



ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

А.А. ЯКУБА, А.Л. ГОЛОВИНСКИЙ, А.Ю. БАНДУРА, С.А. ГОРЕНКО, Д.А. ЕФРЕМЕНЮК

УДК 681.322

ПОРТАЛ КЛАСТЕРНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМИ ПРОЦЕССАМИ НА СУПЕРКОМПЬЮТЕРНОМ КОМПЛЕКСЕ

Ключевые слова: суперкомпьютер, кластер, интерфейс пользователя, портал, веб-интерфейс.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Со времени запуска в середине 2004 г. первого отечественного кластерного комплекса СКИТ [1] его мощность существенно возросла (см. табл. 1), а структура решаемых задач претерпела коренные изменения по мере накопления опыта у пользователей (рис. 1). Комплекс СКИТ стал центром НАН Украины, предоставляющим для расчетов бесплатные услуги более 30 институтам Национальной академии наук и некоторым негосударственным вузам. Для организации параллельных вычислений такие пользователи применяют прикладные пакеты (табл. 2). Пользователи Института кибернетики реализовали свои пакеты, посредством MPI разработали параллельно-конвейерные схемы вычислений и в настоящее время потребляют 30–35% времени кластера, а остальное время предоставлено внешним удаленным пользователям.

Удобства доступа к вычислительным ресурсам, обеспечиваемого интерфейсом пользователя, — залог успеха комплекса в целом. Выход на упрощенную в отношении интерфейса пользователя суперкомпьютерную технику вызывает определенные неудобства. Именно поэтому возникла потребность в надежном удаленном доступе к кластерным ресурсам, которые можно использовать удаленно и круглосуточно, не прерывая вычислений.

1. Secure Shell как командный интерфейс пользователя кластера. Традиционным средством доступа пользователей к современным кластерам является доступ по протоколу Secure Shell (SSH) [2], реализующему интерфейс командной строки с криптографической защитой передаваемых данных. Популярными реализациями протокола являются OpenSSH [3], PuTTY [4]. Такой интерфейс удобен для подготовленного пользователя и системного администратора, открывает доступ ко всем возможностям системы, позволяет тщательно настраивать параметры вычислений. Однако большинство пользователей комплекса СКИТ не имеют надлежащей подготовки.

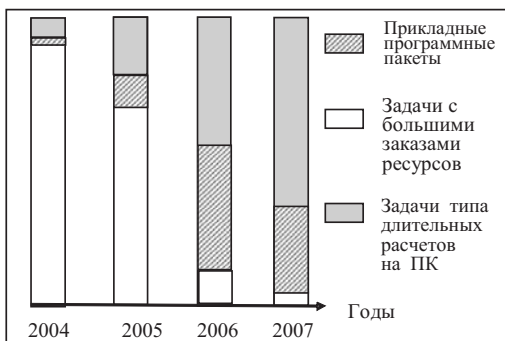


Рис. 1. Структура задач, решаемых на комплексе СКИТ

Таблица 1

Период времени	Производительность, Гфлопс
Декабрь 2004 г.	112
Апрель 2005 г.	112+280
Апрель 2006 г.	189+280
Апрель 2007 г.	189+280+2500
Февраль 2008 г.	189+280+6500

© А.А. Якуба, А.Л. Головинский, А.Ю. Бандура, С.А. Горенко, Д.А. Ефременюк, 2009

Т а б л и ц а 2

Название пакета	Назначение пакета	Пользователи пакета	Время счета одной задачи
Gromacs	Моделирование в молекулярной биологии	Институт молекулярной биологии и генетики НАНУ, Институт физиологии им. А.А. Богомольца НАНУ, КНУ имени Тараса Шевченко	От 10 часов до 2–3 месяцев
GameSS	Моделирование в квантовой химии	Физико-технический институт низких температур НАНУ, Институт радиофизики и электроники НАНУ, Институт сорбции и проблем эндозкологии НАНУ	1–2 недели
Wien2k	Моделирование в кристаллографии	Институт металлофизики НАНУ	1–4 часа

2. Диалоговый интерфейс. Возникла задача создания облегченного удобного интерфейса для работы как пользователей-прикладников по запуску и управлению решением их задач, так и системных программистов по управлению вычислениями кластерного комплекса СКИТ. Первым поколением таких интерфейсов стал псевдографический диалоговый интерфейс [5], облегчивший работу пользователям и в сочетании с файловым менеджером MidNight Commander [6] предоставивший комплексную рабочую среду (рис. 2).

