

УДК 681.322

А.Л. Головинський

Графічний інтерфейс суперкомп'ютера на основі веб-технологій

Описан графический интерфейс управления суперкомпьютером. Интерфейс имеет средства управления вычислительным процессом для пользователей и средства администрирования суперкомпьютера. Внедрен на суперкомпьютерах НАНУ в рамках программы развития грид-технологий в Украине.

A graphical interface of the supercomputer management is described. The interface has the facilities of the computing process control for users and the administrative facilities of the supercomputer monitoring and management. The interface is implemented on supercomputers of NAS of Ukraine within the program of the -development of grid-technologies in Ukraine.

Описано графічний інтерфейс управління суперкомп'ютером. Інтерфейс має засоби керування обчислювальним процесом для користувачів та засоби адміністрування суперкомп'ютера. Впроваджено на суперкомп'ютерах НАНУ в межах програми розвитку грид-технологій в Україні.

Вступ. Графічний інтерфейс управління суперкомп'ютером є наступною ланкою у розвитку кластера СКІТ (Супер-комп'ютер для інформаційних технологій) Інституту кібернетики [1]. Досвід роботи з користувачами кластера, накопичений науковцями та програмістами, дозволив розробити системне програмне забезпечення, що не має аналогів в Україні.

Крім архітектури СКІТ інтерфейс підтримує низку споріднених типів архітектур суперкомп'ютерів, зокрема *Rocks Cluster* [2], менеджери ресурсів кластера *SLURM* [3], *Torque* [4], *Sun Grid Engine* [5].

Концепція графічного інтерфейсу користувача кластера

Задача інтерфейсу – забезпечити виконання всіх можливих операцій користувача лише засобами інтерфейсу. Він має якнайкраще відповідати користувачеві, враховувати його інтереси, звички, його задачі. Більшість науковців працює з програмними пакетами. Їм необхідне зручне, не переобтяжене додатковими функціями середовище запуску паралельних програм та редагування файлів вхідних даних. Прикладні програмісти використовують кластер як засіб налагодження паралельних програм. Їм потрібне середовище для компіляції з підтримкою популярних компіляторів та прикладних бібліотек, редактор для початкових текстів програм.

Наведемо основні операції, які виконують користувачі комплексу:

- файлові операції;
- обчислення задач на ресурсах кластера;
- перегляд процесу та результату виконання задач;
- взаємодія між користувачами та адміністраторами.

Розглянемо ці операції.

Файлові операції. Файли користувачів знаходяться у персональних каталогах, захищених від доступу сторонніх осіб. Інтерфейс доступу до файлів забезпечує всі традиційні операції з ними: створення, редагування, видалення тощо. Додатково передбачено сортування за полями *ім'я, розмір, час створення*, що забезпечує зручність у роботі з великою кількістю файлів у каталогах.

Обсяг файлової системи кластера у 30 Тб зумовлює потребу в пошуку за такою системою. У графічному інтерфейсі передбачено пошук за регулярними виразами, датою створення файлу.

Обмін даними між робочою станцією та кластером здійснюється шляхом завантаження та надсилання файлів. Для ефективної роботи передбачено також обмін каталогами, що забезпечується їх попередньою архівацією.

Редагування текстових файлів здійснюється за підтримки підсвічування синтаксису мов програмування.

Обчислення задач на ресурсах кластера. Постановка задачі у чергу здійснюється через відповідний інтерфейс, який дозволяє задати всі необхідні параметри обчислювальної задачі та менеджера ресурсів кластера.

Для початкових текстів програм передбачено інтелектуальну систему компіляції, яка аналізує текст програми та обирає відповідно мову програмування та сценарій компіляції.

В інтерфейсі передбачено режим роботи з встановленими загальносистемними програмними пакетами. У цьому режимі деякі параметри запуску задаються автоматично, що спрощує роботу з ними.

Перегляд процесу та результату виконання задач. Основним засобом контролю процесу виконання задачі є перегляд в реальному часі журналу задачі, у якому відображено стан виконання та помилки. Для цього підтримується окремий режим перегляду файлів, слідкування за файлом. При цьому всі зміни у файлі журналу одразу відображаються у відповідному вікні. Додатковими засобами контролю є перегляд рівня завантаження процесорів, обсягу зайнятої задачею оперативної пам'яті вузлів, на яких виконується задача.

