерной архитектуры: МВС-1000/ИВМ (274 вычислительных ядра) с пиковой производительностью 2,04 Тфлопс и производительностью по Linpack 1,51 Тфлопс, а также МВС-1000/16 с пиковой производительностью 14 Гфлопс (ввиду малой производительности используется только для учебного процесса).

Для вычислений с графическими сопроцессорами активно используется сервер Flagman RX240T8.2 на базе процессоров Tesla C2050, имеющий 2 шестиядерных процессора Intel Xeon X5670 и 8 GPU Nvidia Tesla C2050. Пиковая производительность сервера при использовании графических вычислителей составляет 8,24 Тфлопс при операциях с одинарной точностью и 4,12 Тфлопс при операциях с двойной точностью.

Кроме того, на площадях Института установлен и находится в совместном использовании малый кластер Сибирского федерального университета (СФУ) (28 четырехъядерных процессоров Intel Xeon Quad-Core E5345 2,33 ГГц) с производительностью по LINPACK 450 Гфлопс и пиковой — 1,04 Тфлопс. Организован доступ по гигабитной сети к большому кластеру СФУ с пиковой производительностью 16,87 Тфлопс, входящему в Top-50 самых мощных суперкомпьютеров СНГ.

В 2013 г. ИВМ СО РАН за счет программы «Высокопроизводительные вычисления СО РАН» приобрел высокопроизводительный вычислительный сервер ASUS ESC4000 G2 (2 Intel Xeon Phi 5110P, 2×1620W PSU) со следующими характеристиками: 2 процессора Intel Xeon E5-2660 Sandy Bridge-EP (2200 МГц, LGA2011, L3 20480 КВ, 8 core), 2 сопроцессора Intel Xeon Phi 5110P (8 Гб, 1,053 ГГц, 60 core), оперативная память — 128 Гб, HDD: 2000 ТВ.

Каждый из Xeon Phi 5110P имеет пиковую производительность 1,01 Тфлопс (двойной точности) и работает с памятью со скоростью 320 Гб/с. Таким образом, пиковая производительность нового сервера, учитывая производительность процессора Intel Xeon E5-2660 на уровне 0,14 Тфлопс, составляет около 2,3 Тфлопс, причем в отличие от GPU обеспечивается выполнение x86 совместимых программ.

Программное обеспечение

Системное программное обеспечение вычислительных кластеров составляют 64-битные версии операционной системы Linux, компиляторов GNU C/C++ и GNU Fortran, компиляторов Intel C/C++ и Intel Fortran, а также коммуникационные среды — реализации MPI (MPICH1, MPICH2, LAM), система параллельного программирования DVM, специализированные вычислительные пакеты.

На имеющиеся рабочие станции с графическими вычислителями установлено специализированное программное обеспечение MathWorks: MATLAB, Simulink и Parallel Computing Toolbox. Инструментарий обеспечивает одновременное функционирование до двенадцати вычислительных машин MATLAB для запуска локальных приложений на многоядерной рабочей станции. Имеется поддержка технологии CUDA на графических процессорах NVIDIA.

В 2013 г. для сервера с сопроцессорами XeonPhi приобретен комплект специализированного программного обеспечения Intel Cluster Studio XE for Linux OS, включающего в себя следующие компоненты:

- интегрированный набор инструментов для разработки кластерных приложений;
- высокопроизводительная библиотека MPI;
- высокопроизводительные компиляторы C++, Fortran и мощные модели параллельности для многоядерных процессоров;
- инструменты анализа корректности и инструменты профилирования для приложений общего доступа и для распределенных и гибридных приложений.

Среда разработки содержит мощный механизм поиска и устранения ошибок на этапе написания кода, что позволяет создавать более быстродействующие, масштабируемые и надежные приложения. Она рассчитана на оптимизацию

приложений под уже выпускаемые и даже планируемые к выпуску процессоры Intel, включая мощную серверную платформу с сопроцессорами IntelXeonPhi.

Пользователи, загрузка кластеров, инфраструктура

На всех вычислительных кластерах с телекоммуникационным доступом ведется статистика использования ресурсов, поддерживается доступ из городской научно-образовательной сети на скорости 1 Гбит/с, а из сетей общего пользования — 60 Мбит/с.

На ключевых узлах вычислительной инфраструктуры установлена распределенная система мониторинга ресурсов и отслеживания статусов запущенных сервисов ZABBIX. Система помогает анализировать функционирование узлов и оперативно оповещает администраторов о возникающих проблемах.

Средняя загрузка кластеров по данным проводимой статистики составляет 68 % (от 16 до 100 % в разные периоды). Из общего объема 60 % загрузки дают задачи пользователей Института физики СО РАН, 35 % — Институт химии и химической технологии СО РАН, 5 % — Институт вычислительного моделирования СО РАН.

Загрузка кластера в отдельные месяцы достигает 100 % и по сравнению с 2012 г. возросла на 10 %. Часть пользователей по-прежнему запускает отлаженные задачи на более мощных вычислительных системах в других научных центрах: в Новосибирске, Томске и Москве, а также на кластере Сибирского федерального университета.

За счет средств текущей программы в 2013 г. приобретен и установлен на вторую серверную площадку источник бесперебойного питания на 8 кВт, что позволило установить и ввести в эксплуатацию приобретенные в 2012 г. два 64-ядерных вычислительных модуля в составе кластера MBC-1000/ИВМ.

Все многоядерные модули для рационального использования их ресурсов включены в обслуживание специальной пользовательской очереди задач, требующих более 48 вычислительных ядер.

Организовано резервное копирование данных вычислительного кластера в сетевом хра-

Т а б л и ц а 4

Характеристики областей исследования

Направление исследований	Запусков задач	Организация	Вклад в загрузку, %
Молекулярная динамика	4329	ИФ СО РАН	60
	715	ИХХТ СО РАН	35
Вычислительная механика	284	ИВМ СО РАН	1
Прочее	1133	ИВМ, СибГТУ и др.	4
Всего	6461		100

нилище Synology Rack Station RS3412RPxs объемом 30 ТВ. К хранилищу обеспечен доступ вычислительных серверов с общей пропускной способностью интерфейсов 4 Гб/с.

