



# ИСТОРИЯ УСПЕХА

## Территориально распределенный центр коллективного пользования на базе МСЦ РАН и ССКЦ СО РАН

Группа компаний PCK провела масштабную модернизацию вычислительных ресурсов двух крупных отечественных Центров коллективного пользования – Межведомственный суперкомпьютерный центр Российской академии наук (МСЦ РАН, Москва) и Сибирский суперкомпьютерный центр Сибирского отделения РАН (ССКЦ СО РАН, Новосибирск). Обновленные вычислительные ресурсы этих центров, объединенные высокоскоростным защищенным каналом передачи данных, составили основу территориального распределенного вычислительного комплекса, предоставляющего российским ученым широкие возможности для решения актуальных задач в области фундаментальных и прикладных наук, включая такие стратегические направления исследований, как цифровые и интеллектуальные технологии, высокотехнологичное здравоохранение, повышение экологичности и эффективности энергетики, развитие авиапромышленного комплекса и освоение космического пространства, искусственный интеллект, машинное обучение, работа с большими данными и другие.

Производительность новой территориально распределенной вычислительной системы составляет 1,1 ПФЛОПС. С технической точки зрения, оба проекта в суперкомпьютерных центрах РАН в Москве и СО РАН в Новосибирске уникальны тем, что это первое в мире внедрение серверных вычислительных узлов с жидкостным охлаждением в режиме «горячая вода» до 63 °С на входе в вычислительные узлы на базе самых мощных 72-ядерных процессоров Intel® Xeon Phi™ 7290, а также на основе 16-ядерных процессоров Intel® Xeon® E5-2697A v4. Кроме того, в ходе реализации этих уникальных проектов впервые в России и странах СНГ коммуникационные подсистемы двух вычислительных комплексов были реализованы на основе высокоскоростного межузлового соединения Intel® Omni-Path со скоростью передачи данных 100 Гб/с.



«Суперкомпьютерные технологии играют ключевую роль для перехода к передовым цифровым и интеллектуальным технологиям в информационном обществе. Модернизация вычислительных ресурсов МСЦ РАН позволяет нам обеспечивать новые возможности для проведения исследований и разработок, предоставлять исследовательским коллективам РАН мощные ресурсы для решения различных сложнейших научных и прикладных задач, а также обеспечить организацию наиболее эффективной работы российских ученых. Это позволит нам удовлетворять постоянно растущие потребности пользователей в повышении скорости обработки данных для высокотехнологичной медицины, повышения экологичности и эффективности энергетики, развития авиапромышленного комплекса и исследования динамики сложных космических систем. В результате модернизации пользователи центра могут решать свои научные задачи на различных передовых архитектурах процессоров», – отметил академик РАН Геннадий Иванович Савин, научный руководитель Межведомственного суперкомпьютерного центра Российской академии наук.

Межведомственного суперкомпьютерного центра Российской академии наук.

«Научные группы нашего института и других учреждений Сибирского отделения РАН получили возможность еще активнее использовать вычислительные ресурсы Центра коллективного пользования «Сибирский суперкомпьютерный центр» для выполнения актуальных исследований и большого количества численных экспериментов (моделирования) в области газо-гидродинамики, физики плазмы, геофизики, квантовой химии, молекулярной динамики, загрязнения атмосферы, моделирования изменений климата и др. Особенно важно увеличение вычислительной мощности центра для проекта ИВМиМГ СО РАН «Цифровая Арктика» и многих других. Благодаря новому современному вычислительному ресурсу у Новосибирской области появляется реальная возможность перехода к «цифровой» промышленности и экономике в рамках концепции «Индустрия 4.0». Расширение вычислительной мощностей ЦКП ССКЦ СО РАН и возможность доступа к дополнительным ресурсам МСЦ РАН в рамках территориально распределенного комплекса позволит нам привлечь к процессам моделирования научных сотрудников из бывших медицинкой и сельскохозяйственной академий», – подчеркнул Сергей Игоревич Кабанихин, директор Института вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения РАН.





## МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЙ ЦЕНТР РАН

Межведомственный Суперкомпьютерный Центр РАН (МСЦ РАН) открыт в 1996 году, имеет филиалы в Санкт-Петербурге и Казани. Он является одним из самых мощных суперкомпьютерных центров коллективного пользования в России в сфере науки и образования. Коллектив МСЦ состоит из высококвалифицированных научных сотрудников, программистов и инженеров.

Основными задачами МСЦ являются:

- обеспечение научных исследований, проводимых в институтах РАН, современными вычислительными и телекоммуникационными ресурсами;
- оказание методической помощи исследователям в использовании высокопроизводительных вычислительных средств и современных средств обработки информации и подготовка научных кадров высшей квалификации;
- обеспечение доступа к современным электронным библиотекам и архивам, базам и коллекциям данных;
- проведение исследований по развитию системного и прикладного математического обеспечения, а также решение задач большой сложности.



## ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГЕОФИЗИКИ СО РАН

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН (бывший Вычислительный центр СО АН СССР) был организован в 1963 году академиком Г.И. Марчуком. В 2000-е стал функционировать ЦКП «Сибирский суперкомпьютерный центр» ИВМиМГ СО РАН (ЦКП ССКЦ). ИВМиМГ СО РАН является признанным лидером в области разработки численных методов решения прямых и обратных задач математической физики, методов численного статистического моделирования (методов Монте-Карло), геофизики, физики атмосферы, океана и окружающей среды, химии, электрофизики. Разработанные алгоритмы и программы применяются при решении актуальных задач рационального природопользования, поиска месторождений нефти и газа, предсказания природных и техногенных катастроф и оценки их

последствий, зондирования Земли из космоса, медицины, наноиндустрии, информационной безопасности, разработки перспективной суперкомпьютерной техники.

Основными задачами ССКЦ являются актуальные исследования и проведение большого количества численных экспериментов (суперкомпьютерного моделирования) в области газогидродинамики, физики плазмы, геофизики, квантовой химии, молекулярной динамики, загрязнения атмосферы, моделирования изменений климата и др.

## ПРОБЛЕМЫ

### Потребность в большей производительности.

МСЦ РАН обслуживает более чем 100 научных организаций, его ресурсами пользуются 184 группы исследователей, решающие большое количество задач фундаментальной и прикладной направленности, которые требуют все более высокой производительности. В свою очередь, услугами ССКЦ пользуются 24 института Сибирского отделения РАН (уже около 200 пользователей и их число продолжает расти). Таким образом, необходимость наращивания производительности для удовлетворения все больших потребностей в высокопроизводительных вычислениях была наиболее актуальной для обоих суперкомпьютерных центров.

Однако важнейшим требованием при выборе высокопроизводительных решений остается не только высокая производительность, но и минимизация занимаемой площади, снижения уровня потребляемой энергии, а также высокая энергоэффективность и низкая стоимость владения (ТСО).

Создание единого территориально распределенного комплекса на базе МСЦ РАН и ССКЦ СО РАН для решения вычислительно сложных задач и оптимизации загрузки кластерных ресурсов с соблюдением единых стандартов качества обслуживания. Консолидация разнородных вычислительных ресурсов территориально распределенных вычислительных центров требует решения следующих задач:

- Создания единой точки доступа пользователей, учета и распределения вычислительных ресурсов;
- Разработки механизмов синхронизации и оперативного обмена данными между распределенными центрами;
- Проектирования систем мониторинга и управления всеми подсистемами объединенных вычислительных центров, предиктивного обнаружения и оперативного решения проблем.

**Снижение капитальных и эксплуатационных затрат.** В настоящее время рост стоимости электроэнергии и сокращение свободных площадей в мегаполисах, и, следовательно, повышение затрат на энергообеспечение и охлаждение систем вычислительных центров, а также высокая стоимость капитального строительства и аренды площадей являются общемировой тенденцией. Все эти факторы обуславливают острую необходимость создания энергоэффективных и компактных суперкомпьютеров. В то же время, системы вычислительного центра должны быть достаточно автономными, интеллектуальными и предсказуемыми для уменьшения операционных расходов на их обслуживание.