Взаємодія між користувачами та адміністраторами. Для спілкування між користувачами та адміністраторами передбачено систему передачі повідомлень та форум. Деяким користувачам потрібно перемикатись на інших користувачів, таку можливість також передбачено.

Графічний інтерфейс адміністратора кластера

Адміністратор виконує функції організації обчислювального процесу суперкомп'ютера. Кожен адміністратор має обліковий запис, як і звичайний користувач, але з розширеними можливостями. Наведемо специфічні функції адміністратора:

- вхід у систему від імені довільного користувача;
- адміністрування черги задач;
- перегляд стану обладнання кластера;

- управління ресурсами кластера;
 - робота з базою облікових записів користувачів;
 - запуск діагностичних задач;
 - перегляд системних журналів.
- Опишемо ці функції.

Вхід у систему від імені довільного користувача. Потреба у такому засобі виникає за надання користувачу допомоги з роботою на кластері. Вхід від імені спричинює повторюваність помилок і дозволяє локалізувати їх у тому середовищі, де вони виникають.

Адміністрування черги задач. Черга задач вимагає від адміністратора постійного нагляду. В інтерфейсі передбачено можливість перегляду параметрів задач, скасування їх у разі помилок.

Перегляд стану обладнання кластера. Стан обладнання потребує постійної уваги з боку адміністратора. Вчасне інформування про аварії є однією з основних задач інтерфейсу. Засоби моніторингу передбачають перегляд стану вузлів, системи збереження даних, температури у кластерному залі тощо.

Управління ресурсами кластера. Основним ресурсом кластера є обчислювальні вузли. Адміністратор має можливість динамічно змінювати кількість доступних вузлів. Передбачено можливості вимкнення, увімкнення, блокування вузлів, а також призупинення всієї черги задач.

Робота з базою облікових записів користувачів передбачає перегляд всієї бази, зміну полів записів, реєстрацію та видалення користувачів.

Запуск діагностичних задач. Діагностичні задачі є особливим класом. Вони дозволяють визначити характеристики системи, перевірити надійність кластера в цілому. Запуск таких задач може здійснюватись за розкладом та на вимогу. Передбачено інтелектуальний аналіз журналу діагностики з визначенням компонент із заниженими характеристиками.

Перегляд системних журналів компонентів кластера дозволяє визначити невідомі раніше проблеми, детектування яких не передбачено у відповідних розділах моніторингу. Можлива фільтрація журналів за певними ключовими словами, що спрощує аналіз великих обсягів тексту.

Веб-портал кластерних обчислень

Графічний інтерфейс має бути доступним з довільної робочої станції користувача та адміністратора, бути кросплатформним і не потребувати встановлення додаткового програмного забезпечення. Саме тому за технологічну основу для реалізації даного проекту обрано веб-сервіси. Вони надають найкращу кросплатформність, їх засобів досить для виконання заданого кола задач. Загальний вигляд інтерфейсу показано на рис. 1.

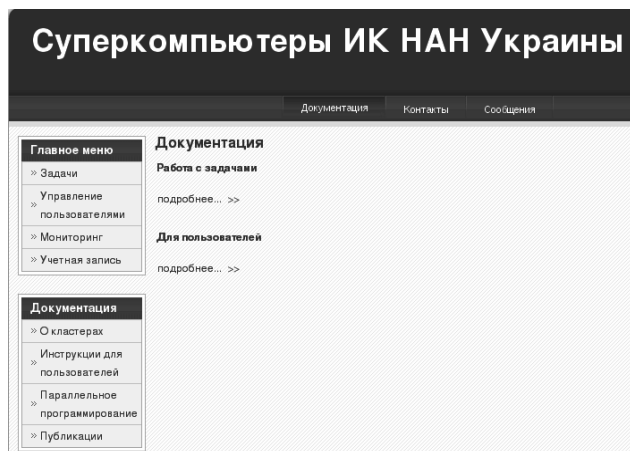


Рис. 1. Графічний інтерфейс управління суперкомп'ютером

Структура інтерфейсу

Інтерфейс має модульну будову і складається з двох шарів програмного забезпечення: веб-частини, відповідальної за діалог з користувачем, та проміжного рівня взаємодії з системним програмним забезпеченням суперкомп'ютера (рис. 2).

Серед модулів можна виділити наступні: підсистему авторизації та роботи з базою користувачів, модулі взаємодії з менеджером ресурсів кластера та модулі діагностики різних підсистем суперкомп'ютера.

