

Вычислительные комплексы Росгидромета: настоящее и перспективы развития.

В соответствии с законодательством Российской Федерации, главная цель деятельности Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды состоит в снижении угрозы жизни населения, ущерба окружающей среде и экономике страны от погодных явлений и климатических изменений. Для достижения главной цели Росгидромет обеспечивает постоянный мониторинг текущего и прогнозируемого состояния окружающей среды.

Производственные процессы Росгидромета относятся к категории информационных технологий и связаны:

- с получением информации от наблюдательных систем наземного, морского и космического базирования;
- сбором данных наблюдений в центрах обработки информации;
- обработкой данных наблюдений для целей мониторинга текущего состояния окружающей среды и прогноза развития процессов в ней;
- распространения результатов обработки в центры гидрометеорологического обслуживания на местах и непосредственно потребителям.

Национальная метеорологическая служба России входит во Всемирную метеорологическую организацию (ВМО), что обеспечивает возможность получения данных наблюдений и результатов прогноза состояния атмосферы от национальных метеорологических служб других стран. Глобальный обмен данными наблюдений в рамках ВМО позволяет национальным метеорологическим службам получать информацию о состоянии атмосферы по всему Земному шару без необходимости размещения сети наблюдений наземного базирования за пределами своего государства и без дополнительных колоссальных затрат на ее поддержку. А обмен подготовленной национальными службами прогностической продукцией между национальными центрами оперативного прогнозирования обеспечивает (помимо возможности сравнения в целях развития прогностических моделей/методов) уникальную глобальную систему резервирования общей прогностической деятельности. Росгидромет обеспечивает выполнение обязательств России перед ВМО по глобальному международному обмену гидрометеорологическими данными наблюдений и обязательств по оперативному выпуску диагностической и прогностической продукции Мирового метеорологического центра в г. Москве, Региональных специализированных метеорологических центров в городах Новосибирск, Хабаровск и Обнинск, Мирового центра радиационных данных в ГГО им.А.И.Воейкова (г.Санкт-Петербург).

История применения электронных вычислительных машин (ЭВМ) для оперативных задач гидрометеорологии в России (в СССР) началась с конца 50-х начала 60-х годов прошлого столетия, когда для задач моделирования атмосферных процессов в Центральный институт прогнозов (в настоящее время - Гидрометцентр России) были установлены первые ЭВМ, среди которых была самая производительная на тот момент вычислительная машина в СССР – ЭВМ М-20. Именно с установки этой машины началось создание полностью автоматизированных технологий оперативной обработки информации в гидрометслужбе, включая прием информации непосредственно из каналов связи, усвоение данных различных систем наблюдения, получение прогноза развития атмосферных процессов и представление результатов для специалистов-синоптиков для обеспечения выполнения основных задач службы.

Развитие вычислительной техники и появление ЭВМ II-го и далее поколений обеспечило повышение надежности техники и снижение энергопотребления и прочих эксплуатационных затрат. В сочетании с потребностями оперативных служб в актуальной и прогностической информации для повышения качества выполнения основных функций, при относительно слабых каналах связи в гидрометслужбе была реализована программа создания структуры вычислительных центров оперативной обработки информации, которая была оптимизирована по функциональным потребностям и финансовым возможностям. На различных этапах вычислительные центры национальной гидрометслужбы оснащались ЭВМ М-20, М-220, М222, Минск-2, Минск-22, Минск-32, Весна, БЭСМ-6, ЭВМ серии ЕС (1020, 1022, 1032, 1045, 1055, 1060, 1066). Вычислительные центры создавались не только в стационарных условиях, но и на научно-исследовательских судах гидрометслужбы и в условиях Антарктических станций. Самые производительные ЭВМ устанавливались в вычислительном центре в Москве. Помимо указанных выше ЭВМ, в Москве устанавливались ЭВМ иностранного производства: Cyber 172 (США), Comparex (Германия), Cray (США). В середине 70-х годов прошлого века произошла существенная модернизация центров телекоммуникации гидрометслужбы, связанная с переходом от использования специализированного телекоммуникационного оборудования к построению телекоммуникационных комплексов на базе стандартных средств вычислительной техники (СВТ). Финансовые проблемы 80-х годов - с одной стороны, повышение производительности телекоммуникационных каналов - с другой, привели к оптимизации структуры вычислительных центров Росгидромета. С этого момента и до момента массовой доступности ЭВМ класса "персональный компьютер", вычислительная техника в гидрометслужбе оставалась лишь в телекоммуникационных центрах и в сравнительно небольшом числе специализированных вычислительных подразделений. Этот процесс сопровождался и потерей высококвалифицированных кадров в области вычислительной техники, хотя до этого периода гидрометслужба по праву считалась кузницей высококлассных специалистов в области развития технологических процессов обработки информации и организации эксплуатации СВТ.