**Готовность к будущим технологиям.** Все более актуальной становится необходимость осваивать навыки и подходы к решению задач на будущих мультипоточных системах, число которых будет неизбежно расти в ближайшие 5-7 лет по мере приближения к Экзафлопной эре вычислений.

**Защита инвестиций в ПО.** Существует необходи-

мость использования существующих приложений и моделей программирования в процессе переноса на будущие многоядерные платформы.

**Надежная защита данных.** Многие из расчетных задач содержат конфиденциальную информацию, таким образом, создание надежного защищенного канала передачи данных является неотъемлемой частью при объединении ресурсов двух центров. Еще один важный аспект - возможность объединения и других российских региональных суперкомпьютерных центров в единую защищенную сеть передачи данных.

## ПУТИ РЕШЕНИЯ

Для решения этих задач в ЦКП МСЦ РАН и ССКЦ СО РАН была проведена модернизация вычислительных ресурсов в рамках выполнения целевой программы доукомплектования оборудованием центров коллективного пользования, проведенной Федеральным агентством научных организаций (ФАНО) России. При этом было принято решение о необходимости оснащения этих ЦКП самыми передовыми и наиболее эффективными суперкомпьютерными решениями, удовлетворяющими критериям высокой производительности и компактности, энергоэффективности, развитами и интуитивно понятными средствами мониторинга и управления, что позволит существенно снизить совокупную стоимость владения вычислительными ресурсами. Именно этим требованиям наиболее полно соответствовали решения российской группы компаний РСК, ведущего отечественного разработчика и интегратора полного цикла на рынке суперкомпьютеров. Энергоэффективные и высокоплотные решения «РСК Торнадо» обеспечивают возможность круглосуточной работы вычислительных центров в режиме «горячая вода».

Эти решения основаны на ряде уникальных собственных разработок, позволяющих создавать сверхкомпактные, высокоэффективные системы, являющиеся мировыми рекордсменами по энергоэффективности (суперкомпьютеры РСК потребляют существенно меньше электроэнергии, чем аналогичные по производительности системы других поставщиков), компактности (решения РСК позволяют сократить площадь, занимаемую вычислительным комплексом в 6 раз), а также по вычислительной и энергетической плотности, обеспечивая, при этом, высочайший уровень надежности.

### Ключевые технологии, применяемые в проектах:

Технология прямого жидкостного охлаждения РСК обеспечивает прецизионное отведение тепла от сервера, используя в качестве теплообменника охлаждающую пластину, полностью покрывающую всю элемент-содержащую поверхность вычислительного узла и, в свою очередь, охлаждаемую жидкостью. Данный подход обеспечивает наиболее полный и прецизионный теплосъем со всей площади компонентов сервера (процессоры, память, наборы микросхем, жесткие диски, блоки питания и т.д.), исключая локальные перегревы и воздушные карманы. При этом обеспечивается работа в широком диапазоне температур хладоносителя, включая режим «горячая вода» с температурой до +63 °С на входе в вычислительный узел.

Применение единой пластины охлаждения для всего вычислительного узла вместо дискретных теплообменников («бобешек») для каждого тепловыводящего компонента, объединенных с помощью гибких или жестких соединений (трубок), позволило в значительной степени повысить надежность всей системы, исключить внутриузловые протечки. Такой подход позволял перейти от использования комбинированной системы охлаждения (жидкостной и воздушной одновременно) к использованию только жидкост-

ной системы охлаждения, без необходимости установки прецизионных кондиционеров, систем очистки, и других дорогостоящих систем подготовки воздуха. Что существенным образом сказывается на снижении капитальных и операционных затрат.

Следует также отметить ряд преимуществ, присущих технологии прямого жидкостного охлаждения ПСК, по сравнению с другими применяемыми в настоящее время технологиями охлаждения вычислительных узлов. Например, если сравнивать с технологией погружения вычислительных узлов в жидкость, то преимуществ решений ПСК очевидны:

- отсутствие необходимости установки больших емкостей со специальными жидкостями, зачастую при определенных условиях представляющими опасность как для жизни и здоровья людей, так и для электронных компонентов в целом;

- возможность использования оптических приемопередатчиков без необходимости применения промежуточных модулей и компонентов;
- легкость обслуживания и масштабирования.

