

# Платформа облачных вычислений в инфраструктуре грид

Фальфушинский Владислав Владимирович, Скарлат Елена Сергеевна,  
Тульчинский Вадим Григорьевич

*Институт кибернетики им. В.М. Глушкова, проспект Академика Глушкова, 40, Киев, Украина*

vladislav.falfushinsky@gmail.com, lenaskarlat@gmail.com, pgt@ukr.net

**Аннотация.** В докладе предложена технология интеграции платформы облачных вычислений в грид-инфраструктуру. Представлена архитектура облачной платформы в грид, описана реализация взаимодействия между компонентами платформы и пользователями. Обоснованы основные технологические аспекты построения такого рода платформы и представлен разработанный и реализованный авторами набор необходимых команд управления. Обсуждаются вопросы внедрения платформы облачных вычислений на грид-сайтах. Описанная облачная платформа интегрирована в грид-инфраструктуру и протестирована.

## Ключевые слова

Cloud computing, HTC, HPC, grid.

## 1 Введение

Грид реализует парадигму высокопродуктивных вычислений в смысле High-Throughput Computing (HTC), а кластеры, составляющие основу грид-сайтов – в смысле High-Performance Computing (HPC) [1]. Разница заключается в оценке продуктивности системы с точки зрения отдельной задачи (кластер) или большого потока задач (грид).

Облачные вычисления минимизируют эксплуатационные затраты на отдельную задачу и повышают эффективность использования аппаратуры для потока задач [2], что делает их привлекательным средством высокопродуктивных вычислений в обоих смыслах. Для пользователей облачной платформы дополнительный выигрыш состоит в гибкости настройки окружения и мобильности системы [3].

Хотя облака принципиально проигрывают гриду в масштабе распределенных вычислений, их использование на уровне отдельных грид-сайтов упрощает поддержку многочисленных виртуальных организаций, а на уровне виртуальной организации (ВО) – согласование потребностей различных групп пользователей в специфических версиях и конфигурациях программного обеспечения.

Цель доклада состоит в том, чтобы показать возможность использования облачной платформы на уровне грид-сайта (как дополнительного HTC-слоя) без негативного влияния на продуктивность HPC-приложений этого грид-сайта. В том числе облачная платформа рекомендуется как безопасная среда тестирования прикладного программного обеспечения (ПО) на этапе его внедрения в ВО.

В разработке использован опыт участия Института кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины в масштабном проекте «Uber-Cloud Experiment» [4] (с участниками из 22 стран), направленном на моделирование различных составляющих облачных вычислений.

## 2 Реализация облачной платформы в грид-инфраструктуре

Грид и облака целесообразно интегрировать, так как оба подхода минимизируют затраты на вычисления и повышают эффективность использования оборудования, однако работают на разных уровнях организации масштабных вычислительных процессов и процессов обработки данных.

Кроме того облачная платформа позволяет на одном кластере запускать программы, имеющие разные требования к операционной системе (ОС), например, программы под Linux и Windows, 32- и 64-разрядные приложения. Т.о. облако предоставляет ВО больше возможностей по использованию разнообразного прикладного ПО, чем традиционные окружения грида. Для грид-сайтов дополнительный выигрыш от

внедрения облаков заключается в снижении требований к квалификации администраторов и экономии их рабочего времени. Вместо особенной установки каждого пакета для каждой ВО достаточно подключить и настроить готовую виртуальную машину (файл, созданный ВО).

## 2.1 Архитектура облачной платформы в грид

Платформа облачных вычислений в грид состоит из следующих компонентов (рис. 1):

- 1) промежуточное программное обеспечение грида, как классической формы НТС-системы, отвечает за распределение заданий на кластеры, надежную передачу данных и аутентификацию пользователей;
- 2) планировщик заданий кластера в составе грид-сайта управляет очередью и дает возможность распределять задачи на локальном уровне – между узлами;
- 3) частное облако – виртуальная часть кластера, которая управляется ПО облачной платформы.

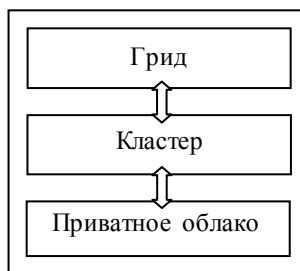


Рис. 1. Архитектура платформы облачных вычислений в гриде

## 2.2 Взаимодействие между компонентами архитектуры и пользователем

Взаимодействие в системе иллюстрирует рис. 2.