Решаемые задачи

В табл. 4 приведены характерные области исследований с применением кластеров ИВМ.

Из статистики видно, что в 2013 г. количество запусков кратковременных задач уменьшилось в 4 раза по сравнению с 2012 г., что свидетельствует об уменьшении количества отладочных задач и переходе к длительным расчетам.

Подготовка кадров и повышение квалификации

На базовой кафедре вычислительных и информационных технологий Института математики СФУ (зав. кафедрой чл.-корр. РАН В.В. Шайдуров) читается несколько курсов по методам решения задач на вычислительных кластерах. В течение отчетного периода проведено более 10 заседаний постоянно действующего совместного семинара ИВМ СО РАН и СФУ «Компьютерное решение многомерных задач», на котором обсуждаются вопросы использования высокопроизводительных вычислений. Проводились консультации пользователей кластеров по возникающим проблемам.

Объем финансирования на 2013 год

В 2013 г. Институт вычислительного моделирования СО РАН получил из средств программы «Высокопроизводительные вычисления СО РАН» 1 млн руб. На оборудование израсходовано 514 тыс. руб., были закуплены вычислительный сервер и источник бесперебойного питания.

На оплату труда инженерно-технического персонала по поддержке и развитию вычислительных ресурсов и налоги израсходовано соответственно 373 тыс. (ст. 211) и 113 тыс. (ст. 213) руб.

Израсходовано собственных средств 1100 тыс. руб., в том числе: за электроэнергию — 350 тыс. руб., программное обеспечение — 250 тыс. руб., оборудование и расходные материалы — 100 тыс. руб., на зарплату — 400 тыс. руб.

Планы на 2014 год

В 2014 г. планируются: работы по поддержке и развитию имеющихся вычислительных систем, в том числе гибридных систем на основе вычислительных сопроцессоров и графических ускорителей; дальнейшая модернизация кластера МВС-1000/ИВМ за счет приобретения вычислительных модулей высокой плотности, что позволит последовательно наращивать его вычислительную мощность и выводить из эксплуатации устаревшие узлы без реконструкции кода пользовательских программ; приобретение нового коммуникационного оборудования для подключения новых вычислительных узлов.

На основе изучения потребностей пользователей будет приобретаться и устанавливаться на вычислительные системы специализированное программное обеспечение для научных исследований.

Томский суперкомпьютерный центр (ТСКЦ) на базе Института сильноточной электроники СО РАН**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/LinuxDebian. Используемое программное обеспечение:

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

Удаленный доступ к вычислительной системе осуществляется посредством безопасного протокола SSH2 (SecureShell). Передача файлов между пользователями и вычислительной системой происходит по протоколам SCP (SecureCopyProtocol) и SFTP (SSH FileTransfer-Protocol).

Гибридная вычислительная система.

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

Четыре узла оснащены процессором Intel Core i5, оперативной памятью 8 Гб, имеют жесткий диск объемом 500 Гб. Два узла оснащены графическим вычислителем Tesla C2050, соответственно узел с Nvidia C2070 и узел с Nvidia C2090. 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, 12 Гб оперативной памяти. Все узлы объединены сетью 10G.

Вычислитель — Nvidia Tesla C1060 представляет собой вычислительную систему на основе графического процессора (GPU) с под-

держкой архитектуры CUDA. По своим возможностям сопоставим по скорости с небольшим вычислительным кластером, содержит 240 вычислительных ядер. Пиковая производительность C1060 составляет примерно 1 Тфлопс на операциях с плавающей запятой с одинарной точностью.

Архитектура Nvidia Fermi оптимизирована для выполнения научных приложений благодаря ключевым возможностям, включающим аппаратную поддержку вычислений с плавающей запятой, с двойной точностью, производительностью более 500 Гфлопс, L1 и L2 КЭШ (первого и второго уровня), защиту памяти ECC, управляемый пользователем локальный дата-КЭШ в виде разделяемой памяти на GPU, совместный доступ к памяти и др.

В 2013 г. закуплены дополнительно два узла Intel Xeon E5 2 ГГц 64 Гб ОЗУ с сопроцессорами Intel Xeon Phi 7120. Семейство сопроцессоров Intel Xeon Phi 7120 имеет наибольшее количество функциональных возможностей, самую высокую производительность и максимальный объем памяти среди семейства продукции Intel Xeon Phi. Использование высокопроизводительных ресурсов на базе данных сопроцессоров и большой оперативной памятью позволит значительно ускорить разработку программ математического моделирования.

Новые вычислительные узлы гибридного кластера собраны с использованием аппаратного обеспечения:

- 2 процессоров Intel XeonE5-2650 8-core, с тактовой частотой 2,0 ГГц, 2+50 Мб встроенного кэша на соquete LGA 2011, с сопроцессором Intel Xeon Phi, который имеет 61 ядро, 244 потока, частоту 1,23/1,33 ГГц, 30,5 Мб кэша второго уровня, 16 Гб буферной памяти GDDR5, TDP 300 Вт;

- 8 линеек оперативной памяти Kingston 8GB 240-Pin DDR3 SDRAM ECC Registered DDR3 1333 Server Memory Model KVR1333D3D4R9S/8G;

- HDD 2 Tb SATA 6Gb/s Seagate Constellation ES.2 <ST32000645NS> 7200rpm 64 Мб.

Организован доступ по гигабитной сети к большому кластеру ТГУ. Проведены подготовительные работы по переходу на скорости доступа к кластеру ТГУ со скоростями 10G.

Программное обеспечение

Закуплен и установлен на высокопроизводительный компьютер ряд расширений MathWorks.