Модуль авторизації. Підтримується авторизація системами *PAM* та *LDAP*. Авторизація здійснюється безпосередньо, без проміжного програмного забезпечення. Робота з базою користувачів складається з операцій авторизації користувача, додавання та видалення користувачів, редагування їх облікових даних.

Для роботи з *LDAP* у файлі конфігурації *hydra-adm.conf* вказується адреса *ldap*-сервера, суфікс бази, облікові дані адміністратора бази.

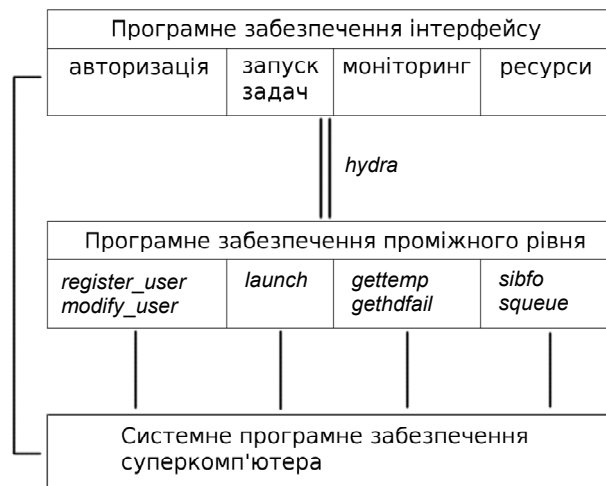


Рис. 2. Структура ПЗ інтерфейсу

Для роботи з *PAM* використовується модуль *php-auth-pam*, який встановлюється та налаштовується окремо.

Модулі діагностики. Розроблені тести аналізують основні параметри роботи суперкомп'ютера: стан жорстких дисків компонентів, мережних з'єднань, мережі *Infiniband*, температуру вузлів, дані сенсорів *IPMI*.

Скрипти діагностики та моніторингу знаходяться у проміжному рівні програмного забезпечення. Вони виконуються від імені суперкористувача на шлюзі кластера. Виконання здійснює системний планувальник *cron* згідно розкладу. Розклад встановлюється відповідно до потреб адміністраторів у наданій інформації.

Виконання адміністративних операцій. Частина адміністративних операцій має виконуватися від імені суперкористувача. До таких операцій відносяться редагування бази користувачів, видалення довільних задач з черги менеджера ресурсів. Для виконання таких задач в інтерфейсі передбачено наступну структуру.

У суперкомп'ютері створюється службовий користувач *portaladmin*, який через *sudo* може виконувати задані команди із */opt/hydra/lib* від імені *root*. Отже, графічний інтерфейс ініціює виконання операції від імені *portaladmin*, після чого відбувається переключення на суперкористувача і виконання команди.

Дистанціювання веб-сервера від суперкомп'ютера. Високопродуктивні файлові системи часто є недостатньо надійними. Аварії у фай-

лових системах *Lustre* [6], *NFS-RDMA* [7] найчастіше є причинами зупинок у роботі суперкомп'ютерів, оскільки ведуть до фатальних збоїв у роботі компонентів: серверів, вузлів, зокрема веб-сервера.

Для того, щоб розв'язати проблему надійності роботи веб-сервера, розроблено спеціалізоване клієнт-серверне ПЗ, яке дозволяє скриптам веб-інтерфейсу ініціювати виконання команд на шлюзі кластера від імені користувачів та адміністраторів, а також обмінюватись даними.

Клієнтська частина *hctl* знаходиться на веб-сервері. Серверна *hydrad* виконується як системна служба на шлюзі суперкомп'ютера. Дане ПЗ працює у таких режимах:

- виконання команд користувача та надання результату виконання;
- читання даних з файла;
- запис даних, отриманих веб-сервером, у файл на файловій системі кластера (реверсний режим передачі даних);
- виконання команд адміністратора від імені суперкористувача відбувається через службового користувача *portaladmin*, який перемикається на суперкористувача і виконує команду із списку дозволених.

Таким чином, навіть у випадку значної аварії, веб-сервер буде працювати і користувачі зможуть отримати інформацію про причини проблеми, строки усунення тощо.

Запуск задач за допомогою менеджера ресурсів кластера. Запуск задачі на виконання здійснюється через відповідну форму інтерфейсу (рис. 3).