Рис. 2. Последовательность взаимодействия в облачной платформе грид

Пользователь грид создает прокси-сертификат с определенным сроком действия, формирует паспорт задания в виде файла и запускает задание в грид. Планировщик грид направляет задание на подходящий кластер с учетом типа необходимых ресурсов.

Планировщик кластера принимает задание на выполнение и ставит в очередь, при появлении свободных ресурсов запускает задание на выполнение на свободных узлах кластера. Т.о. облако не изменяет обычную схему работы пользователя в гриде.

## 2.3 Технологические аспекты построения облачной платформы

Промежуточный слой между частным облаком и гридом состоит из сервера виртуальных ресурсов и компонентов управления для администратора и пользователя (рис. 3).

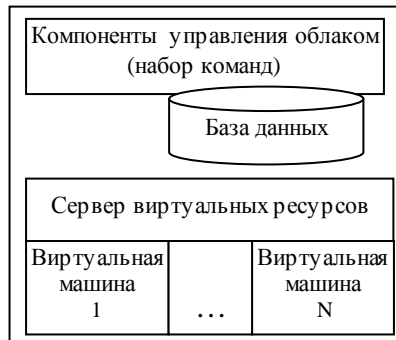


Рис. 3. Двухуровневая структура промежуточного слоя между облачной платформой и гридом

Основной единицей облака является *экземпляр*, который представляет собой виртуальный узел кластера, созданный на основе одного из предустановленных *образов*. При реализации компонентов управления мы ограничили прямой доступ к системе виртуализации и разработали небольшой набор команд управления облаком.

Компоненты управления используют базу данных (БД), которая хранит данные об образах, данные об экземплярах, различные ограничения параметров, настройки виртуальной сети, информацию о зарегистрированном ПО пользователей. Мы реализовали сервер виртуальных ресурсов на базе системы виртуализации Oracle VM VirtualBox [5].

Выбор VirtualBox среди аналогичных систем (Microsoft Hyper-V, Xen, OpenVZ, VMWARE, OpenStack, KVM) связан с его экономичностью, поддержкой множества контейнеров виртуальных машин, возможностью запускать разные операционные системы, в т.ч. Linux, Windows и MacOS, наличием средств удаленного управления виртуальными ресурсами.

С целью обеспечения надежной многопользовательской работы грид-пользователи имеют ограниченные права конфигурирования экземпляров. Критические изменения осуществляются системным администратором по запросу. Администратор может добавлять образы виртуальных машин, настраивать их автоматическое клонирование, свойства (объем памяти, размер хранилища, количество ядер, наличие ускорителя).

Пользователи могут создавать новые или использовать старые экземпляры настроенных образов, загружать данные, запускать предустановленное ПО и устанавливать программы, которые не требуют настройки.

Для работы в инфраструктуре грид с облачной платформой программно реализованы следующие команды:

- VMmanager – команда пользователя для просмотра списка образов и виртуальных узлов, она позволяет создавать, запускать, выключать виртуальные узлы, получать информацию о виртуальном узле;
- VMRunApp – команда пользователя для запуска программы в окружении экземпляра (на виртуальной машине);
- VMRegisterApp – команда пользователя, которая дает возможность установить приложение, не требующее настройки;
- VMDBCreate – команда администратора, которая позволяет тестировать систему, создавать и восстанавливать базу данных облачной платформы;
- VMAddImgTpl – команда администратора для управления шаблонами экземпляров (шаблоны содержат системные параметры экземпляров, связанные с параметрами физических узлов).

Команды управления запускаются пользователями по общим правилам грида с помощью файлов описания заданий и сертификатов. Выполнение задания в определенном виртуальном окружении обеспечивается командой VMRunApp или использованием специального имени окружения в паспорте задания.

Применение команд управления можно проиллюстрировать на примере создания и запуска экземпляра при выполнении программы с параметрами. Сначала пользователь проверяет список доступных экземпляров с помощью команды VMmanager list instances.

Если существующий экземпляр не запущен, его можно запустить с помощью команды VMmanager run <имя экземпляра>. После успешного запуска экземпляра вызывается команда VMRunApp <имя экземпляра> <название задачи> <параметры> для запуска задачи с параметрами на конкретном экземпляре. Для освобождения ресурсов экземпляр можно выключить командой VMmanager shutdown <имя экземпляра>. Если же запустить экземпляр не удалось, его необходимо создать на основании одного из доступных образов.

Список образов дает команда VMmanager list images, а создает экземпляр образа команда VMmanager create <имя образа> <имя экземпляра>. Все эти команды можно объединить в один скрипт запуска грид-задания в облачной платформе (рис. 4).