Появление персональных ЭВМ (ПЭВМ) стало эволюционным этапом возрождения широкого использования СВТ в Росгидромете. При этом СВТ "приблизились" к оперативному специалисту, предоставив ему возможность оперативной визуализации диагностической и прогностической информации и вычислений по локальным вычислительным алгоритмам "непосредственно на своем столе". Так наряду с высокопроизводительными комплексами для глобального/регионального моделирования процессов в атмосфере с различными заблаговременностью и разрешением, появился класс автоматизированных рабочих мест (АРМ) оперативного персонала, специализированных по видам деятельности: АРМ Синоптика-прогнозиста, АРМ Гидролога, АРМ Агрометеоролога и т.д.

Современный период развития вычислительной базы в Росгидромете характеризуется наличием 3-х уровней центров обработки оперативной информации:

- единый центр глобальной обработки информации в Москве, который выполняет и функции Мирового метеорологического центра в ВМО; в функции этого центра входят задачи сбора информации о состоянии окружающей среды в глобальном масштабе, их усвоение и расчет прогноза развития процессов в глобальном масштабе с различной (от 12 часов до 15 суток) заблаговременностью;
- специализированные центры, обеспечивающие расчет прогноза развития атмосферных процессов по своей зоне ответственности, мониторинг и прогноз развития распространения загрязняющих веществ, а также - прогнозы изменения климата (центры

Росгидромета в г.г. Новосибирск, Хабаровск, С-Петербург, Обнинск) – выполняют функции региональных и мировых специализированных центров обработки информации;

- локальные оперативные прогностические центры Росгидромета, обеспечивающие интерпретацию прогностической продукции, ее визуализацию, окончательную обработку и подготовку для конкретного потребителя; данные центры Росгидромета расположены по всей территории России.

Существенный импульс в развитии высокопроизводительных вычислений произошел в 2009 году, когда после продолжительного периода в ММЦ в г.Москве и РСМЦ в г.г. Новосибирск и Хабаровск была проведена модернизация и установлены высокопроизводительные вычислительные комплексы, а в 2011-2013 годах вычислительные возможности комплекса в ММЦ были расширены.

Структура комплекса состоит из следующих основных компонентов (Рисунок-1):