Користувач задає параметри задачі – назву файла з програмою, параметри командного рядка, кількість процесорів, час виконання, обирає *MPI*-середовище. У разі потреби вказується компіляція програми з початкових текстів. Тоді автоматично створюється сценарій компіляції та запускається компіляція, а після її успішного завершення виконується програма.

Структуру запуску обчислювальної задачі показано на рис. 4.

Запуск здійснюється через відповідні модулі графічного інтерфейсу. Користувач задає параметри задачі на сторінці «Запуск задач».

Всі дані передаються модулю *launch*, який здійснює запуск через менеджер ресурсів кластера. Тип менеджера задається у файлі конфігурації інтерфейсу. Далі задача стає у чергу і після надання їй ресурсів виконується на обчислювальних вузлах.

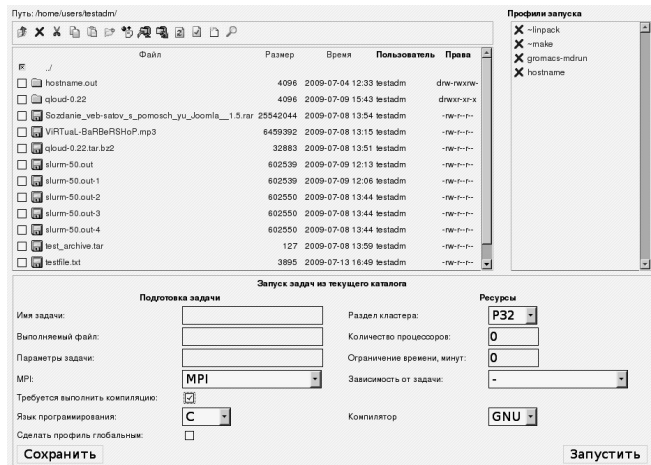


Рис. 3. Форма запуску задачі

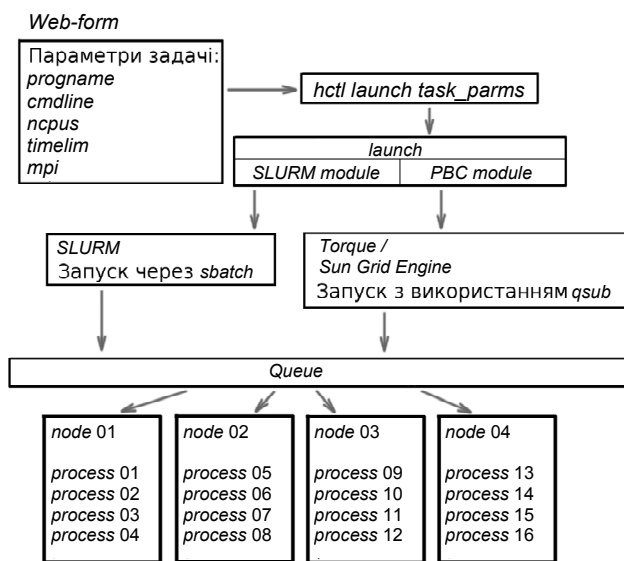


Рис. 4. Структура запуску задачі

Інтерактивна взаємодія з користувачем

Деякі компоненти інтерфейсу відображають інформацію, яка часто змінюється. До таких належать модулі ресурсів, черги задач, перегляду вихідного файлу задачі, що виконується. Інтерфейс здійснює оновлення інформації без необхідності перезавантаження сторінки за допомогою технології *AJAX* [8]. Такий підхід дозволяє користувачам здійснювати інтерактивну роботу із своїми обчислювальними задачами на клас-

тері, що є суттєвим для багатьох досліджень у галузі фізики та хімії з не повністю формалізованими алгоритмами.

Висновок. Описана програмна система забезпечує веб-інтерфейс керування суперкомп'ютером для користувачів та адміністраторів.

Інтерфейс впроваджено на суперкомп'ютерах Інституту кібернетики НАН України. Описане середовище надасть поштовх до ширшого використання вітчизняних багатопроцесорних обчислювальних систем, оскільки значно спрощує їх використання науковцями та програмістами.