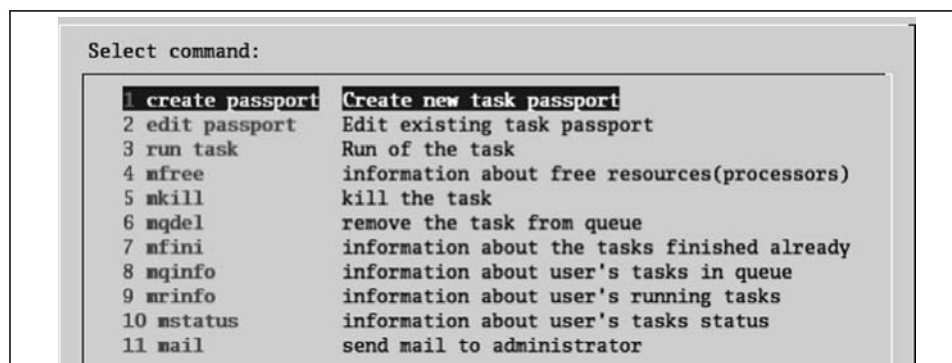


Рис. 2. Меню команд в диалоговом интерфейсе

Этот интерфейс до настоящего времени остается популярным среди пользователей, однако имеет ограничения:

- вывод на экран только небольшого объема информации;
- отсутствие одновременной обработки нескольких страниц интерфейса.

Основные функции и характеристики портала. Перечисленных выше ограничений лишен более богатый графический интерфейс с возможностями, которые предоставляют современные рабочие станции. На комплексе СКИТ создан портал кластерных вычислений для поддержки следующих функций.

- Обеспечение всех возможных работ пользователя на кластере только собственными средствами портала без привлечения иных средств.
- Предоставление индивидуального и защищенного от постороннего вмешательства домашнего каталога для каждого пользователя кластера.
- Наличие эффективного и удобного файлового менеджера для работы с домашним каталогом пользователя на кластере, включая традиционные средства создания, редактирования и удаления файлов, а также удаленной работы по передаче данных между локальной рабочей станцией и кластерным домашним каталогом.
- Поддержка совместной работы пользователя кластера с территориально распределенными в Интернет пользователями в рамках одного проекта, в том числе запуск задач других пользователей, доверяющих пользователю.

- Динамический контроль очереди задач, которую ведет система управления кластерными вычислениями на узлах кластера.
- Контроль состояния завершенных задач, дающий информацию не только по конкретному пользователю, но и собирающий статистику для оптимизации вычислений и учета кластерных ресурсов (полное время решения задачи, причина аварийного завершения задачи, количество задействованных процессоров и др.).
- Обеспечение для каждого пользователя обновления части персональных данных, сопровождающих его учетную запись, включая пароль.
- Управление списком пользователей кластера, изменение их доверительных прав доступа к запуску задач из домашних каталогов других пользователей, установление лимитов доступных ресурсов для задачи конкретного пользователя и др.
- Динамический контроль состояния и мониторинг физических ресурсов каждого узла (температура процессоров, скорость вращения и число активных вентиляторов и др.). Эти средства должны работать непрерывно и давать минимальную системную нагрузку для уменьшения потерь производительности комплекса.
- Поддержка обработки графических файлов.
- Документационная поддержка и справочные услуги, включая доску объявлений с персональными, корпоративными (для каждого проекта) и общим разделами.

Большая часть приведенных функций уже реализована в двух интерфейсах: пользователя и администратора кластера.