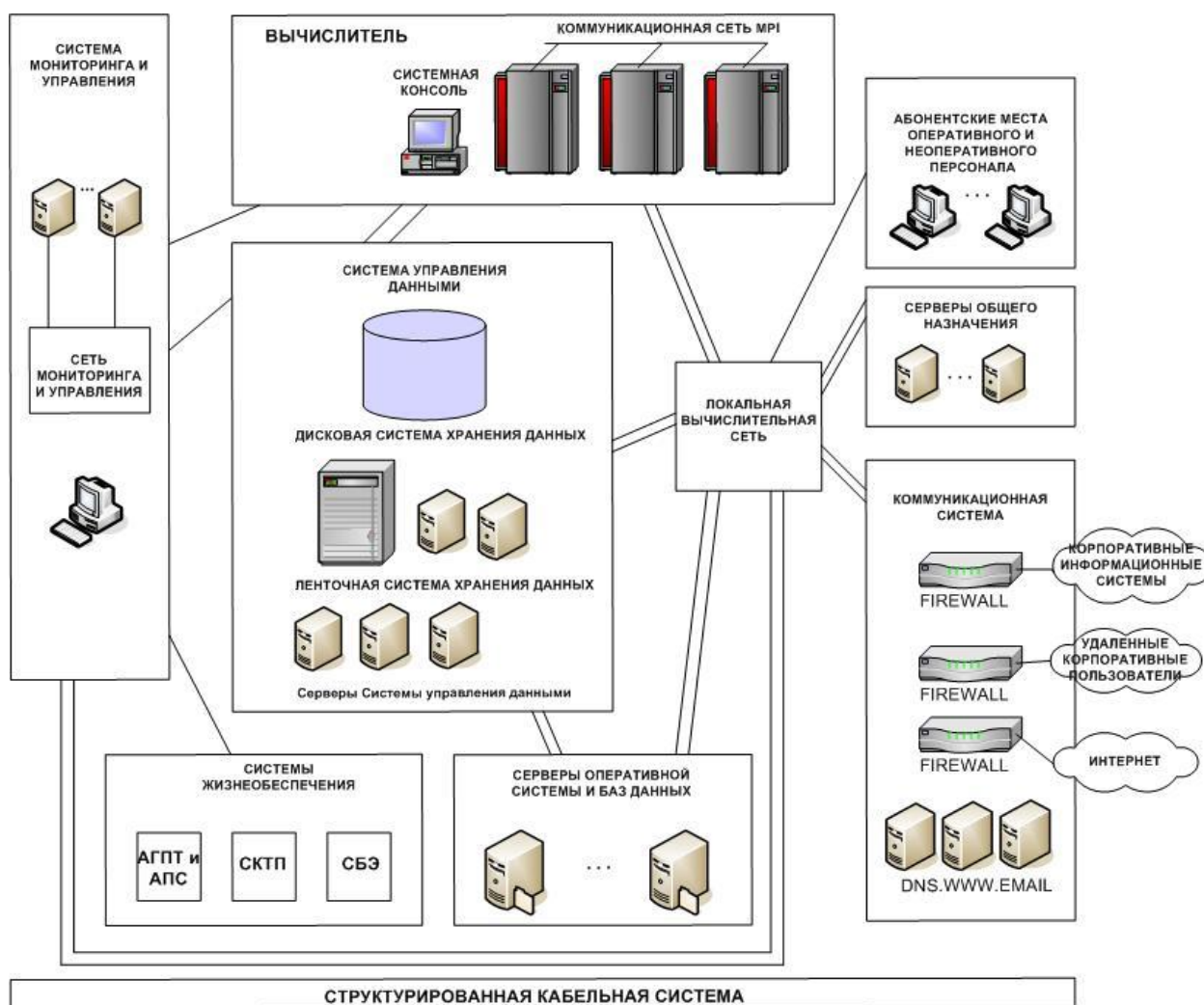


Рисунок-1 Типовая структурная схема вычислительных комплексов ММЦ в г. Москве, РСМЦ в г.г. Новосибирск и Хабаровск.

Вычислитель выполняет функции оперативного и научно-исследовательского счета, ресурсной поддержки научно-исследовательских разработок. В каждом из центров применяемые технологические схемы имеют региональные различия, связанные с

принятыми схемами обработки. В конфигурацию каждой системы входит системная консоль организации доступа ко всем узлам системы для инженерного персонала.

Система управления данными состоит из:

- дисковой системы хранения данных, обеспечивающей хранение данных и предоставляющей ресурсы для подсистем ввода-вывода Вычислителя, серверов баз данных и оперативных систем;
- ленточной системы хранения данных, состоящей из автоматизированной ленточной библиотеки,
- серверов системы управления данными, включая серверы архивирования и резервного копирования, иерархического хранения данных.