Таким образом, применение технологии прямого жидкостного охлаждения ПСК позволяет создавать компактные, высоконадежные вычислительные системы, способные работать в очень широком диапазоне температур на основе технологии Free Cooling в режиме «24x7x365» с использованием дешевых, нетоксичных хладагентов на основе дистиллированной воды.

**Комплексное программное обеспечение «РСК БазИС».** Полный стек программного обеспечения «РСК БазИС» оптимизирован для высокопроизводительных вычислений и является частью решений РСК, предоставляя следующий функционал:

- единая точка мониторинга и управления всей системой,

- гибкая система конфигурирования, система мониторинга и управления всем ЦОД,

- обеспечиваются возможности отслеживания в реальном времени состояния всех компонент системы и предотвращения критических сбоев еще до наступления нештатных ситуаций, значительно снижая требования к квалификации обслуживающего персонала.

Технология унифицированных компонент позволяет создавать вычислительные комплексы различной производительности (от десятков ФЛОПС до сотен ПФЛОПС) и различной специфики (различные типы и архитектуры процессоров, применение ускорителей вычислений класса GPU или MIC, схем с программируемой логикой ПЛИС и т.д.) без существенных инвестиций в разработку, производство и последующее обслуживание таких комплексов. Обеспечить использование различных видов скоростных межсоединений, таких как: Mellanox InfiniBand, Intel Omni-Path и др. Благодаря унифицированным инфраструктурным компонентам, таким, как источники и преобразователи питания, насосные модули и модули управления, возможно обеспечение различных моделей резервирования и отказоустойчивости на любом этапе от построения до эксплуатации комплекса.

## РЕЗУЛЬТАТ

**Обновление вычислительного парка МСЦ РАН.** В ЦКП МСЦ РАН установлены новые универсальные вычислительные шкафы «РСК Торнадо» с рекордной энергетической плотностью и системой прецизионного жидкостного охлаждения, сбалансированной для постоянной работы с высокотемпературным хладагентом (до +63 °С на входе в вычислительный шкаф). В соответствии с условиями размещения оборудования для МСЦ РАН был выбран оптимальный режим

работы вычислительного шкафа при постоянной температуре хладагителя +45 °С на входе в вычислительные узлы (с пиковым значением до +57 °С).

Работа в режиме «горячая вода» для данного решения позволила применить круглогодичный режим free cooling (24x7x365), используя только сухие градирни, работающие при температуре окружающего воздуха до +50 °С, а также полностью исключить фреоновые контуры и чиллеры. В результате среднегодовой показатель PUE системы, отражающий уровень эффективности использования электроэнергии, составляет менее чем 1,06. То есть на охлаждение расходуется менее 6% всего потребляемого электричества, что является выдающимся результатом для НПС-индустрии.

В основе новых вычислительных узлов: самые мощные 72-ядерные серверные процессоры Intel® Xeon Phi™ 7290, 16-ядерные серверные процессоры Intel® Xeon® E5-2697A v4, серверные платы семейств Intel® Server Board S7200AP и Intel® Server Board S2600KPR, твердотельные накопители семейства Intel® SSD DC S3500 с подключением по шине SATA в форм-факторе M.2.

Для высокоскоростной передачи данных между вычислительными узлами в составе суперкомпьютерного комплекса МСЦ РАН теперь наряду с Mellanox InfiniBand используется передовая технология высокоскоростной коммутации Intel Omni-Path, обеспечивающая скорость неблокируемой коммутации до 100 Гбит/с на основе 48-портовых коммутаторов Intel® Omni-Path Edge Switch 100 Series. Это позволит специалистам МСЦ РАН удовлетворить не только текущие потребности ресурсоемких приложений пользователей, но и обеспечить необходимый запас пропускной способности сети на будущее.