Для работы гибридной системы используется программное обеспечение — набор средств разработки Cuda Toolkit версии 4.0, CUDA SDK. Тип доступа и способ авторизации пользователей ssh2.

Так как вычислительная система оснащена современными процессорами, помимо графических процессоров существует возможность проводить вычисления с использованием стандартов программирования MPI (Message Passing Interface), подразумевающего работу с распределенной памятью и OpenMP — работу с общей памятью. Есть возможность комбинировать модели программирования (гибридная модель, MPI+OpenMP).

Сервер управления используется для предоставления удаленного доступа к высокопроизводительным ресурсам, мониторинга различных параметров состояния вычислительной системы (загрузки CPU, температуры, занятости дисковых ресурсов, количества свободной оперативной памяти и т.д.), постановки вычислительных задач в очередь. Работа сервера осуществляется на платформе CentOS GNU/Linux 6.0.

Пользователи, загрузка кластеров, инфраструктура

Вычислительные ресурсы в основном используются для разработки и отладки программных модулей. Основной счет проводится на кластерах ТГУ и МГУ.

Решаемые задачи

В 2013 г. вычислительные ресурсы использовались для решения задач, относящихся к следующим научным областям: физика твердого тела; физика высоких энергий и пучков заряженных частиц; физика плазмы.

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);

«Программирование вычислительных систем с архитектурой CUDA»;

Русско-Немецкая школа параллельных вычислений.

Объем финансирования на 2013 год

По программе «Суперкомпьютер» Президиума СО РАН — 1 млн руб.; собственные средства — 500 тыс. руб.

План на 2014 год

Организовать доступ к большому кластеру ТГУ на скоростях 10 гигабит.

Наращивание вычислительной мощности гибридного кластера.

Планируются закупка и установка продуктов MathWorks на высокопроизводительные ЭВМ и соответствующее повышение эффективности использования параллельных вычислительных ресурсов в научных исследованиях.

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

Состав технических средств

СуперЭВМ MBC-1000/128.

Кластер Tesla на базе вычислителей NVIDIA Tesla. На 2013 г. была запланирована модернизация кластера путем замены устаревших вычислителей TeslaC1060 на современные модели семейства TeslaK20. В настоящий момент проведен конкурс, определен его победитель, работы находятся в стадии заключения государственного контракта на поставку. По завершении работ увеличение производительности кластера составит 3538 Гфлопс, что более чем на 100 % превышает его текущую производительность. Такой рост производительности обеспечивает применение вычислителей последнего поколения с архитектурой Fermi, которые являются гораздо более производительными, чем Tesla C1060 (производительность одного вычис-

лителя в выполнении операций с двойной точностью вырастет в ~15 раз).

Характеристики вычислителей, установленных на узлах кластера:

6 * Tesla C1060 (240 CUDA cores, 4GB GDDR3 RAM, 77,76 Gflops double precision FP performance).

2 * Tesla C2075 (448 CUDA cores, 6GB GDDR5 RAM, 515 Gflops double precision FP performance).

2 * Tesla C2050 (448 CUDA cores, 3GB GDDR5 RAM, 515 Gflops double precision FP performance).

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

Изменения в характеристиках вычислителей после модернизации:

4 * Tesla K20 (2496 CUDA cores, 5GB GDDR3 RAM, 1170 Gflops double precision FP performance).

2 * Tesla C2075 (448 CUDA cores, 6GB GDDR5 RAM, 515 Gflops double precision FP performance).

2 * Tesla C2050 (448 CUDA cores, 3GB GDDR5 RAM, 515 Gflops double precision FP performance).

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

Вычислительная производительность кластера после модернизации — 6740 Гфлопс в вычислениях с двойной точностью.

Программное обеспечение

В рамках работы по модернизации вычислительного кластера МВС 1000/128 расширен набор программных сценариев для автоматической проверки работоспособности модулей вычислительного кластера и выбрано современное системное программное обеспечение, способное работать на модулях вычислительного кластера:

- операционная система DebianLinux 5.0;
- набор клиент-серверных утилит для защищенного соединения с удаленным компьютером openssh;
- свободный компилятор языков C\C++ GNU gcc 4.6;

– средство поддержки параллельных программ OpenMPI.

На всех вычислительных узлах гибридного кластера проведены работы по обновлению системного программного обеспечения.

Пользователи, загрузка кластеров, инфраструктура

Средняя загрузка кластера составляет около 55 %. Более 85 % загрузки дают задачи пользователей ОФ ИМ, 10 % — Президиум ОНЦ, остальное — ОмГУ. Относительно небольшая загрузка кластера отчасти объясняется достаточно медленным внедрением технологии CUDA и достаточно длительным процессом подготовки специалистов.

Решаемые задачи

Научные исследования в 2013 г. с использованием кластера Tesla проводились в следующих направлениях: численное интегрирование специальных типов функций; компьютерные исследования алгебраических задач; компьютерные исследования задач дискретной оптимизации; создание алгоритмов и программ для анализа медицинских данных; создание алгоритмов и программ для изучения динамики биологических и социальных сообществ.

Среди всех работ отметим следующие.

Проведено исследование, связанное с вычислением определенных интегралов на кластере Tesla. Необходимость решения данной задачи объясняется тем, что стандартные математические пакеты не справляются с вычислением определенных интегралов быстроменяющихся функций. В результате становится невозможным проведение различных расчетов, связанных с подобным интегрированием. Более того, гигантский объем вычислений, необходимых для обеспечения достаточной точности результата, не позволяет решать такие задачи на персональных компьютерах в разумные сроки. В ОФ ИМ СО РАН разработан алгоритм параллельного численного интегрирования, подходящий для использования на гибридных кластерах. На основе данного метода реализовано соответствующее программное обеспечение (ПО), которое в настоящее время успешно используется в ОФ ИМ СО РАН (канд. физ.-мат. наук В.М. Гичев, канд. техн. наук С.А. Хрущев).