Серверы оперативной системы и баз данных включают в себя вычислительные серверы, локальные серверы оперативного назначения, в число которых входят серверы обмена оперативной информацией, серверы специализированных информационных систем Росгидромета, файловые серверы, обеспечивающие файловый и транзакционный обмен данными для клиентов ЛВС.

Серверы общего назначения обеспечивают функционирование основных сетевых сервисов, таких как DHCP, NTP, локальных DNS и почтового сервиса.

Абонентские рабочие места оперативного и научно-исследовательского назначения включают персональные компьютеры и станции визуализации оперативного и неоперативного персонала.

Локальная вычислительная сеть объединяет все компоненты информационной системы. Связь с существующей ЛВС в каждом из центров осуществляется по отказоустойчивой схеме. Для обеспечения функционирования осуществляется мониторинг и управление сетевым оборудованием.

Таблица 1 содержит основные характеристики установленных Вычислительных комплексов.

Таблица 1 Конфигурация информационной системы

Центр	Пиковая производительность TFlops (10 ¹²)	Тип вычислителя	Кол-во CPU/ CPU в узле	ОЗУ Тбайт (10 ¹²)/GB на ядро	Производитель (фирма/страна)	Дисковая подсистема Тбайт(10 ¹²)
ММЦ Москва	11	SGI Altix 4700	1664 / 128	6.6/4	SGI(США)	180TB=60TB SGI IS4000
	16	SGI Altix ICE8200	1408/8	2.8/2	SGI(США)	+ 120TB SGI IS10000
	35	РСК "Торнадо"	1152/12	4.608/4	РСК (Россия)	300TB IBM Storwize V7000, IBM System Storage DCS3700
	14	SGI ICE-X	720/20	2.304/3.2	SGI(США)	
	2	SGI UV 2000	96/96	1.024/10.6	SGI(США)	
PCMЦ Новосибирск	0.7	G-Scale S4700	104 / 104	0.2	Крафтвэй (Россия)	12.3TB SGI IS4000
PCMЦ Хабаровск	0.7	G-Scale S4700	104 / 104	0.2	Крафтвэй (Россия)	12.3TB SGI IS4000

Вычислительные комплексы в ММЦ:

Кластер SGI Altix 4700 пиковой производительностью 11 TFlops построен на 832 2х ядерных процессорах Intel Itanium 9140M с оперативной памятью 6.6 TB (1664 процессорных ядер, 4 GB на ядро). Вычислитель представляет собой систему с общей памятью, способен масштабироваться до 1024 ядер в рамках единого образа операционной системы. Шина взаимодействия SGI NUMALink обеспечивает высокоскоростное взаимодействие между процессорами системы (архитектура обеспечивает наилучшие по проведенным тестированиям значения полосы пропускания и латентности). На текущий момент Вычислитель логически делится на партиции/узлы (13 узлов): 1 партиция = 1 вычислительная стойка. В каждой партиции 32 виртуальных вычислительных узла (нод): 4 ядра + 16ГБ оперативной памяти. Две виртуальных ноды зарезервированы для системных процессов (8 ядер + 32ГБ памяти). Каждая аппаратная партиция имеет системные жесткие диски SAS с полезным объемом 300 GB с зеркалированием и высокопроизводительный доступ к Дисковой системе хранения данных через параллельную файловую систему SGI CXFS. Кластер функционирует под управлением операционной системы SLES 11SP1 (ia64).