Высокая доступность, отказоустойчивость и простота использования вычислительных систем, созданных на базе решений РСК для высокопроизводительных вычислений, также обеспечиваются благодаря передовой системе управления и мониторинга на базе ПО «РСК БазИС». Она позволяет осуществлять управление, как отдельными узлами, так и всем решением в целом, включая инфраструктурные компоненты. Все элементы комплекса (вычислительные узлы, блоки питания, модули гидрорегулирования и др.) имеют встроенный модуль управления, что обеспечивает широкие возможности для детальной телеметрии и гибкого управления. Конструктив шкафа позволяет заменять вычислительные узлы, блоки питания и гидрорегулирования (при условии применения резервирования) в режиме горячей замены без прерывания работоспособности комплекса. Большинство компонентов системы (таких, как вычислительные узлы, блоки питания, сетевые и инфраструктурные компоненты и т.д.) представляет из себя программно-определяемые компоненты, позволяющие существенно упростить и ускорить как начальное развертывание, так и обслуживание, и последующую модернизацию системы. Жидкостное охлаждение всех компонентов обеспечивает длительный срок их службы.

**Новый вычислительный комплекс НКС-1П на базе «РСК Торнадо» в ССКЦ СО РАН.** В основе вычислительных узлов в составе суперкомпьютера НКС-1П: самые мощные 72-ядерные серверные процессоры Intel® Xeon Phi™ 7290, 16-ядерные серверные процессоры Intel® Xeon® E5-2697 A v4, серверные платы семейств Intel® Server Board S7200AP и Intel® Server Board S2600KPR, твердотельные накопители семейства Intel® SSD DC S3500 с подключением по шине SATA в форм-факторе M.2.

Для высокоскоростной передачи данных между вычислительными узлами в составе нового

суперкомпьютерного комплекса ССКЦ СО РАН также используется передовая технология высокоскоростной коммутации Intel® Omni-Path, обеспечивающая скорость неблокируемой коммутации до 100 Гбит/с, на основе 48-портовых коммутаторов Intel® Omni-Path Edge Switch 100 Series.

Кроме того, в рамках модернизации ресурсов ЦКП ССКЦ СО РАН, установлена новая система хранения данных (СХД) емкостью 200 ТБ, реализованная на базе серверов «РСК Бриз» с параллельной файловой системой Lustre и ПО Intel® Enterprise Edition for Lustre.

Высокая доступность, отказоустойчивость и простота использования вычислительной системы обеспечиваются благодаря передовой системе управления и мониторинга на базе ПО «РСК БазИС».

**Защищенный канал передачи данных.** Высокопроизводительный защищенный канал связи между суперкомпьютерными центрами РАН в Москве и Новосибирске создан специалистами группы компаний РСК и компании «С-Терра СиЭсПи». Защита передаваемых данных реализована на базе специализированного шлюза безопасности «С-Терра Шлюз 10G», который сочетает в себе инновационные технологии обработки сетевых пакетов и ГОСТ-шифрование по стандартным протоколам IPsec. Достижение высоких показателей производительности шифрования передаваемых данных стало возможным благодаря, в том числе, эффективной балансировке VPN-шлюзом вычислительной нагрузки между ядрами современных процессоров Intel® Xeon®.

В результате проведенного тестирования была продемонстрирована возможность передавать данные по защищенному каналу со скоростью до 4 ТБ в час (около 9 Гбит/с) между двумя центрами, расположенными друг от друга на расстоянии порядка 3000 км. Защита информации обеспечивается в соответствии с отечественными криптографическими алгоритмами ГОСТ Р 34.10-2012, ГОСТ Р 34.11-2012, VKO\_GOSTR3410\_2012\_256, ГОСТ 28147, реализованными в криптошлюзах С-Терра на базе унифицированных высокопроизводительных серверов «РСК Торнадо». В дальнейшем в МСЦ и ССКЦ планируется реализация защищенной VDI-инфраструктуры для организации эффективной удаленной работы с ресурсами суперкомпьютерных центров в условиях растущих киберугроз.