Проведено исследование вычисления параметров покомпонентных экспоненциальных оценок решения задачи Коши для системы линейных разностных уравнений с неотрицательными матрицами большой размерности. Для решения задачи применен итерационный алгоритм. Создана параллельная модификация алгоритма, позволившая перенести решение задачи на гибридный кластер. На основе алгоритма разработано соответствующее ПО для гибридного кластера Tesla, с его помощью получены оценки вычислительных затрат в зависимости от размерности задачи (д-р физ.-мат. наук Н.В. Перцев, канд. техн. наук С.А. Хрущев).

Разработан параллельный алгоритм расчета диагностической шкалы, основанный на решающих функциях с применением непрерывного функционала риска. С применением разработанного алгоритма на суперкомпьютере ОФИМ СО РАН повторно были проанализированы исходные данные, используемые при построении шкалы оценки тяжести артериальной гипертензии. Все пациенты в соответствии с врачебным заключением были разделены на 3 группы: I, II и III степени заболевания. В качестве обучающей выборки были выбраны 198 пациентов с известными значениями по всем показателям. Дополнительно исследовано поведение функционала риска вблизи оптимальных точек (значения веса фиксировались в оптимальной точке по всем параметрам, кроме одного) (д-р техн. наук С.В. Зыкин, канд. техн. наук А.Н. Полуянов).

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 2013 г. ОмГУ проводились работы по технической поддержке и обеспечению доступа пользователей к вычислительным ресурсам МВС-1000/128.

В течение отчетного 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.

Объем финансирования на 2013 год

По программе «Суперкомпьютер» Президиума СО РАН — 1 млн руб.; собственные средства — 51,465 тыс. руб.

План на 2014 год

1. В целях использования суперЭВМ МВС-1000/128 для учебного процесса планируется: завершение работ по модернизации программного обеспечения вычислительного кластера; составление методических указаний по работе с вычислительным кластером; составление методических указаний к лабораторным работам с использованием вычислительного кластера по курсу «Параллельные алгоритмы»; организация сетевого доступа к вычислительному кластеру.

В 2013 г. в связи с дальнейшим физическим износом оборудования (в особенности жестких дисков) был установлен ряд модулей вычислительного кластера МВС-1000/128, не пригодных к использованию. В связи с этим планируется модернизация кластера за счет приобретения вычислительных модулей высокой плотности, что позволит постепенно наращивать его вычислительную мощность и выводить из эксплуатации устаревшие узлы.

2. Получат развитие работы по наращиванию мощностей кластера Tesla.

В 2014 г. планируются дальнейшие работы по поддержке и развитию имеющихся вычислительных систем на основе специализированных вычислителей Tesla, а также модернизация кластера Tesla за счет приобретения новых вычислительных узлов, что позволит постепенно наращивать его вычислительную мощность.

Кроме того, с ростом вычислительной мощности кластера Tesla его дальнейшее развитие предполагает переход от коммуникационной среды GigabitEthernet (3ComSwitch 4200G 12-Port 8x10/100/1000 + 4x10/100/1000 or SFP) к более производительным решениям на базе InfiniBand. Это позволит радикально ускорить межузловые коммуникации, а также на порядок уменьшить латентность. На данном этапе предполагается приобрести коммутатор InfiniBand,

а также комплект адаптеров (вместе с коммуникационными кабелями), предназначенных для установки в узлах кластера. В такой конфигурации появится возможность решения на кластере задач, требующих множества «коротких» пересылок данных между узлами. Кроме того, за счет перевода коммуникационной среды узлов на более скоростную технологию будут более полно использованы возможности существующей дисковой подсистемы Axis YOTTA В YB-12S3EPE. Коммутатор необходимо приобретать с расчетом на увеличение числа узлов кластера. Дополнительные узлы необходимы, так как существующие в настоящее

время четыре узла приемлемы лишь на начальном этапе.

3. План научных работ на 2014 г. с использованием кластера Tesla включает в себя задачи почти всех плановых работ ОФ ИМ:

- компьютерные исследования алгебраических задач;
- компьютерные исследования задач дискретной оптимизации;
- создание алгоритмов и программ для анализа медицинских данных;
- создание алгоритмов и программ для изучения динамики биологических и социальных сообществ.

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ И МУЛЬТИМЕДИЙНЫЕ РЕСУРСЫ СО РАН

Сеть передачи данных (СПД) СО РАН выполняет важнейшую интегрирующую роль в жизни научного и образовательного сообщества региона, объединяя каналами передачи данных потребителей информации, источники данных (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 научных институтов (ССКЦ, ИВМ, ИДСТУ, ИВТ и др.) и университетов (НГУ, СФУ, ТГУ и др.). По существу, СПД СО РАН является не только средством доступа в Интернет и ведения электронной переписки, но и главным образом 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.

В 2013 г. в результате проведения конкурсных процедур сохранился магистральный интернет-провайдер — ЗАО «Компания ТрансТелеКом». За счет централизованных процедур закупки каналов связи и с учетом уменьшения их удельной стоимости удалось увеличить полосу

пропускания в большинстве научных центров, в среднем — на 16 % (табл. 5). В настоящее время внешние каналы связи СПД СО РАН обеспечивают комфортную работу пользователей во всех научных центрах, что подтверждается данными проводимого мониторинга. Исключением являются города Кызыл и Якутск, в которых, по причине удаленности, у магистральных провайдеров сохраняется высокая стоимость подключения к сети и оплаты Интернет-трафика.

Впервые в централизованную закупку помимо внешних интернет-каналов была включена аренда городских каналов. В городах Кемерово и Омск были приобретены в аренду каналы между зданиями институтов, находящихся на значительном удалении друг от друга (несколько километров), что делает нецелесообразной прокладку собственных линий связи. Кроме того, для построения академической сети данных дистанционного зондирования Земли была продолжена эксплуатация технологического канала шириной 40 Мбит/с, связывающего Новосибирский НЦ с Вычислительным центром ДВО РАН (г. Хабаровск) (рис. 1).