1. Рябчун С.Г. Головинский А.Л. Перспективы развития суперкомпьютеров кластерной архитектуры в Украине // Пр. конф. «50 років Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України», Київ, 2008. – С. 236–241.
2. Rocks Cluster: www.rocksclusters.org
3. SLURM homepage: www.llnl.gov/linux/slurm
4. Torque: <http://www.clusterresources.com/products/toque-resource-manager.php>
5. Sun Grid Engine: <http://gridengine.sunsource.net/>
6. Lustre Filesystem homepage: www.lustre.org/
7. NFS–RDMA homepage: <http://nfs-rdma.sourceforge.net/>
8. AJAX: [http://en.wikipedia.org/wiki/Ajax_\(programming\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Ajax_(programming))

Поступила 16.10.2009

Тел. для справок: (044) 526-3209 (Київ)

© А.Л. Головинский, 2010

А.Л. Головинский

Графический интерфейс суперкомпьютера на основе веб-технологий

Введение. Графический интерфейс управления суперкомпьютером – следующее звено в развитии кластера СКИТ (Суперкомпьютер для информационных технологий) Института кібернетики [1]. Опыт работы с пользователями кластера, накопленный учеными и программистами, позволил разработать системное программное обеспечение, не имеющее аналогов в Украине.

Кроме архитектуры СКИТ интерфейс поддерживает ряд родственных типов архитектур суперкомпьютеров, в частности *Rocks Cluster* [2], менеджеры ресурсов кластера *SLURM* [3], *Torque* [4], *Sun Grid Engine* [5].

Концепция графического интерфейса пользователя кластера

Задача интерфейса – обеспечить выполнение всех возможных операций пользователя только средствами интерфейса. Он должен как можно полнее соответствовать пользователю, учитывать его интересы, привычки, его задачи. Большинство ученых работают с программными пакетами. Им необходима удобная, не перегруженная дополнительными функциями среда для запуска параллельных программ и редактирования файлов входных данных. Прикладные программисты используют кластер как инструмент настройки параллельных программ. Им необходима среда для компиляции с поддержкой популярных компиляторов и прикладных библиотек, редактор для исходных текстов программ.

Приведем основные операции, выполняемые пользователями комплекса:

- файловые операции;
- вычисление задач на ресурсах кластера;
- просмотр процесса решения и результата выполнения задач;
- взаимодействие между пользователями и администраторами.

Рассмотрим эти операции.

Файловые операции. Файлы пользователей находятся в персональных каталогах, защищенных от доступа посторонних лиц. Интерфейс доступа к файлам обеспечивает все традиционные операции с файлами: создание, редактирование, удаление и т.д. Дополнительно предусмотрены сортировки по полям *имя*, *размер*, *время создания*, что обеспечивает удобство в работе с каталогами при большом количестве файлов.

Объем файловой системы кластера в 30 Тб обуславливает необходимость в поиске по файловой системе. В графическом интерфейсе предусмотрен поиск по регулярным выражениям, по дате создания файла.

Обмен данными между рабочей станцией и кластером осуществляется путем загрузки и отправки файлов. Для эффективной работы предусмотрен также обмен каталогами, который обеспечивается их предварительной архивацией.

Редактирование текстовых файлов осуществляется с поддержкой подсветки синтаксиса языков программирования.

Вычисление задач на ресурсах кластера. Постановка задачи в очередь осуществляется через соответствующий интерфейс, позволяющий задать все необходимые параметры вычислительной задачи и менеджера ресурсов кластера.

Для исходных текстов программ предусмотрена интеллектуальная система компиляции, анализирующая текст программы и выбирающая подходящий язык программирования и сценарий компиляции.

В интерфейсе предусмотрен режим работы с установленными общесистемно программными пакетами. В этом режиме некоторые параметры запуска задаются автоматически, что значительно упрощает работу с ними.

Просмотр хода выполнения процесса и результата выполнения задач. Главное средство контроля процесса выполнения задачи – просмотр в реальном времени журнала задач, в котором отражается состояние выполнения и ошибки. Для этого поддерживается отдельный режим просмотра файлов, слежения за файлом. При этом все изменения в файле журнала сразу же отображаются в соответствующем окне. Дополнительными средствами контроля выступают просмотр уровня загрузки процессоров, объема занятой задачей оперативной памяти на узлах.

Взаимодействие между пользователями и администраторами. Для общения между пользователями и администраторами предусмотрена система передачи сообщений и форум. Некоторым пользователям требуется переключаться на других пользователей, что также предусмотрено.

Графический интерфейс администратора кластера

Администратор выполняет функции организации вычислительного процесса суперкомпьютера. Каждый администратор имеет учетную запись, как и обычный пользователь, но с расширенными возможностями. Специфические функции администратора таковы:

- 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.

