

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сухинов А.И. Двумерные схемы расщепления и некоторые их приложения. – М.: Макс-пресс, 2005. – 407 с.
2. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 599 с.
3. Хокни Р., Джемсхоуп К. Параллельные ЭВМ. – М.: Радио и связь, 1986. – 389 с.

Статью рекомендовал к опубликованию к.т.н., доцент Т.В. Камышникова.

Долгой Вячеслав Евгеньевич

Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: nikitina.vm@gmail.com.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский 44.

Тел.: 88634371606.

Кафедра высшей математики; аспирант.

Dolgoy Vyacheslav Evgenievich

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: nikitina.vm@gmail.com.

44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: +78634371606.

The Department of Higher Mathematics; Postgraduate Student.

УДК 681.03.06

В.В. Хашковский, И.Г. Данилов

**ПРИМЕНЕНИЕ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ И GRID-ТЕХНОЛОГИЙ
ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ КОЛЛЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ
И УЧЕБНОЙ РАБОТЕ**

Современные технологии зачастую настораживают терминологической разрозненностью и слабой определенностью критериев разграничения различных понятий. Данная работа направлена на усиление определенности в области использования понятийного аппарата, описания базовых технологий и их комбинации для применения современных вычислительных архитектур в среде научных и образовательных организаций. Рассматриваются концепции виртуализации, понятия облачных вычислений и грид-вычислений и возможностей их совместного использования.

Облачные вычисления; грид-технологии; коллективное использование вычислительных ресурсов; виртуализация.

V.V. Khashkovsky, I.G. Danilov

**APPLICATION OF CLOUD- AND GRID-COMPUTATIONS
FOR COLLABORATIVE USE OF COMPUTING RESOURCES IN RESEARCH
AND EDUCATION**

Modern technology is often alarming terminology fragmentation and weak defined criteria distinguish different concepts. This work is aimed increasing certainty in the use of the terminology describing basic technologies and their combination for the application of modern computing architectures in the medium of scientific and educational organizations.

We consider the concept of virtualization, the concept of cloud computing and grid computing and opportunities sharing.

Cloud and grid computing; collaborative use of computing resources; virtualization.

Сегодня широко используется терминология кластерных, облачных, грид-вычислений; прочно вошли в обиход понятия виртуализации, частных и публичных облаков, термины "Compute Grids", "Data Grids", "Science Grids", "Access Grids", "Knowledge Grids", "Bio Grids", "Sensor Grids", "Cluster Grids", "Campus Grids", "Tera Grids", "Commodity Grids" и многие другие, связанные в первую очередь с повышением эффективности использования программно-аппаратных вычислительных структур [1]. Несмотря на то, что существующие коммерческие и научные организации предлагают возможности практического использования на различных условиях облачных и грид-архитектур, практически затруднено однозначное понимание границ данных технологий и способов их применения в различных предметных областях.

В историческом аспекте можно проследить некоторое пересечение во времени возникновения понятий (технологий) виртуализации, грид-вычислений и их, в некотором смысле, агрегации – облачных вычислений. Без ограничения общности можно считать, постановка концепции грид-вычислений на фундамент виртуальной инфраструктуры с одновременным концептуальным упрощением (обоснованным более высоким уровнем изоляции) фактически определило возникновение понятия облачных вычислений.

Виртуализация. Сама по себе идея виртуализации далеко не нова, несмотря на то, что активное развитие она получила под этим названием относительно недавно. Под понятием «виртуализация» понимаются различные вещи, как новые, так и хорошо забытые старые. В общем смысле можно сказать, что «виртуализировать» что-либо означает сделать так, чтобы нечто казалось со стороны чем-то совершенно другим.

Впервые проекты по виртуализации были реализованы в 60-е годы прошлого века. Эти проекты были реализованы в IBM и буквально через десяток лет полноценные системы виртуальных машин (VM/370) уже функционировали в получивших широкое распространение мэйнфреймах IBM System 360/370. Известны и модификации этой системы виртуальных машин: VM/SP, VM/XA, VM/ESA. В этой системе каждый пользователь имел полностью изолированный виртуальный компьютер, на котором мог установить свою ОС и прикладное ПО. Практически предоставляемый виртуальный компьютер включал оперативную память, ресурсы процессора, собственные виртуальные периферийные устройства. На основе этой системы (VM/370) была выпущена на пространстве стран СЭВ (производственным объединением «Роботрон») в 1982 г. система СВМ 1.1 (система виртуальных машин). Следующая версия СВМ 2.2, которую выпустил Минский НИИ ЭВМ, была уже практически полностью отечественной, она и стала основной системой для небезызвестного комплекса ЕС ЭВМ (тоже имевшего кое-что общее с IBM 360). Дальнейшие работы над СВМ привели в начале 90-х годов к созданию ОС VM/СВМ.