Кластер SGI Altix ICE8200 пиковой производительностью 16 TFlops построен на 352 4-х ядерных процессорах Intel Quad Core Xeon e5440 с оперативной памятью 2.8TB (1408 процессорных ядер, 2 GB на ядро). Вычислитель представляет собой широко распространенный тип блейд-систем, имеет 64-разрядную архитектуру EM64T/AMD64. Вычислитель состоит из 3-х вычислительных стоек, каждая из которых представляет собой: 4 IRU (Individual Rack Unit — блейд шасси), 15 вычислительных блейдов (лезвий), 8 ядер и 16GB оперативной памяти в каждом блейде. В качестве шины взаимодействия используется технология Infiniband DDR. Кластер использует бездисковый принцип работы - образ операционной системы разворачивается в оперативной памяти. Общая файловая система строится на базе технологии NFS over Infiniband. Кластер функционирует под управлением операционной системы SLES 10SP2 (x86_64).

Кластер PCK “Торнадо” пиковой производительностью 35 TFlops построен на 192 8-и ядерных процессорах Intel E5-2690 с оперативной памятью 6,1 TB (1536 процессорных ядра, 4 GB на ядро). Вычислитель имеет 64-разрядную архитектуру EM64T/AMD64. В качестве шины взаимодействия используется технология Infiniband QDR. Общая файловая система строится на базе технологии NFS для подключений к файловой системе кластеров SGI и параллельной файловой системе GPFS для непосредственного подключения узлов кластера к дисковым массивам. Кластер функционирует под управлением операционной системы SLES 11SP2 (x86_64).

Кластер SGI ICE-X пиковой производительностью 14 TFlops построен на 72 10-и ядерных процессорах Intel E5-2670v2 с оперативной памятью 2,3 TB (720 процессорных ядер, 3,2 GB на ядро). Вычислитель имеет 64-разрядную архитектуру EM64T/AMD64. В качестве шины взаимодействия используется технология Infiniband FDR, топология Enhanced Hypercube IB Interconnect Topology. Общая файловая система строится на базе технологии NFS для подключений к файловой системе кластеров SGI и параллельной файловой системе GPFS для непосредственного подключения узлов кластера к дисковым массивам. Кластер функционирует под управлением операционной системы SLES 11SP3 (x86_64).

Вычислитель SGI UV2000 пиковой производительностью 2 TFlops представляет собой систему с глобальной общей оперативной памятью, построен на 16 шести ядерных процессорах Intel E5-4617 с оперативной памятью 1 TB (96 процессорных ядер, 10 GB на ядро). Вычислитель имеет 64-разрядную архитектуру EM64T/AMD64. Общая файловая система строится на базе технологии NFS для подключений к файловой системе кластеров SGI и параллельной файловой системе GPFS для непосредственного подключения Вычислителя к дисковым массивам. Вычислитель функционирует под управлением операционной системы SLES 11SP3 (x86_64).

Дисковая подсистема общим объемом 180 TB имеет иерархическую структуру: 60TB SGI InfiniteStorage 4000 system (Дисковая система хранения данных) и 120TB SGI InfiniteStorage 10000 (Дисковая система хранения данных #2). Решение по Сети хранения данных (SAN) базируется на двух коммутаторах Brocade SilkWorm 48000 (48K) и файловой системе SGI CXFS, которая является параллельной файловой системой, направляющей поток данных через SAN. CXFS обеспечивает соединение всех необходимых технологических серверов и узлов кластера Altix4700 с Дисковой системой хранения данных. Файловая система работает совместно с SGI DMF – системой иерархического управления хранением SGI Hierarchical Storage Management, которая обеспечивает миграцию данных между дисковыми подсистемами. Кластер Altix ICE8200 подключается к параллельной файловой системе непосредственным отказоустойчивым подключением к серверам метаданных (SGI Altix 450).

Дисковая система хранения данных#3 строится на базе дисковых массивов 14 TB IBM Storwize V7000 , 300 TB IBM System Storage DCS3700. Решение по Сети хранения

данных реализовано путем установки двух FC коммутаторов Express IBM System Storage SAN24B-4 с подключением к коммутаторам SW 48K и файловой системе GPFS, которая является параллельной файловой системой. GPFS обеспечивает соединение всех необходимых технологических серверов и узлов кластера РСК “Торнадо” с дисковой системой хранения данных. Миграция данных между дисковыми подсистемами осуществляется также средствами GPFS.