Опишем эти функции.

Вход в систему от имени произвольного пользователя. Необходимость в таком средстве возникает при затруднениях в работе на кластере. Вход от имени позволяет достичь повторяемости ошибок и локализовать их в среде возникновения.

Администрирование очереди задач. Очередь задач требует от администратора постоянного наблюдения. В интерфейсе предусмотрена возможность пересмотра параметров задач в очереди и отмены их в случае возникновения ошибки.

Просмотр состояния оборудования кластера. Оборудование нуждается в постоянном внимании со стороны администратора. Своевременное информирование об авариях – одна из основных задач интерфейса. Средства мониторинга включают в себя просмотр состояния узлов, системы сохранения данных, температуры в кластерном зале и др.

Управление ресурсами кластера. Основным ресурсом кластера есть вычислительные узлы. Администратор имеет возможность динамически менять общее количество узлов, доступных для назначения задачам. Предусмотрены возможности отключения, включения, блокировки назначения узлов на задачи, возможность блокировки всей очереди задач. Также предусмотрена возможность приостановки всей очереди задач.

Работа с базой учетных записей пользователей предполагает просмотр всей базы, изменение полей записей, регистрацию и удаление пользователей.

Запуск диагностических задач. Эти задачи представляют собой особый класс. Они позволяют определить характеристики системы, проверить надежность кластера в целом. Запуск таких задач может быть осуществлен как по расписанию, так и по требованию. Предусмотрен интеллектуальный анализ журнала диагностики с определением компонент с пониженными характеристиками.

Просмотр системных журналов. Просмотр журналов компонент кластера позволяет выявить неизвестные проблемы, детектирование которых не предусмотрено в соответствующих разделах мониторинга. Предусмотрена возможность фильтрации журналов по определенным ключевым словам, что упрощает анализ больших объемов текста.

Веб-портал кластерных вычислений

Графический интерфейс должен быть доступным с произвольной рабочей станции пользователя и администратора. Поэтому он должен быть кроссплатформенным и не нуждаться в установлении дополнительного программного обеспечения. Именно поэтому за технологическую основу для реализации данного проекта избраны веб-сервисы. Они предоставляют лучшую кроссплатформенность и их средств достаточно для выполнения заданного круга задач (рис. 1).

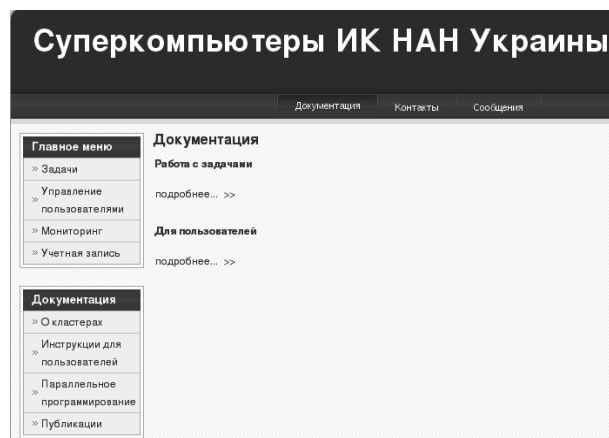


Рис. 1. Графический интерфейс управления суперкомпьютером

Структура интерфейса

Интерфейс имеет модульное строение и состоит из двух слоев программного обеспечения: веб-части, ответственной за диалог с пользователем, и промежуточного уровня взаимодействия с системным программным обеспечением суперкомпьютера (рис. 2.)

Среди модулей можно выделить следующие: подсистему авторизации и работы с базой пользователей, модуль взаимодействия с менеджером ресурсов кластера и модули диагностики разных подсистем суперкомпьютера.

Модуль авторизации. Поддерживается авторизация системами *PAM* и *LDAP*. Осуществляется она непосредственно

ственно, без промежуточного программного обеспечения. Работа с базой пользователей включает в себя операции авторизации пользователя, добавление и удаление пользователей, редактирование их учетных записей.