3. Графический интерфейс пользователя кластера. Задача интерфейса — обеспечить выполнение операций пользователя только его собственными средствами. Он должен как можно более соответствовать потребностям пользователя, учитывать его интересы, привычки, задачи. Пользователи комплекса СКИТ — прикладные программисты и исследователи. Большинство их работает с программными пакетами и им нужны удобная, не перегруженная дополнительными функциями среда запуска параллельных программ, редактирование файлов входных данных. Прикладные программисты используют кластер как средство отладки параллельных программ, им необходимы среда компиляции с поддержкой популярных компиляторов и прикладных библиотек, редактор программ.

Основные операции, которыми пользуются клиенты комплекса:

- обработка файлов;
- запуск задач на предоставленных ресурсах кластера;
- просмотр процесса решения и результатов выполнения задачи;
- взаимодействие между пользователями и администраторами.

Файловые операции. Файлы пользователей находятся в персональных каталогах, защищенных от несанкционированного доступа. Интерфейс доступа к файлам обеспечивает традиционные операции с файлами: создание, редактирование, удаление и т.д. Предусмотрены сортировки по полям: имя, размер, время создания, что необходимо для удобства работы с каталогами, включающими большое количество файлов. Объемом файловой системы кластера в 30 ТБайт обусловлена потребность в операциях поиска по файловой системе, поэтому предусмотрен поиск по имени файла (поддерживаются регулярные выражения), по дате создания файла. Для эффективной работы предусмотрен также обмен каталогами, что обеспечивается их предыдущей архивацией. Для редактирования текстовых файлов подсвечен синтаксис языков программирования.

Файловый менеджер портала. Для удобства и наглядности управляющая панель файлового менеджера выполнена в виде пиктограмм, а в целом файловый менеджер напоминает большинство популярных программных средств (рис. 3).

Подготовка задачи к запуску. Перед непосредственным запуском задачи на кластере необходимо указать ее конфигурационные параметры запуска. Для экономии времени на перенастройку при повторном запуске задачи следует создать «профиль» — паспорт задачи, сохраняющий все настройки. Профили могут быть глобальными и локальными (собственными). Глобальные профили решают проблему предоставления пользователям подсказок по запуску прикладных программных пакетов, установленных общесистемно. На основе такого профиля пользователь может создать свой локальный

профиль. После запуска пользователь может наблюдать за выполнением задачи (рис. 4), а при возникновении проблем удалить задачу из очереди. Кроме того, он может отредактировать исходный код программы.