Для обеспечения функционирования и управления компонентами вычислительной инфраструктуры используются Служба каталогов Microsoft Windows и ассоциированные с ней общесистемные службы. В число этих служб входят инфраструктура общего каталога на базе Microsoft Active Directory, базовые сетевые сервисы DHCP, DNS, WINS, NTP. В качестве почтовой серверной службы используется Microsoft Exchange, в качестве унифицированных коммуникаций используется Microsoft Lync.

ЛВС построена на базе:

- Уровень ядра – коммутаторы Cisco 6509
- Уровень распределения – коммутаторы Cisco 4948 с подключением к коммутаторам уровня ядра на скорости 10 Gbps по оптоволоконному каналу связи
- Уровень резервирования серверной фабрики – коммутаторы Cisco 4948 с подключением к коммутаторам уровня ядра на скорости 1 Gbps по оптоволоконному каналу связи или UTP-соединению.
- Уровень доступа – коммутаторы Cisco 2960 и Cisco 3650 с подключением к коммутаторам ядра и/или уровня распределения на скорости 1 Gbps по оптоволоконному каналу связи или UTP-соединению.

Система безопасности сетевой инфраструктуры построена на базе межсетевых экранов Cisco ASA серии 5500, Cisco ACS.

Система управления ЛВС реализована с использованием интегрированного решения Cisco LMS (элемент-менеджер активного оборудования) и HP OpenView NNMI (энтерпрайз-менеджер оборудования). Анализ сетевого трафика осуществляется с использованием Adventnet NetFlow Analyzer Professional. Мониторинг критически важных уязвимостей информационно-сетевых ресурсов обеспечивает сканер PositiveTechnologies XSpider Professional Edition.

Для управления (Windows Server и SLES) используется Microsoft System Center.

Для организации счета на вычислительных комплексах используется централизованная система пакетной обработки заданий Altair PBS Pro.

На базе указанных выше вычислительных систем производится оперативный и научно-исследовательский счет.

В специализированных региональных центрах в г.г. Новосибирск и Хабаровск пиковая производительность вычислителя компании G-Scale S4700 ЗАО «Крафтвэй Корпорэйшн ПЛС» на базе 52 процессоров Intel Itanium 9140M составляет 0,7 TFlops. Емкость дискового хранилища для центров в г.г. Новосибирск и Хабаровск – 12.3 ТВ на базе оборудования SGI InfiniteStorage 4000.

Кластеры РСК “Торнадо” и SGI ICE-X использовались для расчетов численных прогнозов погоды для Олимпийских игр в г.Сочи.

Прогнозы погоды для гидрометеорологического обеспечения Олимпийских игр – это была очень непростая задача. Дело не только в ответственности, но и в том, что задача резко усложнялась причудливым горным рельефом в районе Сочи. А ведь именно точный прогноз погоды в горном кластере наиболее критичен: неправильная оценка возможности появления туманов и низкой облачности, например, может перекрыть весь график соревнований в горнолыжных видах спорта и не только.

Основной шаг сетки, который Росгидромет применял при расчетах погоды для Олимпийских игр в Сочи – 2,2 км. Это довольно частая сетка. Для прогнозов обычно на данном этапе нами используется шаг в 7 или 13 километров. Но для сочинской Олимпиады мы использовали и гораздо более мелкую сетку – 1 км, хотя она применялась скорее как дополнительная консультационная модель.

В настоящее время ресурсы комплексов полностью исчерпаны. Оперативные задачи занимают весьма существенную долю вычислительных ресурсов комплексов, что приводит к серьезному ограничению на использование ресурсов для научно-исследовательских работ по развитию и испытанию перспективных моделей и систем усвоения данных наблюдений.