Велась планомерная работа по увеличению пропускной способности внутренних каналов научных центров. До 1 Гбит/с повышена скорость доступа к организациям Бурятского научного центра, а также ИрИХ СО РАН — к сети Иркутского научного центра. В Новосибирске,

Т а б л и ц а 5

Распределение емкости внешних каналов по городам, Мбит/с

Город	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Барнаул	1	10	10	30	40
Бийск				5	10
Иркутск	40	80	80	120	120
Кемерово		10	20	25	30
Красноярск	20	40	40	40	60
Новосибирск	90	500	500	540	600
Омск	20	30	30	30	30
Томск	30	50	50	70	100
Тюмень	10	10	10	15	20
Улан-Удэ			10	25	35
Чита				5	10
Якутск	2	20	20	20	20
Всего	213	750	770	925	1075

Томске, Красноярске и Иркутске вводились в эксплуатацию участки сети с пропускной способностью 10 Гбит/с.

Вместе с тем обеспечивается доступ к удаленным научным площадкам: к установке широких атмосферных линий (г. Якутск), к Байкальскому музею СО РАН (пос. Листвянка, оз. Байкал), к научному стационару на о. Долгий (оз. Байкал) и прочим. В Новосибирском научном центре к СПД был подключен новый корпус Института лазерной физики СО РАН.

Выполнен первый этап развертывания новой технологической площадки на территории

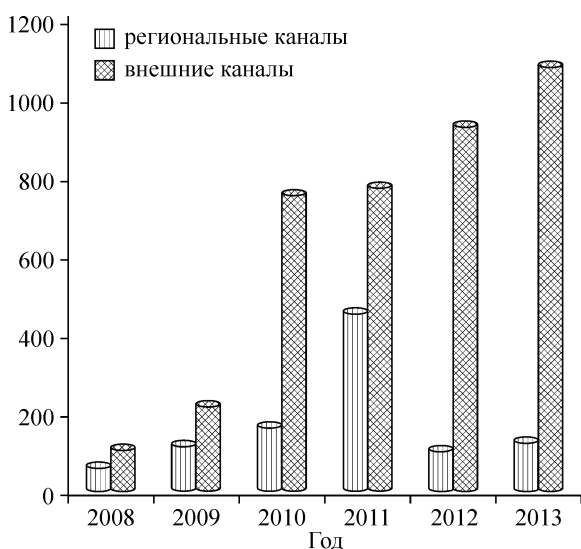


Рис. 1. Динамика развития каналов связи СПД СО РАН, Мбит/с

Технопарка Новосибирского Академгородка и ввод в опытную эксплуатацию информационно-вычислительного комплекса на базе HP Blade System C7000 с подключением к опорной сети со скоростью 10 Гбит/с. Для завершения развертывания этой площадки приобретена локальная система хранения данных DELL MD3600i с высокоскоростными дисками общей емкостью 7,2 Тб.

Установлена и введена в промышленную эксплуатацию система мониторинга функционирования узлов Центра обработки данных и Сети передачи данных СО РАН на базе системы Nagios с автоматическим SMS-оповещением инженерно-технического персонала. Для диагностики каналов Новосибирского научного центра был запущен общедоступный сервис SpeedTest (<http://st.sbras.ru>), позволяющий из любой точки определить скорость доступа к Центральному узлу связи СПД СО РАН.

В плановом режиме осуществлялось развитие инженерной инфраструктуры сети. В 2013 году запущена в эксплуатацию новая система электроснабжения ИВТ СО РАН, которая подключена к двум распределительным подстанциям и обеспечена резервным питанием от дизель-генератора с автоматическим запуском. Проведены работы по реорганизации центрального узла связи и вводу в эксплуатацию нового центрального коммутатора Cisco WS-c6509. В Иркутском научном центре начат второй этап созда-

ния центра обработки данных: осуществлена первичная архитектурно-строительная подготовка и разработан комплексный проект. В Красноярском научном центре приобретен и введен в эксплуатацию управляемый коммутатор Cisco Catalyst 3560X, что позволило повысить контроль и гибкость распределения сетевых ресурсов. В Томском научном центре продолжаются работы по вводу в эксплуатацию высокоскоростных каналов связи с пропускной способностью 10 Гбит/с для связи с учебно-образовательными учреждениями. Проведена модернизация сети ТНЦ СО РАН, в результате которой оптимизированы маршрутизация и фильтрация сетевого трафика.

В 2013 г. продолжилось развитие проекта «Корпоративное облако СО РАН», целью которого является создание инфраструктуры предоставления централизованных сервисов коммуникаций и совместной работы для организаций Сибирского отделения РАН в виде корпоративного облака. Организован туннель между инфраструктурой «Облака СО РАН» и сетевой инфраструктурой Кемеровского научного центра (ИУ, ИУХМ, ИЭЧ, Президиум КемНЦ, филиал ИВТ), Якутского научного центра (ИКФИА) с прямой маршрутизацией частного адресного пространства IPv4. Присоединение Кемеровского и Якутского научных центров к проекту «Корпоративное облако СО РАН» позволило их сотрудникам использовать в ежедневной работе «облачные» сервисы мгновенных сообщений, IP-телефонии, электронной почты, сервер управления ИТ-инфраструктурой System Center Configuration Manager и другие.

В 2013 г. в «облако» были добавлены домены 10 организаций и более 2000 пользователей. Примерно в 2 раза выросла нагрузка по всем сервисам:

- текстовых чатов около 20 000, сообщений более 60 000 в месяц;
- аудиосессий около 8000, около 14 000 минут в месяц;
- более 100 конференций, более 300 участников в месяц;
- более 1200 телефонных звонков в месяц;
- около 100 000 почтовых сообщений в месяц;
- общее количество сайтов — 34, не считая более 250 персональных сайтов.