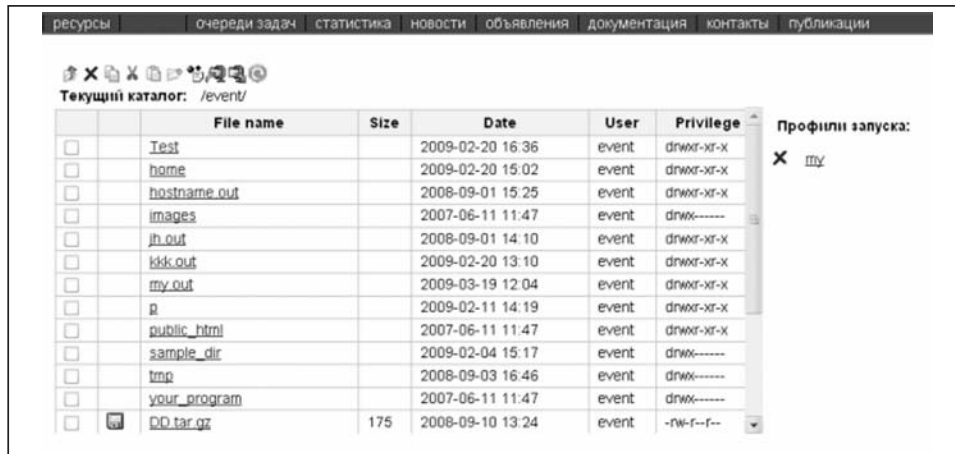


Рис. 3. Файловый менеджер портала

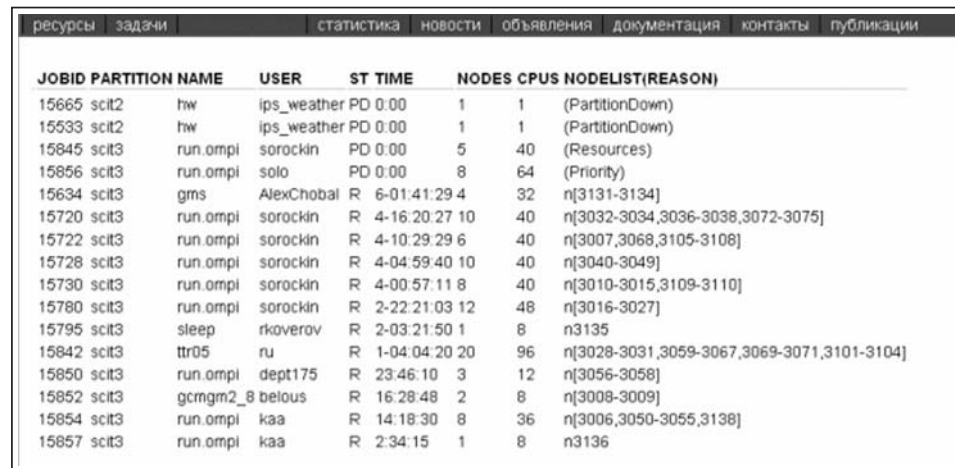


Рис. 4. Просмотр очереди задач

Решение задач на ресурсах кластера. При постановке задачи в очередь следует задать необходимые параметры задачи для менеджера ресурсов кластера. Для исходных программ предусмотрена интеллектуальная система компиляции, анализирующая текст программы и выбирающая соответствующие язык программирования и сценарий компиляции. Предусмотрен режим работы с установленными общесистемными пакетами, в котором некоторые параметры запуска задаются автоматически, что упрощает работу.

Просмотр процесса и результатов выполнения задач. Файловый менеджер тесно связан с контролем текущего состояния задач, поставленных пользователем в очередь выполнения, т.е. еще не выполняемых на ресурсах кластера и освобожденных предоставленных ресурсов по разным причинам.

Средством контроля выполнения задачи является просмотр в реальном времени журнала очереди задач, отображающего состояние выполнения и ошибки. Для этого поддерживается отдельный режим просмотра файлов, слежение за файлом. Причем все изменения журнала сразу отображает соответствующее окно. Дополнительно можно просмотреть уровень загрузки процессоров, объем занятой задачей оперативной памяти на узлах, задействованных под выполнение задачи.

Проекты пользователей и управление ими. Предполагается, что программисты решают на кластере большие задачи не в одиночку, а небольшими группа-

ми, причем участники группы могут быть территориально удалены. Для коллективных проектов введены дополнительные возможности. Учитывая, что каждый пользователь кластера работает независимо в своем домашнем каталоге, устанавливаются доверительные права на запуск задач из домашнего каталога другого участника группы одного проекта.

Предусмотрен диалог между участниками группы и администратором, который мог бы зафиксировать изменение доверительных разрешений. Существует два пути передачи доверительных разрешений от пользователя кластера к администратору:

- каждый из доверителей присылает сообщение администратору, на основании которого он формирует список доверителей и устанавливает доверительный режим для каждого пользователя, его запрашивающего;
- администратор получает список доверителей от участника группы, которому они все доверяют, отправляет каждому из доверителей сообщение о подтверждении его согласия и уже после прихода сообщений от пользователей формирует список и устанавливает доверительный режим.

Аналогично администратор действует при отказе части доверителей от своего разрешения. В случае исключения пользователя из проекта удаляются все доверительные разрешения, с ним связанные.

В настоящее время единственным средством объединения пользователей в группу является их принадлежность к одному проекту. Предполагается обеспечить участников проекта средствами оперативного взаимодействия через корпоративный раздел доски объявлений, минуя администратора, предоставить единый архив, подключаемый к каждому домашнему каталогу. Относительно корпоративной доски объявлений администратор не влияет на обмен сообщениями, а только выполняет функции модератора.