В свете постоянно возрастающего интереса к высокопроизводительным кластерным системам, формированию понятия отказоустойчивых вычислительных конфигураций термин "виртуализация" иногда применяется к таким конфигурациям, когда, например, некоторая группа компьютеров (кластер) представляется для внешнего взаимодействия как один компьютер. Иногда это еще называют агрегацией компьютеров, кластером, распределенными вычислениями (*grid computing*) или облачными вычислениями (*cloud computing*).

Тем не менее основным понятием виртуализации остается «маскировка» за одним физическим сервером нескольких виртуальных машин, работающих практиче-

ски изолированно друг от друга и обладающих, вследствие своей природы, некоторыми уникальными характеристиками. Такие виртуальные машины могут быть без труда перенесены и запущены на физически другом сервере (причем виртуальные машины совершенно этого «не заметят»), и, более того, некоторые современные реализации позволяют выполнить миграцию виртуальной машины без ее остановки (это как если бы в обычной машине без отключения питания менялся центральный процессор, жесткий диск и вообще все аппаратное обеспечение) [6, 7, 8]. Наибольшее применение нашли такие системы виртуализации, как Xen, VMWare, VirtualBox и некоторые другие, подробнее см. [8].

Грид-вычисления. Активное развитие серверной инфраструктуры и формирование центров обработки данных (ЦОД) с избыточной производительностью, которая редко могла быть задействована единственным пользователем или владельцем, привело к осознанию возможности использования этих ЦОД не только в режиме разделения времени, но и в смысле выделения ресурсов "по запросу". Непосредственно термин "грид" был введен в начале 1998 г. публикацией книги "Грид. Новая инфраструктура компьютеринга" [4]. В основу понятия "грид" положена концепция предоставления вычислительных ресурсов "по запросу", аналогично услугам сетей электроснабжения – кому сколько надо, тот столько и использует. В целом концепция грид-вычислений основана на реализации следующих аспектов [2]:

1. *Управление ресурсами* определяет правила использования ресурсов грид, взаимоотношение между ними в целях более эффективного их обнаружения, настройки, а также повышения качества управления обслуживанием.
2. *Мониторинг и уведомление* определяет возможности обмена информацией о состоянии ресурсов и уведомляет приложение и службы управления инфраструктурой об изменении состояния.
3. *Аллокация* обеспечивает гарантированное качество обслуживания посредством некоторой формы резервирования.
4. *Настройка, управление жизненным циклом и прекращение действия* определяет возможность автоматического конфигурирования выделенного ресурса для прикладного использования.
5. *Учет и аудит* выполняет мониторинг использования разделяемых ресурсов и предоставляет механизмы пересылки тарифов членам коллектива пользователей.
6. *Безопасность* реализует сохранение контекста виртуальной организации для систем типа multi-tenance и multi-instance.

Существующие реализации грид слабо связаны с облачными вычислениями как таковыми и технологиями виртуализации (хотя их не исключают), однако интенсивно используют концепцию виртуальных организаций [5], в рамках которых происходит воплощение обозначенных аспектов. Базовыми технологиями для построения грид-систем являются технологии Web-сервисов и уходящий в историю механизм удаленного вызова процедур (RPC).

Важно отметить [3], что любой грид может быть построен с помощью различных технологий. Web-сервисы – это всего лишь один механизм из многих, который можно использовать для построения грида. Как отмечают многие специалисты: "... множественность технологий желательна и их совместное использование может оказаться необходимым в гетерогенном гриде".

Можно рассматривать грид как комбинацию распределенных, совместно используемых систем большой пропускной способности, для эффективного разделения и распределенной координации ресурсов, принадлежащих различным административным доменам [5]. Предполагается, что грид предоставляет пользователям единую точку входа для запуска заданий.

Облачные вычисления. Сама по себе концепция грид, несмотря на достаточно простое интуитивное понимание, оказалась весьма непростой с точки зрения технической реализации. Положение дел осложнялось тем фактом, что для грид необходимо разрабатывать программное обеспечение (ПО), которое удовлетворяло бы концепции грид как минимум с точки зрения взаимодействия компонент ПО. Это вполне подходит для научных и образовательных учреждений, до некоторой степени, однако вопрос, что делать с уже разработанным ПО, практикой его применения в условиях конкретных бизнес-процессов и организаций остается открытым по сей день.

Другим, вполне современным, подходом к более полному использованию вычислительных ресурсов является концепция облачных вычислений [2], основанная в первую очередь на технологиях виртуализации. В целом облачные вычисления базируются на идее представления услуг (сервисов) и на трех подходах: IaaS (инфраструктура как сервис, Infrastructure As A Service), PaaS (платформа как сервис, Platform As A Service = IaaS + специальная программная платформа, например, Google AppEngine), SaaS (приложение как сервис, Software As A service).

В случае IaaS пользователю предоставляется виртуализированная среда на базе некоторых серверов (в облаке). Пользователю предоставляется виртуальная машина (или несколько), внутри которой есть все возможности для установки сначала ОС, а потом уже настройки необходимого ПО. Предоставляемые аппаратные ресурсы могут быть гибко изменены в сторону увеличения или уменьшения. Однако верхним пределом увеличения ресурсов являются границы физического сервера, на котором в данный момент размещена виртуальная машина.