Сейчас в наших планах по модернизации вычислительных ресурсов ГВЦ Росгидромета – установка комплекса производительностью порядка 1 ПФлопс. В настоящее время в нашем комплексе с общей пиковой производительностью в 76 Тфлопс самым мощным комплексом является вычислительная система – энергоэффективный кластерный комплекс "РСК Торнадо" на базе процессоров Intel Xeon E5-2690 с жидкостным охлаждением и пиковой производительностью 35 ТФлопс, разработанный и установленный группой компаний РСК в 2011 году. При этом система очень компактна – она занимает всего 1,28 кв.м. площади в двух стандартных стойках (одна вычислительная, вторая – инфраструктура).

Что это даст тем, кто ждет точных прогнозов погоды? Точность прогноза увеличивается по следующим параметрам: детализация по пространству, времени и по длительности периода прогноза. Каждый шаг по точности прогноза – это увеличение вычислений на 3 порядка. Но при этом допустимое время счета остается прежним. Другими словами для увеличения параметров точности прогноза необходимо увеличивать мощность применяемой вычислительной техники.

Сейчас считается, что предсказуемость прогноза лежит в пределах 14 суток. Но при этом речь идет о традиционных моделях. Недавно для прогнозов стали использовать ансамблевые методы. Принцип аналогичен принципу, применяемому в радиотехнике при борьбе с шумом сигнала. Если полезный сигнал - будь то радиосигнал или информация об изменениях атмосферы - выделяется над уровнем шума, то этот сигнал несет информацию. Шум («белый шум») при суперпозиции от различных источников уменьшается, а при этом полезный сигнал, если таковой имеется, усиливается. В метеорологии ансамблевый принцип означает сложение результатов групп моделей, или одной модели со специально введенными разными возмущениями: шумы (ошибки) моделей компенсируются, а «полезный прогноз», если он имеется в элементах ансамбля, усиливается. Выходит, что надо считать не одну модель, а десяток, а еще лучше ансамбль из 50 моделей. Хорошо бы и с разной математикой, но иметь дело с 50 различными моделями - нереалистичное решение. Поэтому обычно вводят разные возмущения в одну и ту же модель. Как видно, этот подход уже способен задействовать 30-кратную производительность. Это один из примеров использования ресурсов. Кстати, ситуацию опять несколько разрежает международная кооперация. Кооперация национальных метеорологических служб в рамках Всемирной метеорологической организации позволяет использовать для ансамблевых методов модели метеорологических центров разных стран.

При выборе будущей системы приоритетным для нас будут критерии энергопотребления. Сейчас 30-40 % бюджета ГВЦ Росгидромета это оплата электроэнергии. Максимальная энергоэффективность при прочих равных условиях в части вычислительной архитектуры достигается в системах с жидкостным охлаждением. Комплекс "РСК Торнадо" с жидкостным охлаждением зарекомендовал себя достаточно хорошо. На этом оборудовании по оценкам компании РСК можно достичь PUE, то есть коэффициента эффективности использования электроэнергии, равного всего 1.06 – то есть всего 6% всего потребляемого электричества используется на охлаждение системы. В нашей ситуации это очень важно. Кроме того, наш опыт работы с суперкомпьютером

"РСК Торнадо" показал: жидкостное охлаждение настолько эффективно, что позволяет вполне реально обеспечивать круглосуточный режим работы технологии Turbo Boost, "разгоняя" тактовую частоту ядер процессоров. При заявленной пиковой производительности в 35 ТФлопс, система «РСК Торнадо» на самом деле может обеспечивать до 40 ТФлопс.

Конечно, мы рассматриваем различные варианты. При этом нельзя забывать: наш центр – не экспериментальный центр, а центр, который должен обеспечить стабильную круглосуточную работу в режиме real time. Технологии охлаждения горячей водой могут дать максимальную эффективность охлаждения за счет применения режима free cooling. Но мы относимся к этой технологии с осторожностью потому, что опасаемся, например, увеличения паразитных токов с повышением рабочей температуры. А паразитные токи могут заметно снизить производительность и, следовательно - энергоэффективность системы.