Информационные средства общения в портале. В качестве внутривортовых средств общения между администратором и пользователями, а также между пользователями без участия администратора (в составе минигруппы разработчиков одного проекта) принят обмен мгновенными сообщениями через доску объявлений. Она имеет три раздела:

- персональный раздел каждого пользователя, куда адресоваться может только администратор, при этом только сам пользователь читает информацию и имеет право удалить любое из пришедших к нему сообщений;
- общий раздел, куда адресует только администратор, сообщения видны всем пользователям кластера, но удалять их может только администратор;
- корпоративный раздел создается для каждого проекта, писать и читать сообщения могут все пользователи кластера, как участники минигруппы по текущему проекту, права удаления имеют автор сообщения или администратор.

Обращаясь к доске объявлений, пользователь кластера может выбрать один из разделов — либо личный, куда приходят сообщения от администратора, либо корпоративный по текущему проекту. При этом для отправки сообщения по проекту оно должно иметь дату и быть подписано логином автора.

Пользователь кластера, работающий в некотором проекте, где есть и другие пользователи, выполняющие проект в территориально распределенном варианте (т.е. каждый в своем домашнем каталоге), может запускать задачи своих коллег из их домашних каталогов. Для этого нужно предварительно получить у конкретного пользователя разрешение (личным обращением, например через электронную почту) на запуск его задач и указать в своем сообщении администратору список доверяющих пользователей. Администратор кластера может проверить наличие согласия на запуск или запросить указанного в перечне пользователя о его согласии. По разрешениям администратор предоставляет запрошенное право запуска задач пользователю, запрашивающему это право.

Пользователь, доверяющий другому пользователю запуск задач от своего имени, должен знать, что его профили запуска задач и хранимые данные могут быть произвольно изменены, и понимать, чем он рискует, выдавая подобное разрешение.

ГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС АДМИНИСТРАТОРА ПОРТАЛА

Организуя вычислительный процесс, администратор имеет учетную запись, как и обычный пользователь, но с расширенными функциями администратора:

- вход в систему от имени произвольного пользователя;
- администрирование очереди задач;
- просмотр состояния оборудования кластера;
- управление ресурсами кластера;
- работа с базой учетных записей пользователей;
- запуск диагностических задач;
- просмотр системных журналов;
- управление пользователями;
- доступ к системной консоли.

Вход в систему от имени произвольного пользователя. Потребность в этом возникает у пользователя при появлении затруднений в работе на кластере. Вход от имени администратора позволяет достичь корректировки ошибок, локализовать их в среде, где они возникают.

Администрирование очереди задач. Очередь задач требует от администратора постоянного контроля. Предусмотрена возможность пересмотра параметров задач в очереди, а также отмены их в случае ошибочных ситуаций.

Просмотр состояния оборудования кластера необходим для своевременного информирования об авариях. Мониторинг обеспечивают просмотр состояния узлов, системы сохранения данных, температуры в кластерном зале и других параметров аппаратуры.

Управление ресурсами кластера, которыми являются вычислительные узлы. Администратор может динамически менять общее количество узлов, доступных для назначения задачам. Допустимы отключения, включения, блокировки назначения узлов для задачи или всей очереди задач.

Запуск диагностических задач, как особого класса задач, помогает определить характеристики системы и проверить надежность кластера в целом. Запускать такие задачи можно по расписанию и по требованию. Анализ журнала диагностики помогает определять компоненты с заниженными характеристиками.

Просмотр системных журналов компонентов кластера помогает определить неизвестные ранее проблемы, детектирование которых предусмотрено в заданных разделах мониторинга. Можно фильтровать журналы по заданным ключевым словам и упростить анализ текстов большого объема.