В прошедшем году активно эксплуатировалась расширенная система видеоконференцсвязи СО РАН на базе корпоративного облака. Основным недостатком предыдущего решения являлась высокая стоимость каждой участвующей в видеоконференциях точки, для которой приходилось покупать специализированное оборудование. Новое расширение было построено на базе программного решения Microsoft Lync, которое не требует специального оборудования для организации и участия в видеоконференциях, за исключением обычных камеры и микрофона (или веб-камеры). Это позволило многократно расширить число потенциальных участников видеоконференций, которые стали подключаться прямо со своих рабочих мест. Кроме того, новое решение было интегрировано с традиционной системой видеоконференцсвязи, что позволило для крупных мероприятий одновременно использовать все каналы, включая веб-трансляции.

За отчетный период сотрудниками ИВТ СО РАН было организовано более 90 трансляций, тогда как в 2012 г. их было около 60, а годом ранее — около 30 (аналогичные трансляции независимо проводятся и в других институтах собственными силами, за отчетный период их было проведено более 50). В частности, транслировались:

- 12 заседаний Президиума СО РАН;
- инновационный конвент «Кузбасс: образование, наука, инновации»;
- заседание Бюро Совета по Байкалу;
- заседания семинара «Информационные и вычислительные технологии в медицине»;
- занятия «VII Российско-Германской школы-семинара по высокопроизводительным вычислениям»;
- заседания Научно-координационного совета «Информационные ресурсы СО РАН»;
- заседания Научно-координационного совета «Телекоммуникационные и мультимедийные ресурсы СО РАН»;
- заседания Объединенного ученого совета СО РАН по нанотехнологиям и информационным технологиям.

Продолжилось развитие автоматизированной системы «Научные проекты СО РАН» (<https://cris.srbas.ru>). В 1-й половине 2013 г. завершена разработка первого этапа, введены данные обо

всех выполняющихся проектах Сибирского отделения: базовых, интеграционных, партнерских, а также с Украиной, Белоруссией, Монголией и Тайванем. В рамках опытной эксплуатации проведена процедура сбора отчетных материалов за 2012 г. по всем интеграционным и партнерским проектам, выполняемым в институтах, входящих в Объединенный ученый совет по нанотехнологиям и информационным технологиям.

В отчетном году информационная система «Конференции» (<http://conf.nsc.ru>) использовалась при проведении 40 конференций ИВТ, ИГиЛ, ИНГГ, ИК, ИЦиГ, ИХБФМ, ИВМиМГ, ИМ, ИГХ, ГПНТБ, СКТБ «Наука», КТИ ВТ, ИНХ, ЦСБС, ИАЭТ, Байкальского музея и Совета научной молодежи СО РАН. В штатном режиме поддерживались информационный сервер СО РАН (<http://www.sbras.ru>), сайт ОУС по нанотехнологиям и информационным технологиям СО РАН (<http://ousnano.sbras.ru>), сайт ОУС по биологическим наукам (<http://ousbio.sbras.ru>), сайт газеты «Наука в Сибири» (<http://www.sbras.ru/НВС>), сайты институтов и научных центров, библиотечные серверы — всего более 100 информационных ресурсов.

В 2013 г. во всех библиотеках Красноярского научного центра СО РАН активизировалась работа по ведению баз данных публикаций сотрудников. При сотрудничестве с ГПНТБ СО РАН сформированы базы данных публикаций сотрудников, учтенных в системах Web of Science и Scopus. На регулярной основе ведутся обновле-

ние и актуализация этих баз данных, а также репликация информации между ними. Для подсчета цитирования в Web of Science публикаций конкретного сотрудника, лаборатории или института разработана методика автоматического обновления данных о количестве цитирований в базе данных WOS.

На основе специализированного сегмента СПД СО РАН развернута инфраструктура Центра коллективного пользования данными дистанционного зондирования (ЦКП ДДЗ СО РАН), обеспечивающая сбор данных, их хранение, обработку и предоставление доступа к информационным продуктам, полученным на их основе (рис. 2). Продолжена работа по обеспечению круглосуточного функционирования системы приема и обработки данных, поступающих из Дальневосточного центра ФГБУ НИЦ «Планета» в Хабаровске, Сибирского центра ФГБУ НИЦ «Планета» в Новосибирске, ИОА СО РАН в Томске. Структура архива спутниковых наблюдений приведена в табл. 6.

На регулярной основе ведется централизованный мониторинг входящего и исходящего трафика для большинства научных центров СО РАН (табл. 7). Это решение позволяет отслеживать количественные и качественные показатели функционирования каналов связи и принимать решения о внесении изменений в конфигурацию сети.

В 2013 г., уже в третий раз, Институтом вычислительных технологий СО РАН организована консолидированная закупка лицензий на про-