Задачи, которые решаются в метеорологических вычислительных центрах, не самые легкие для распараллеливания. Атмосферу невозможно разрубить на несвязанные кусочки. Есть предел параллелизуемости задачи, выше которого на данном этапе подняться нельзя. Есть, грубо говоря, два этапа: так называемые подсеточные расчеты, когда физические процессы рассчитываются внутри «счетной» ячейки атмосферы. Чем сложнее физика этих процессов, тем больше требуемых вычислений. Но в виду неразрывности атмосферы такой локальный счет внутри «счетной» ячейки можно производить только до определенного предела, после которого следует производить синхронизацию результатов по таким «счетным» ячейкам, что уже связано с коммуникационными операциями. Вычисления можно дробить по «счетным» ячейкам, но обязательно надо соблюдать баланс между объемом вычислений и объемом требуемых коммуникационных операций.

Вопросы эффективности недостаточно сводить только к энергопотреблению и использованию как современных схем охлаждения, так и «зеленых технологий» регулирования энергопотребления вплоть до вычислительных ядер в соответствии с их нагрузкой. Вопрос эффективности затрагивает и эффективность использования теоретической (пиковой) производительности комплекса. Для задач метеорологии, например, эффективная производительность на классических кластерах находится на уровне 8-12%. Это подтверждает и наша статистика, и статистика других метеорологических центров. При этом при увеличении «ядерности» вычислителя мы можем наблюдать снижение эффективной производительности комплекса ввиду такой характеристики задач, как масштабируемость. Если посмотреть на рейтинг TOP500, то можно увидеть, что установленные в ведущих метеоцентрах мира суперкомпьютеры – это «рабочие лошадки» середины списка, а не "амбициозные проекты". Конечно, несколько обидно то, что петафлопная машина будет выдавать реальную эффективную производительность в сотню ТФлопс. Но пока такие машины дешевы и «законы рынка» на данный момент диктуют именно этот путь.

Именно по этим соображениям мы на данном этапе отказываемся от применения графических ускорителей, т.к. по нашим оценкам достигнув «призовой» пиковой производительности мы существенно снизим эффективную производительность всего комплекса.

При планировании текущей модернизации вычислительных центров оперативного прогнозирования Росгидромета закладываются требования на последние достижения в области архитектуры и элементной базы (последние релизы процессоров, интерконнекта и т.д.)

Поставляемая в рамках контракта информационно-вычислительная система должна обладать:

- производительностью, достаточной для выполнения основных оперативных расчетов в технологически определенные сроки;

- резервом вычислительных мощностей для выполнения научно-исследовательских задач, направленных на развитие оперативных технологий;

- ресурсами для хранения данных, обеспечивающими накопление результатов с целью обеспечения оперативной деятельности, поддержки научно-исследовательских работ и процедур контроля качества прогностических расчетов;

- сетевой инфраструктурой, объединяющей отдельные технологические элементы вычислителя со сбалансированной с производительностью вычислителя пропускной способностью;

- совокупностью технологических серверов, обеспечивающих функции мониторинга, управления, защиты, распределения нагрузок и прочие функции;

- сетевой инфраструктурой, обеспечивающей локальный и удаленный доступ к информационным ресурсам комплекса и выход в корпоративные и глобальные сети;

- совокупностью системного программного обеспечения и библиотек общего и специализированного назначения, достаточной для реализации технологических задач;

- инженерными системами обеспечения работоспособности и безопасности технологического оборудования.

Построение вычислительных комплексов на скалярных вычислительных архитектурах единой архитектуры в единой системной среде Linux для ММЦ в г. Москве, РСМЦ в г.г. Новосибирск и Хабаровск позволяют минимизировать затраты Росгидромета, связанные с адаптацией существующего проблемно-ориентированного программного обеспечения и развитием оперативных технологий обработки гидрометеорологической информации, а также эксплуатационные затраты за счет организации единой службы поддержки.