Управление пользователями включает несколько компонентов:

- поддержку списка пользователей и его синхронизацию с системной базой LDAP;
- назначение или изменение прав доступа пользователя кластера к домашним каталогам других пользователей в рамках одного проекта в соответствии с решениями этих пользователей;
- контроль и установку лимитов на процессорные ресурсы и время счета одной задачи для каждого пользователя кластера (по умолчанию все пользователи при акцепции получают минимальные лимиты на ресурсы, например до 20 процессоров и двух часов счета на одну задачу).

Все компоненты отражены в нескольких элементах меню «Пользователи». Как администратор портала, так и суперпользователь кластера (root) могут увидеть полный список действующих пользователей кластера в подменю «Список пользователей» (рис. 5).

В настоящий момент администратор портала не может просмотреть полные учетные данные каждого пользователя. Это может сделать только администратор кластера, просматривая или модифицируя LDAP-записи по каждому пользователю.

Получив необходимые данные для изменения доверительных прав конкретного пользователя, администратор портала после контроля работы всех доверяющих пользователей в одном или разных проектах вносит соответствующие изменения в список доверителей по конкретному пользователю в таблицу, показанную на рис. 5.

	Фамилия	Имя, Отчество	Логин	Дата регистрации	Название проекта
<input type="checkbox"/>	Artushenko	Bogdan	bartyushenko	23.12.2008	
<input type="checkbox"/>	Barabanov	Alexandr Alexeevich	barabanov	23.12.2008	
<input type="checkbox"/>	Baranov	Igor Anatolevich	baranov	23.12.2008	
<input type="checkbox"/>	Belous	Leonid Fedorovich	belous	23.12.2008	
<input type="checkbox"/>	Belous	Maxim Vladimirovich	maxim	23.12.2008	
<input type="checkbox"/>	Bezhenar	Roman	roman_u	23.12.2008	
<input type="checkbox"/>	Bigdan	Vera Borisovna	nagib	23.12.2008	
<input type="checkbox"/>	Bilorus	Andriy	a_bel	10.02.2009	
<input type="checkbox"/>	Bogaenko	Vsevolod Alexandrovich	dept175	23.12.2008	
<input type="checkbox"/>	brovarets		brovarets	16.04.2009	
<input type="checkbox"/>	Bryk	Taras Mikhailovich	bryk	23.12.2008	
<input type="checkbox"/>	Chemeris	Alexandr Anatolevich	alchemist59	23.12.2008	
<input type="checkbox"/>	Chistyakova	Tamara Vasil'evna	tamara	23.12.2008	
<input type="checkbox"/>	Chobal	Alexander Il'ich	AlexChobal	23.12.2008	

Рис. 5. Фрагмент списка пользователей кластера

Лимиты на ресурсы устанавливает администратор портала после уточнения значимости проекта и контакта с пользователем. Отсутствие проекта не разрешает на принципиальном уровне поднимать лимиты на ресурсы, но в особых случаях администратор может это сделать на ограниченное время. Лимиты устанавливаются в той же таблице, что и права доступа к домашнему каталогу

Доступ к системной консоли. Иногда необходимы операции, не предусмотренные непосредственно функциями портала. Для этого предназначена системная консоль с расширенным спектром операций на кластере.

ВЕБ-ПОРТАЛ КЛАСТЕРНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Графический интерфейс должен быть доступным с произвольной рабочей станции пользователя и администратора, быть кроссплатформным и не требовать инсталляции дополнительного программного продукта. Именно поэтому за технологическую основу для реализации данного проекта выбраны веб-сервисы, которые предоставляют лучшую кроссплатформность, и их средств достаточно для выполнения задач. Веб-портал кластерных вычислений содержит информацию о кластерах комплекса и интерфейсе кластера, соответствующую документацию к нему. В схеме кластерного комплекса портал занимает определенное место (рис. 6).

Через портал пользователь взаимодействует с кластером. Все команды выполняются на шлюзе, через который происходит взаимодействие с менеджером ресурсов, общей файловой системой и т.д. Фрагменты графического интерфейса, реализованные в портале (домашний каталог пользователя в файловом менеджере, очередь задач, исполняемых на кластере), показаны на рис. 2, 3.