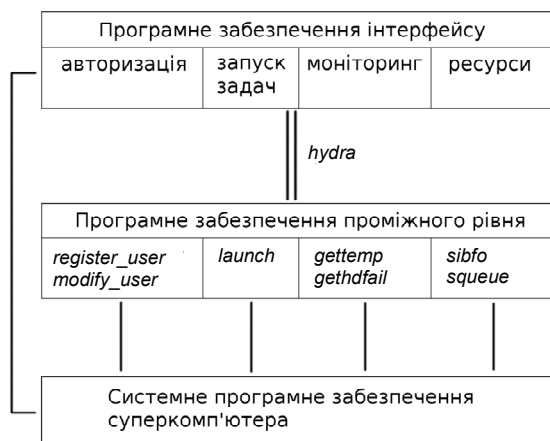


Рис. 2. Структура ПО интерфейса

Для работы с LDAP в файле конфигурации *hydra-adm.conf* указывается адрес ldap-сервиса, суффикс базы, учетные данные администратора базы.

Для работы с PAM используется модуль *php-auth-pam*, настраиваемый отдельно.

Модули диагностики. Разработанные тесты анализируют основные параметры работы суперкомпьютера: состояние жестких дисков компонент, сетевых соединений, сети Infiniband, температуры узлов, данные сенсоров IPMI.

Скрипты диагностики и мониторинга находятся на промежуточном уровне программного обеспечения. Они выполняются от имени суперпользователя на шлюзе кластера. Выполнение осуществляет системный планировщик *cron* в соответствии с расписанием, которое устанавливается в соответствии с потребностями администраторов в предоставляемой информации.

Выполнение административных операций. Часть административных операций выполнялась от имени суперпользователя. Это: редактирование базы пользователей, удаление произвольных задач из очереди менеджера ресурсов. Для выполнения таких задач в интерфейсе предусмотрена следующая структура.

В суперкомпьютере создается служебный пользователь *portaladmin*, который через *sudo* может выполнять заданные команды из */opt/hydra/lib* от имени *root*. Таким образом, графический интерфейс инициирует выполнение операции от имени *portaladmin*, после чего происходит переключение на суперпользователя и выполнение команды.

Дистанцирование веб-сервера от суперкомпьютера. Высокопродуктивные файловые системы часто недостаточно надежны. Аварии в файловых системах *Lustre* [6], *NFS-RDMA* [7] чаще всего являются причиной остановок в работе суперкомпьютеров, поскольку ведут к фатальным сбоям в работе компонент: серверов, узлов, в частности веб-сервера.

Для решения проблемы надежности работы веб-сервера разработано специализированное клиент-серверное ПО, позволяющее скриптам веб-интерфейса инициировать выполнение команд на шлюзе кластера от имени пользователей и администраторов, а также обмениваться данными.

Клиентская часть *hctl* находится на веб-сервере. Серверная *hydrad* выполняется как системная служба на шлюзе суперкомпьютера. Данное ПО работает в режимах:

- выполнения команд пользователя и предоставления результата выполнения;
- чтения данных с файла;
- записи данных, полученных веб-сервером, в файл на файловой системе кластера (реверсный режим передачи данных);
- выполнения команд администратора от имени суперпользователя, осуществляемое через служебного пользователя *portaladmin*, который переключается на суперпользователя и выполняет команду из списка разрешенных.

Таким образом, даже в случае значительной аварии, веб-сервер будет работать и пользователи смогут получить информацию о причине проблемы, сроки устранения и др.

Запуск задач с помощью менеджера ресурсов кластера. Запуск задачи на выполнение осуществляется через соответствующую форму интерфейса (рис. 3).

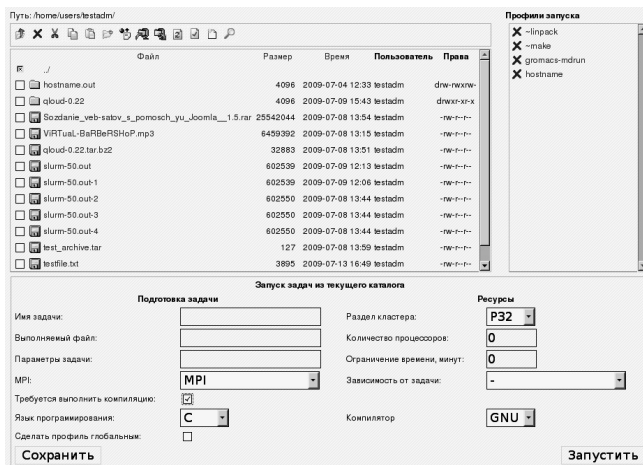


Рис. 3. Форма запуска задачи

Пользователь задает параметры задачи и название файла с программой, параметры командной строки, количество процессоров, время выполнения, выбирает MPI-среду. При необходимости указывается компиляция программы из исходных текстов. Тогда автоматически создается сценарий компиляции программы из ее исходных текстов и запускается компиляция, а после ее успешного завершения выполняется программа.