В случае PaaS пользователю предоставляется не просто виртуальная машина, а прикладные библиотеки и API. Пользователю предоставляется возможность запускать собственные приложения, которые имеют возможность гибко получать ресурсы по запросу (например, Google AppEngine).

В случае SaaS пользователь имеет доступ только к конкретному приложению. Ни к API, ни к программному коду приложения пользователь доступа не имеет. Наиболее известным примером такого сервиса является Google Docs для работы с офисными документами.

Интеграция подходов в образовательной и исследовательской среде. Сегодня мало найдется примеров "чисто" образовательного или научного учреждения. Да и в целом современная ситуация способствует диверсификации видов деятельности любой организации, что естественным образом определяет необходимость интеграции различного рода узкоспециализированных подходов. Рассмотрим грид и облачные вычисления, можно выделить в качестве основных достоинств грид подхода: гетерогенность, децентрализованное управление, стандартизация и интероперабельность, масштабируемость и некоторые другие, а в качестве факторов, затрудняющих массовое внедрение: сложность конфигурирования, концептуальную сложность, необходимость модификации существующего или разработки собственного, специализированного ПО. Аспекты виртуализации на базе концепции грид проявлены в виде виртуализации (вернее, некоторой унификации) уровня приложения, именованная ресурсов и методов доступа к ним, что накладывает существенные ограничения на самостоятельность действий пользователя.

С другой стороны, облачные вычисления, как минимум на уровне IaaS, предоставляют хорошо масштабируемые виртуализованные аппаратные ресурсы в виде наборов виртуальных машин и дополнительно к этому два уровня "облачности": PaaS и SaaS.

Таким образом, наиболее перспективным подходом с точки зрения сохранения масштабируемости и полного задействования аппаратных ресурсов является

гибридизация подходов типа наложенных структур. Так, например, в качестве базовой архитектуры может быть использован облачный подход уровня IaaS (что не исключает других уровней), на базе уже развернутой виртуальной инфраструктуры формируется грид, для которого вопрос масштабирования в данном случае решается наиболее просто – репликацией подходящего образа виртуальной машины. То есть развертывание грид поверх облака на уровне инфраструктуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Joseph J., Ernest M., Fellenstein K.* Evolution of grid computing architecture and grid adoption models IBM // *Systems Journal. Grid Computing.* – 2004. – Vol. 43, № 4. – P. 624-645.
2. Michael Armbrust, Armando Fox, Rean Griffith, Anthony D. Joseph, Randy H. Katz, Andrew Konwinski, Gunho Lee, David A. Patterson, Ariel Rabkin, Ion Stoica, Matei Zaharia Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing Technical Report No. UCB/ECS-2009-28, February 10, 2009. Pages: 25. URL: <http://www.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2009/ECS-2009-28.pdf> (дата обращения: 23.04.2010).
3. *Ian Foster, Carl Kesselman.* The Grid 2. Blueprint for a new computing infrastructure. Imprint: Morgan Kaufmann, 2003, Hardbound, – 748 p.
4. *Ian Foster, Carl Kesselman, Steve Tuecke.* The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations // *International Journal of Supercomputing Applications.* – 2001. – № 15 (3). – P. 200.
5. *M. Tim Jones.* Virtual Linux An overview of virtualization methods, architectures, and implementations [Электронный ресурс] // IBM's resource for developers and IT professionals: сайт. – URL: <http://www-128.ibm.com/developerworks/linux/library/l-linuxvirt> (дата обращения: 26.04.2010);
6. *Хашковский В.В.* Организация и администрирование виртуальной учебной лаборатории на базе сервера Sun V40Z и вычислительного кластера HP Bladesystem 7000 Class C на основе лезвий Proliant 460C. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. – 60 с.
7. Виртуальная машина // Википедия. [2010–2010]. URL: <http://ru.wikipedia.org/?oldid=24019051> (дата обращения: 23.04.2010).
8. Сравнение виртуальных машин // Википедия. [2010–2010]. URL: <http://ru.wikipedia.org/?oldid=24084721> (дата обращения: 26.04.2010).
9. Виртуализация // Википедия. [2010–2010]. URL: <http://ru.wikipedia.org/?oldid=23771668> (дата обращения: 14.04.2010).

Статью рекомендовал к опубликованию к.т.н., доцент Д.П. Калачев.

Хашковский Валерий Валерьевич

Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: vvx@hpcmor.ru.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 88634371673.

Кафедра математического обеспечения и применения ЭВМ; доцент.

Данилов Игорь Геннадьевич

E-mail: vainamon@hpcmor.ru.

Кафедра математического обеспечения и применения ЭВМ; аспирант.

Khashkovsky Valery Valer'evich

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: vvx@hpcmor.ru.

44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: +78634371673.

The Department of Software Engineering; Associate Professor.

Danilov Igor Gennadmevich

E-mail: vainamon@hpcmor.ru.

The Department of Software Engineering; Postgraduate Student.