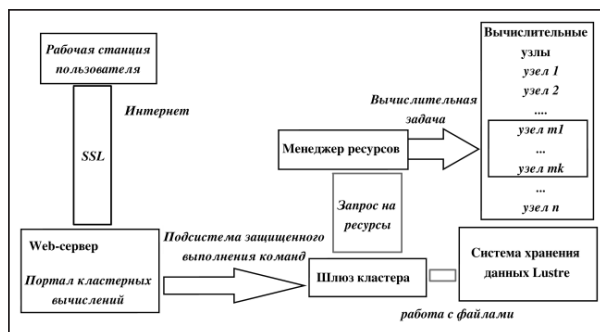


Рис. 6. Веб-портал в схеме кластерного комплекса

В полном объеме интерфейс кластера доступен в Интернет по адресу <http://icybcluster.org.ua>. В рамках данного проекта создано комплексную среду для работы пользователей и администраторов. Использование веб-портала кластерных вычислений в зависимости от предоставленных прав разделено на три роли: гость, пользователь кластера и администратор портала.

Роль «гость» имеет ограниченные возможности использования веб-портала. Гость может просматривать такую общедоступную информацию, как основные сведения о кластерном комплексе, его архитектуре и возможностях, документы по параллельному программированию, ссылки на другие кластеры и порталы. Можно создать заявку на регистрацию гостя как пользователя кластера. Заявку рассматривает администратор, а гость может получить права «пользователь кластера».

Роль «пользователь кластера» имеет много информационных и функциональных возможностей. Относительно информационных ресурсов, которыми снабжает портал, пользователю кластера доступны разделы новостей и объявлений, а также пользователь может посылать письма-сообщения администратору.

Роль «администратор портала». Основные ежедневные операции составляет надзор за очередью задач с возможностью отменить задачи пользователей и просмотреть состояния комплекса. К состоянию комплекса относятся доступность вычислительных узлов, сообщения о сбоях аппаратуры, температура компонентов вычислительных узлов и источников бесперебойного питания комплекса. К важным операциям относятся посылка сообщений пользователям, сообщений для раздела новостей о текущих изменениях на кластере. Работа с пользователями сводится к операции регистрации нового пользователя, просмотру базы пользователей и дополнительной информации о них. На рис. 7 показана схема обработки параметров пользователей. Необходимой функцией является возможность переключения на определенного пользователя. Это нужно для оказания ему помощи с использованием прикладного программного обеспечения. Кроме того, администратор может модифицировать информационные ресурсы портала, добавлять учебные материалы, статьи, инструкции и т.д.

Запуск на узлах	Запуск от имени	Лимит процессоров	Лимит времени, мин	Фамилия	Дата регистрации	Логин	Дата модификации	Список "От имени"
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	24	20	Bandura	23.12.2008	xand	18.03.2009	event,dwyane
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	22	25	Golovinsky	23.12.2008	tikus	18.03.2009	karpman
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	30	10000	Karpman	22.12.2008	karpman	18.03.2009	barabanov,event,dwyane

Рис. 7. Схема установки лимитов на использование ресурсов пользователями

Информационная часть портала содержит общую информацию о кластерах и руководствах пользователя, в которых собран опыт пользования интерфейсами доступа к кластерам за последние годы.

РЕАЛИЗАЦИЯ ПОРТАЛА В ВИРТУАЛИЗОВАННОЙ СРЕДЕ

Сервис портала имеет несколько определяющих особенностей:

- сервис для своей работы требует некоторое количество вычислительных ресурсов;
- все системно-независимые компоненты отделены один от другого.

Это создает предпосылки для запуска портала в виртуальном контейнере. Виртуализация кроме эффективного использования аппаратных ресурсов позволяет также повысить надежность служб портала. В случае возникновения проблем на сервере контейнер с сервисами может быть перенесен на другой сервер виртуальных машин.

Виртуальный контейнер, на котором расположен портал, создан на основе системы виртуализации OpenVZ [7]. Данный виртуальный контейнер имеет особенности, повышающие безопасность комплекса:

- он не имеет непосредственного доступа к глобальной файловой системе кластера;
- на нем зарегистрированы только системные пользователи и группы, а к базе пользователей он обращается только через сервис *LDAP* [8].