Структура запуска вычислительной задачи показана на рис. 4.

Запуск выполняется через соответствующие модули графического интерфейса. Пользователь задает параметр

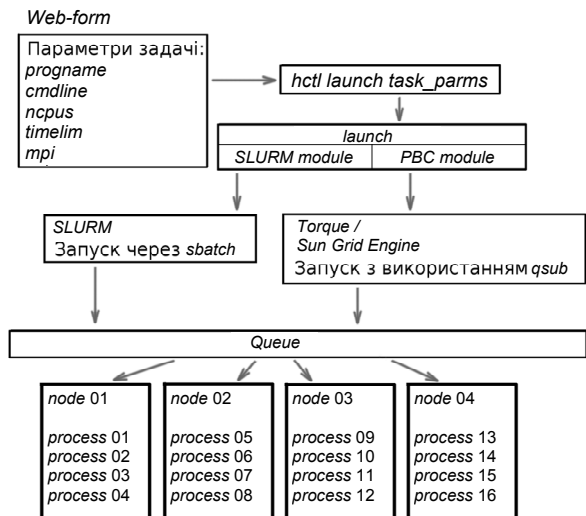


Рис. 4. Структура запуска задачи

ры задачи на странице «Запуск задачи». Все данные передаются модулю *launch*, который проводит запуск через менеджер ресурсов кластера. Тип менеджера задается в файле конфигурации интерфейса. Затем задача ста-

новится в очередь и после предоставления ей ресурсов начинается выполняться на вычислительных узлах.

Интерактивное взаимодействие с пользователем

Некоторые компоненты интерфейса отображают информацию, которая часто изменяется. К таким принадлежат модули ресурсов, очереди задач, просмотра файла вывода выполняемой задачи. Интерфейс осуществляет обновление информации без необходимости перезагрузки страницы с помощью технологии AJAX [8]. Такой подход позволяет пользователям осуществлять интерактивную работу со своими вычислительными задачами на кластере, что существенно для многих исследований в области физики и химии с не полностью формализованными алгоритмами.

Заключение. Описанная программная система обеспечивает веб-интерфейс управлением суперкомпьютером для пользователей и администраторов. Система внедрена на суперкомпьютерах Института кибернетики НАН Украины. Описанная среда даст толчок к более широкому использованию отечественных многопроцессорных вычислительных систем, поскольку значительно упрощает их использование учеными и программистами.

Окончание статьи В.Ю. Мейтуса.

Разработка методов создания онтологий, которые можно было бы использовать для разных предметных областей, и алгоритмов или схем преобразования для тех или других классов задач, является темой для исследования, нуждающейся в определении круга проблем, которые позволили бы получить существенные результаты в этом направлении создания ИС.

Заключение. Подводя итоги, отметим, что существуют все основания для создания ИС, адекватных поведению человека в большей степени, чем ранее созданные системы. Предлагаемая программа исследований намечает основные шаги и ставит основные вопросы на этом пути. Теперь главное заключается в том, чтобы объединить теоретические предпосылки и практические результаты в едином продукте, кото-

рый заслуженно получит название интеллектуального.

1. Уотермен Д. Руководство по экспертным системам. – М.: Мир, 1989. – 388 с.
2. Мейтус В.Ю. К проблеме интеллектуализации компьютерных систем // Математические машины и системы. – 2008. – № 2. – С. 24–37.
3. Глибовець М.М., Олецкий О.В. Штучний інтелект. – К.: КМ Академія, 2002. – 366 с.
4. Карнап Р. Значение и необходимость. – М.: Мир, 1959. – 302 с.
5. Андон Ф.И., Яшунин А.Э., Резниченко В.А. Логические модели интеллектуальных информационных систем. – К.: Наук. думка, 1999. – 396 с.
6. Голдблатт Р. Топосы. Категорный анализ логики. – М.: Мир, 1983. – 488 с.

Поступила 20.11.2009
Тел. для справок: (044) 526-1319 (Киев)
E-mail: vmeitus@gmail.com
© В.Ю. Мейтус, 2010