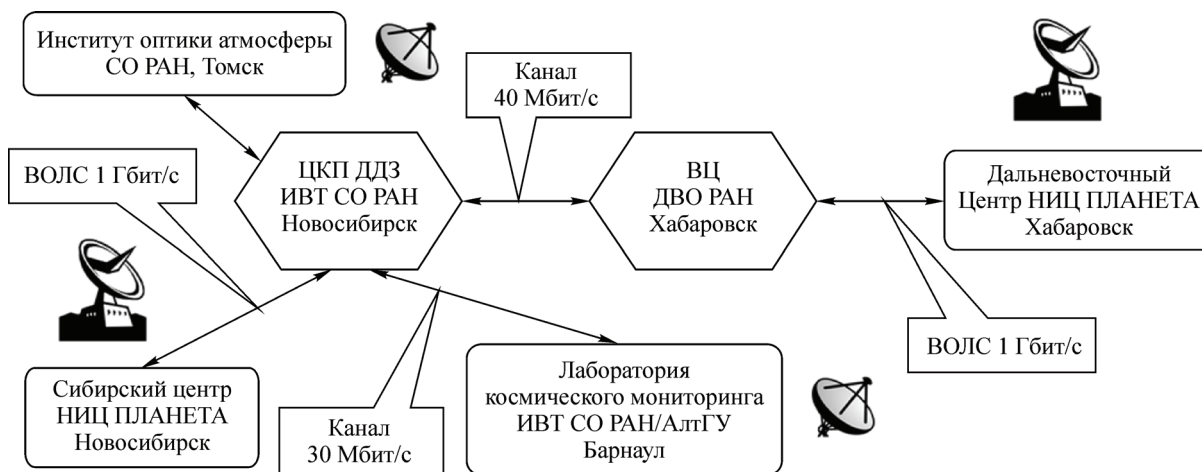


Рис. 2. Схема специализированного сегмента СПД СО РАН

Т а б л и ц а 6

Объемы данных в разделах архива ЦКП ДДЗ СО РАН по состоянию на конец 2013 г.

Источник данных	Объем, Гб	Примечание
Landsat	4500	Пополняющийся архив Landsat 5/7/8
SPOT	24 810	Архив данных со спутников SPOT 2/4 за 2008—2012 гг.
Terra	41 900	Архив информационных продуктов, полученных на основе данных, поступающих со спектрорадиометра MODIS на КА Terra за 2011—2013 гг.
Aqua	16 820	Архив исходных данных, поступающих со спектрорадиометра MODIS и инфракрасного сенсора AIRS на КА Aqua, а также архив информационных продуктов, полученных на их основе за 2012—2013 гг.
NPP	18 700	Архив исходных данных, поступающих с КА NPP «Suomi», и информационных продуктов, полученных на их основе
Другие источники	1040	Данные реанализа метеорологических наблюдений и численного прогноза погоды, определенные на сетке с разрешением 1°, и данные, поступающие с автоматических метеостанций СО РАН
Прочее	24 330	Оперативные данные, данные в форматах, оптимизированных для визуализации, продукты альтернативных веток обработки и другие материалы

граммное обеспечение компании Microsoft для учреждений Сибирского отделения РАН. Опыт прошлого года продемонстрировал неоспоримые выгоды приобретения лицензионного ПО при централизованном подходе к закупкам. Интерес к использованию схемы годовых подписок продолжает расти, и в 2013 г. в заказе приняло участие уже 49 учреждений СО РАН (в

2011 г. — 21, в 2012 г. — 45). Общая сумма заказа в отчетном году составила 10,5 млн руб., которые были затрачены на приобретение 12 822 клиентских лицензий и 133 лицензий на серверное программное обеспечение.

В IV квартале проводилось обучение системных администраторов, работающих в организациях СО РАН. В этом мероприятии участво-

Т а б л и ц а 7

Объем потребления трафика в рабочее время, ноябрь 2013 г.

Город	Средний объем входящего трафика	Средний объем исходящего трафика	Отношение входящего трафика к исходящему	Максимально доступная полоса	Ширина полосы, в которой находится входящий 95 % трафик	Отношение используемой и максимальной полос
	Гб/сут			Мб/с		
Новосибирск	2866	1194	2,4	600	547	0,91
Иркутск	660	314	2,1	120	115	0,96
Томск	414	342	1,2	100	75	0,75
Красноярск	206	151	1,4	60	41	0,68
Якутск	117	26	4,4	20	20	0,99
Тюмень	86	37	2,3	20	20	0,99
Кемерово	53	11	5,0	30	17	0,55
Омск	40	19	2,1	30	10	0,34
Бийск	24	1	24	10	6	0,21
Барнаул	24	8	2,8	30	7	0,68
Чита	10	1	10	10	3	0,31
Улан-Удэ	9	1	9	35	2	0,07
Итого	4509	2103	2,1	1065	864	0,81

вали 12 специалистов из Новосибирского, Томского и Якутского научных центров. Обучение велось по сертифицированным курсам Microsoft:

- 20410 «Installing and configuring Windows Server 2012» (40 часов);
- 20411 «Administering Windows Server 2012» (40 часов);
- 20412 «Configuring Advanced Windows Server 2012 Services» (40 часов).

С 21 октября по 1 ноября 2013 г. в Новосибирске в Институте вычислительных технологий СО РАН при поддержке Целевой программы проведена VII Российско-Германская школа-семинар по высокопроизводительным вычислениям. Программа школы включала разработанные специалистами High Performance Computing Center Stuttgart — HLRS (г. Штутгарт, Германия) курсы по программированию для многоядерных процессоров, графических ускорителей (GPU), кластерных вычислительных комплексов, повышению производительности программ, ориентированных на современные вычислительные архитектуры, моделям вычислительных процессов с разбиением глобального адресного пространства (PGAS), системному программному обеспечению, повышающему надежность алгорит-

мов, исполняемых на кластерных вычислительных комплексах. В работе школы приняли участие около 30 научных сотрудников и аспирантов из институтов СО РАН, вузов Сибири и Республики Казахстан.

Подводя итоги работы Целевой программы, необходимо отметить, что научные учреждения, взаимодействуя друг с другом как единый крупный научно-исследовательский центр, должны определить стратегию информатизации, которая призвана ответить на стоящие перед ними вызовы в сфере повышения эффективности научных исследований и их информационной обеспеченности; определить долгосрочные перспективы развития информационных технологий за счет выстраивания четкой системы задач и методов их решения. Разработанный в 2013 г. проект стратегии информатизации опирается на результаты оценки настоящего состояния телекоммуникационных, вычислительных, мультимедийных и информационных ресурсов, многолетний опыт эксплуатации Системы передачи данных СО РАН и совместного выполнения научно-исследовательских и инфраструктурных проектов.