**«В тех случаях, когда расчетные задачи наших пользователей требуют гораздо больших вычислительных ресурсов, чем может предоставить ССКЦ, мы обеспечиваем возможности для использования дополнительных мощностей путем перераспределения нагрузки и запуска приложений на суперкомпьютерном комплексе МСЦ РАН. Организованный между нашими центрами защищенный канал передачи данных обеспечивает полную конфиденциальность передаваемой информации в соответствии с требованиями научных организаций и других наших заказчиков»,** – подчеркнул Борис Михайлович Глинский, исполнительный директор ЦКП «Сибирский Суперкомпьютерный Центр» ИВМиМГ СО РАН.

Модернизация МСЦ РАН и ССКЦ СО РАН позволила эффективно использовать мощные вычислительные ресурсы для решения научно-исследовательских задач и выполнения инновационных разработок в различных областях механики, гидро- и аэродинамики, физики твердого тела, физики плазмы, материаловедения, электроники, вычислительной и квантовой химии, биофизики, биоинформатики и биотехнологий.



## МСЦ РАН (СУПЕРКОМПЬЮТЕР МВС-10П + МП)

Тип: РСК ЦОД  
Архитектура: Гибридная «РСК Торнадо» + RSC PetaStream  
Производительность: 0,8 ПФЛОПС (пиковая)

**РСК Торнадо:**  
Вычислительных узлов – 318  
Процессоры:  
- 416 x Intel® Xeon® E5-2690  
- 176 x Intel® Xeon® E5-2697A v4  
- 22 x Intel® Xeon Phi™ 7290  
Сопроцессор: 416 x Intel® Xeon Phi™ SE10X  
Серверная плата: Intel® S2600JF, S2600KPR, S7200AP  
Общий объем памяти/СХД на узлах: 26,6 / 43,1 ТБ  
Межузловое соединение: Intel Omni-Path, InfiniBand FDR  
Занимаемая площадь: 20 кв.м

**RSC PetaStream:**  
Вычислительных узлов – 64  
Процессоры:  
64 x Intel® Xeon Phi™ 7120D  
8 x Intel® Xeon® 2600 v2  
Серверная плата: Intel® S1600JP  
Общий объем памяти на узлах: 1 ТБ GDDR5  
Межузловое соединение: InfiniBand FDR, 56 Гбит/с  
Занимаемая площадь: 0,3 кв.м



## ССКЦ ИВМиМГ СО РАН (СУПЕРКОМПЬЮТЕР НКС-1П)

Тип: РСК ЦОД  
Архитектура: «РСК Торнадо»  
Производительность: 81,9 ТФЛОПС (пиковая)

Вычислительных узлов – 36  
Процессоры:  
- 40 x Intel® Xeon® E5-2697A v4  
- 16 x Intel® Xeon Phi™ 7290  
Серверная плата: Intel® S2600KPR, S7200AP  
Общий объем памяти/СХД на узлах: 4 ТБ DDR4-2400 / 5,4 ТБ Intel® SSD  
Межузловое соединение: Intel Omni-Path 100 Гбит/с  
Занимаемая площадь: 3 кв.м



### О МСЦ РАН

Межведомственный Суперкомпьютерный Центр (МСЦ) создан в 1996 году совместным решением Президиума Российской академии наук (РАН), Министерства науки и технологий Российской Федерации, Министерства образования Российской Федерации и Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ), и является государственным научным учреждением. МСЦ РАН является старейшим и одним из самых мощных суперкомпьютерных центров в России в сфере науки и образования. Коллектив МСЦ состоит из высококвалифицированных научных сотрудников, программистов и инженеров. В настоящее время в МСЦ работают 84 сотрудника, в том числе 2 академика, 9 докторов и 19 кандидатов наук. При МСЦ работают базовые кафедры: Московского физико-технического института (МФТИ), Национального исследовательского университета «Московский институт электронной техники» (МИЭТ), Московского технологического университета (МТУ МИРЭА), на которых обучаются более 70 студентов. Дополнительную информацию о МСЦ РАН можно найти на Web-сайте [www.jscc.ru](http://www.jscc.ru).