Интерфейс взаимодействия системы портала с кластером реализуется с помощью клиент-серверного ПО «*hydra*», разработанного в рамках портала. Клиент «*hydra*» принимает в качестве параметров имя пользователя и команду, которую должен выполнить сервер *hydrad* от имени пользователя непосредственно на сервере доступа кластера. Результат выполнения команды сервер возвращает клиенту для последую-

щей передачи в портал, сами пользователи портала не имеют непосредственного контакта с системой кластера, а лишь косвенный доступ через систему “*hydra*”.

Сервером баз данных в системе портала служит MySQL-сервер [9], который обладает высокой производительностью и надежностью.

Порталом управляют через административный веб-интерфейс пользователя с правами администратора портала. Можно модифицировать разделы портала, добавлять новости, редактировать документацию, присылать сообщения пользователям и т.п.

Поскольку контейнер портала не имеет доступа к Интернету, на маршрутизаторах проводится NAT-преобразование всех сетевых пакетов, поступивших на http-порт маршрутизатора к http-порту контейнера портала. Все веб-соединения шифруются с помощью протокола SSL [10], обеспечивающего защиту от несанкционированного доступа к потоку данных во время их передачи через сеть.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Большая часть функциональности портала кластерных вычислений реализована. Уже действуют, хоть и автономно, скрипты сбора статистики о выполнении задач пользователей за период времени, например за месяц или полгода. Предполагается в ближайшее время использовать их в портале в стационарном режиме.

Даже предварительный анализ полученных данных показывает, что сформировался стабильный список пользователей, которым крайне важно считать на большом объеме вычислительных ресурсов комплекса СКИТ. Для задач этих пользователей переход на грид-технологии практически лишь приведет к резкому увеличению времени счета или к невозможности получения приемлемого результата.

Портал позволит регулярно и, что не менее важно, оперативно получать произвольную статистику по вычислительным процессам на кластере, по выполнению задач и при необходимости перестраивать как собственно порталный и пользовательский сервисы, так и частично сам вычислительный процесс.

Определенные особенности вычислительной среды для грид-вычислений препятствуют непосредственному запуску этих задач на кластере через портал, поэтому в настоящее время все грид-разделы СКИТ не входят в состав оборудования, управляемого через портал. Основными среди этих характеристик являются:

- невозможность контроля загрузки, функционирования и состояния вычислительных узлов, выделенных в грид-раздел кластера;
- принципиальное ограничение грид-вычислений форматом Ф32.

В перспективе вполне возможны коренные изменения в системном ПО, которое управляет назначением и контролем ресурсов кластера для выполнения грид-задач как обычных задач на кластере через портал. Но существует другой путь – создать интерфейс для связи по пересылке задач портала кластерных вычислений и порталов грид-вычислений. Второй путь более реальный, поскольку не требует резкого вмешательства в нижние слои управления вычислениями на узлах (назначение узлов задачам, контроль состояния узлов в процессе решения задач и т.д.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рябчун С. Г., Головинский А. Л. Перспективы развития суперкомпьютеров кластерной архитектуры в Украине // Праці конф. «50 років Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України». — Київ: Вид. ІК НАНУ, 2008. — С. 236–241.
2. SSH: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Ssh>
3. OpenSSH: www.openssh.com/ru/index.html
4. PuTTY Homepage: <http://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/>
5. Головинский А. Л., Рябчун С. Г., Якуба А. А. Гетерогенный кластерный комплекс Института кибернетики НАН Украины: средства построения // Искусственный интеллект. — 2006. — № 3. — С. 107–112.
6. Midnight Commander: <http://www.ibiblio.org/mc/>
7. OpenVZ Home: <http://openvz.org>
8. LDAP: <http://ru.wikipedia.org/wiki/LDAP>
9. MySQL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/MySQL>
10. SSL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/SSL>

Поступила 08.07.2009