Основной целью информатизации должно быть повышение качества и эффективности научно-исследовательской и административной



Рис. 3. Обучение системных администраторов

деятельности научных и образовательных организаций путем:

- повышения эффективности и производительности труда как в научной, так и в управленческой деятельности;
- постоянного скоординированного совершенствования ИТ-инфраструктуры организаций в целях соответствия требованиям общих информационных систем;
- сокращения совокупных издержек на поддержку и развитие ИТ-инфраструктуры, рациональное использование трудовых и материальных ресурсов;
- формирования целостного позитивного имиджа научного сообщества, представление информации о его деятельности, научно-образовательном потенциале и инвестиционной привлекательности.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

24 сентября 2013 г. в Институте вычислительных технологий СО РАН прошло заседание Совета «Информационные ресурсы СО РАН».

Заседание проходило в режиме on-line в Новосибирске. В нем приняло участие 16 человек из ИВТ СО РАН, ИЯФ СО РАН, ИСИ СО РАН, ИАиЭ СО РАН, ИГМ СО РАН, ИНГГ СО РАН, ИВМ СО РАН, КТИ ВТ СО РАН. С помощью видеоконференцсвязи в заседании приняли участие члены Совета из Красноярска, Иркутска, Кемерово и Тюмени. Всего в заседании приняло участие 36 человек. Темой заседания было «Информационные системы для регионов».

Во вступительном слове председатель Совета акад. Ю.И. Шокин отметил важность создания информационных систем для регионов и предложил обменяться мнениями по поводу возникающих проблем и способов их решения.

На заседании рассмотрены вопросы:

О системах комплексной поддержки сложных задач регионального управления. В ИВМ СО РАН созданы системы для формирования решений по ликвидации чрезвычайных ситуаций (наводнений, землетрясений, пожаров и т.п.). Подчеркнуто, что главное — это информационные ресурсы, которые наполняют системы. Данные могут поступать из разных источников, их надо формализовывать, обрабатывать и постоянно

Одним из основных результатов Целевой программы «Телекоммуникационные и мультимедийные ресурсы СО РАН» в 2013 г. является организационная, методическая и техническая подготовка основных тезисов стратегии информатизации, а также их частичная реализация. Они направлены на консолидацию существующих ИТ-ресурсов, унификацию научно-организационной деятельности и централизацию предоставления ИТ-сервисов.

В целом можно утверждать, что разработка и принятие стратегии информатизации научно-исследовательских учреждений является важнейшим шагом для обеспечения поддержки научной деятельности на современном уровне, а также для эффективного использования и устойчивого развития материально-технической базы для научных исследований.

актуализировать (докладчик д-р техн. наук Л.Ф. Ноженкова, ИВМ СО РАН).

О создании информационных и управляющих систем для регионов России. Конструкторско-технологический институт вычислительной техники добился широкого применения своих систем в горно-добывающей промышленности и для прогнозирования технического состояния гидротехнических сооружений (докладчик д-р физ.-мат. наук С.К. Голушко, КТИ ВТ СО РАН).

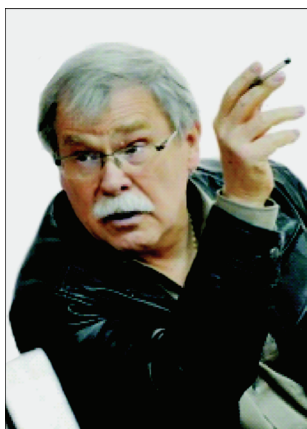
О возможности геопортала пространственных данных Красноярского края (докладчик канд. физ.-мат. наук О.Э. Якубайлик, ИВМ СО РАН).

О важности нормативного сопровождения проектов и необходимости стандартизации в области информатизации (докладчик директор ИВМ СО РАН чл.-корр. РАН В.В. Шайдуров).

Об информационных системах для мониторинга состояния сложных технических систем (докладчик директор СКТБ «Наука» д-р техн. наук В.В. Москвичев).

О технологиях оценки состояния природно-техногенных систем Кемеровской области, которые используют данные дистанционного зондирования Земли (докладчик канд. техн. наук О.Л. Гиниятуллина, Кемеровский филиал ИВТ СО РАН).

Об использовании геоинформационных систем в задачах государственного управления



Академик Юрий Иванович
Шокин



Д-р физ.-мат. наук Сергей Кузьмич Голушко



Д-р техн. наук Людмила
Федоровна Ноженкова

Фотографии В.Т. Новикова

природопользованием и образованием в Тюменской области (докладчик канд. техн. наук А.Г. Бабушкин, Тюменский научный центр СО РАН).

Об экологическом геопортале, который предназначен для оценки состояния окружающей среды, о воздействиях на нее со стороны опасных источников, определении первоочередных задач и разработки территориальной экологической политики (докладчик канд. техн. наук В.Б. Геннадиник, ИКЗ СО РАН).

Об интернет-ресурсах, представляющих историко-культурное наследие Тюменской области. Интернет-проект «Путь в Сибирь», который содержит уникальную информацию об истории освоения Сибири, получил известность в России и за рубежом (докладчик канд. филос. наук Р.Ю. Федоров, ИКЗ СО РАН).

Об информационных системах для органов государственной власти и местного самоуправления Иркутской области (докладчик канд. техн. наук Г.М. Ружников, ИДСТУ СО РАН).

О платформе интеграции распределенных информационных ресурсов ZooSpace, которая позволяет работать с электронными библиотеками (докладчик д-р физ.-мат. наук О.Л. Жижимов, ИВТ СО РАН).

Канд. физ.-мат. наук О.А. Клименко (ИВТ СО РАН) призвала участников Совета представлять свои проекты и разработки на Портале СО РАН.

Участники Совета отметили, что задачи создания информационных систем для регионов являются наукоемкими, требуют комплексной автоматизации, постоянной актуализации и обработки растущих информационных потоков.

Акад. Ю.И. Шокин подвел итоги заседания, на котором была рассмотрена только часть информационных проектов, сделанных в институтах СО РАН, для регионов. Он отметил, что в Новосибирских институтах создан целый ряд сложных информационных систем, которые на этом заседании не рассматривались.