### О ССКЦ СО РАН

Центр коллективного пользования «Сибирский суперкомпьютерный центр» (ЦКП ССКЦ) был организован по постановлению Президиума Сибирского отделения Российской академии наук (СО РАН) на базе Института Вычислительной Математики и Математической Геофизики (ИВМиМГ СО РАН) совместно с Институтом цитологии и генетики (ИЦиГ) СО РАН в марте 2001 года. Коллектив ЦКП ССКЦ ИВМиМГ СО РАН состоит из 17 сотрудников: научных работников - 11, инженерно-технический персонал - 6 специалистов. Дополнительную информацию о ЦКП ССКЦ СО РАН можно найти на Web-сайте [www2.ssc.ru](http://www2.ssc.ru).



### О ГРУППЕ КОМПАНИЙ РСК

Группа компаний РСК — ведущий в России и СНГ разработчик и интегратор «полного цикла» решений нового поколения для сегмента высокопроизводительных вычислений (HPC) и центров обработки данных (ЦОД) на основе архитектур корпорации Intel и передового жидкостного охлаждения, а также целого ряда собственных ноу-хау. Существующий потенциал компании позволяет: создавать самые энергоэффективные решения с рекордным показателем эффективности использования электроэнергии (PUE), реализовать самую высокую вычислительную плотность в индустрии на базе стандартных процессоров архитектуры x86, использовать полностью «зеленый» дизайн, обеспечить высочайшую надежность решения, полную бесшумность работы вычислительных модулей, 100% совместимость и гарантированную масштабируемость, при этом достигается беспрецедентно низкая стоимость владения и невысокий уровень энергопотребления. Кроме того, специалисты РСК имеют опыт разработки и внедрения интегрированного программного стека решений для повышения эффективности работы и прикладного использования суперкомпьютерных комплексов: от системного ПО до вертикально-ориентированных платформ на базе технологии облачных вычислений. РСК является партнером корпорации Intel в программах Intel® Technology Provider Program высшего уровня Platinum, Intel® Fabric Builders Program, обладает статусами Intel® Solutions for Lustre\* Reseller Elite и Intel® HPC Data Center Specialist. Производительность и масштабируемость решений на базе архитектур RSC PetaStream™ и «РСК Торнадо» подтверждена сертификатом Intel® Cluster Ready. Дополнительную информацию можно найти на Web-сайте [www.rscgroup.ru](http://www.rscgroup.ru). РСК, RSC, PetaStream и логотипы РСК, RSC являются зарегистрированными товарными знаками группы компаний РСК в России, США, Японии и многих странах Европы.



### О КОМПАНИИ «С-ТЕРРА СИЭСПИ»

«С-Терра СиЭсПи» основана в 2003 году и является ведущим российским разработчиком и производителем сертифицированных средств сетевой защиты на основе технологии IPsec VPN. Продукты С-Терра, сертифицированные ФСТЭК России и ФСБ России, используют набор протоколов IPsec и российские криптографические алгоритмы ГОСТ и включены в Единый реестр российских программ для ЭВМ и баз данных (Реестр российского ПО). Решения С-Терра обеспечивают защиту каналов связи любой производительности, в том числе в виртуальной инфраструктуре и при удаленном доступе. Они широко применяются в гоструктурах различных уровней, крупнейших финансовых организациях, коммерческих фирмах, производственных предприятиях. Дополнительная информация на [www.s-terra.ru](http://www.s-terra.ru).

Группа компаний РСК © Сентябрь 2017 г.

Web: [www.rscgroup.ru](http://www.rscgroup.ru); E-mail: [hq@rsc-tech.ru](mailto:hq@rsc-tech.ru); Тел: +7 (495) 640-3107

RSC, РСК, PetaStream и логотипы RSC, РСК являются товарными знаками группы компаний РСК в России, США и других странах.

Intel, Xeon, Intel Xeon Phi и логотипы Intel, Intel Xeon являются товарными знаками корпорации Intel в США и других странах.

Другие наименования и товарные знаки являются собственностью своих законных владельцев.