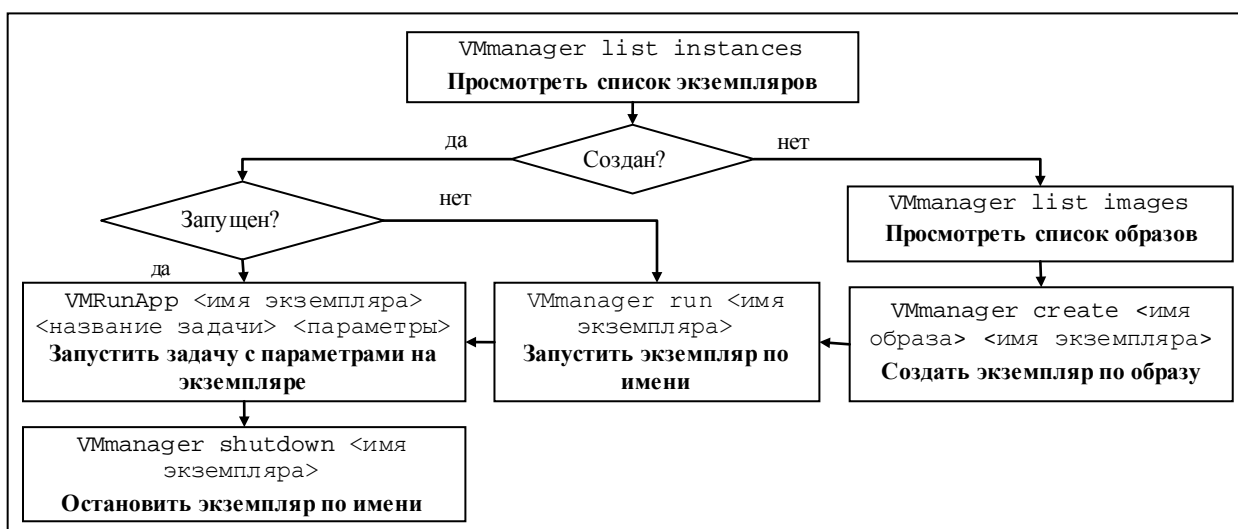


Рис. 4. Взаимосвязь разработанных команд управления при управлении виртуальным узлом

## 2.4 Обеспечение аутентификации пользователей в облачной платформе

Аутентификация пользователей происходит по правилам грид [6] с помощью прокси-сертификата. При соответствующей настройке сертификат пользователя дает также возможность получить доступ через зашифрованный канал к конкретному грид-сайту, а оттуда – к запущенному экземпляру.

Если грид применяется с целью хранения данных, а не параллельных расчетов, облако позволяет выполнять в грид-инфраструктуре программы с пользовательским интерфейсом, что недоступно в традиционном гриде.

## 3 Вывод

Предложенная технология совмещает принципы работы грид с облачными вычислениями. Описанные технические аспекты реализации облачной платформы в составе инфраструктуры грид опробованы на грид-сайте Инпарком [7], однако применимы для других грид-сайтов.

Разработанного набора команд достаточно для гибкого управления взаимодействием между компонентами интегрированной в грид облачной архитектуры. Возможность использования платформы облачных вычислений в гриде подтверждена тестированием в реальной грид-инфраструктуре и предлагается для внедрения в УНГ [8].

## Литература

- [1] Grid Computing and the Future of Cloud Computing, 2010. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.enterprisestorageforum.com/outsourcing/features/article.php/3859956/Grid-Computing-and-the-Future-of-Cloud-Computing.htm>
- [2] Grid, Cloud, HPC. What's the Diff?, 2010. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cloudscaling.com/blog/cloud-computing/grid-cloud-hpc-whats-the-diff/>
- [3] IBM Technical library, Cloud computing versus grid computing, 2009. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ibm.com/developerworks/library/wa-cloudgrid/>
- [4] W. Gentsch, B. Yenier: Half-Time in the Uber-Cloud, 2012. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.hpcwire.com/hpcwire/2012-09-20/half-time\\_in\\_the\\_uber-cloud.html](http://www.hpcwire.com/hpcwire/2012-09-20/half-time_in_the_uber-cloud.html)
- [5] VirtualBox – virtualization product. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.virtualbox.org/>
- [6] Globus toolkit security. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.globus.org/security/overview.html>
- [7] Интеллектуальные компьютеры «Инпраком». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.inparcom.com>
- [8] Украинский национальный грид. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ung.in.ua/>