

# ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ VDI-СИСТЕМЫ «ПЕРСОНАЛЬНЫЙ ВИРТУАЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕР» В ЮУрГУ

В.И. Козырев, П.С. Костенецкий

В 2011 году на базе высокопроизводительного кластера ЮУрГУ «СКИФ Урал» [1.] был реализован проект «Персональный виртуальный компьютер». В рамках этого проекта для каждого студента первого курса создан персональный виртуальный компьютер, доступ к которому осуществляется с домашнего компьютера, ноутбука, нетбука и т.п [2.].

Серверная часть системы состоит из узлов суперкомпьютеров с установленным гипервизором Hyper-V, объединенных в виртуальные отказоустойчивые кластеры. Образы виртуальных машин хранятся на выделенной системе хранения данных, подключенной к сетевым коммутаторам по технологии Ethernet 10Gb/s. Для доставки виртуальных машин пользователям используется система Citrix XenDesktop.

Изначально, система хранения данных была подключена к узлам по уже имеющейся в кластере «СКИФ Урал» сети InfiniBand. Однако, в процессе эксплуатации обнаружилась несовместимость драйверов сетевых адаптеров InfiniBand и операционной системы Microsoft Windows Hyper-V. В периоды высокой нагрузки и большого количества передаваемого трафика, драйверы периодически вызывали зависания ОС на узлах кластера и критические системные ошибки (BSOD). Ошибка возникала как с драйверами консорциума OpenFabrics версий 2.3 и 3.0, так и с драйверами от производителя Mellanox версии 2.1.2. Для обхода этой проблемы было принято решение об отказе от использования в решении InfiniBand и установке в кластер дополнительной сети Gigabit Ethernet. Потерю производительности, возникающую при переходе с DDR InfiniBand на Gigabit Ethernet, удалось сократить благодаря подключению четырех полок системы хранения данных (СХД) к сетевым коммутаторам по четырем 10 Gigabit Ethernet портам.

Мы также столкнулись с проблемой нехватки свободного места на сетевом хранилище. Мало где указано, что виртуальным машинам на Hyper-V необходимо дополнительное пространство для технологии «Live Migration». При запуске системы создается специальный файл на хранилище, в котором отражаются все изменения, происходящие в оперативной памяти виртуальной машины. Таким образом, для работы виртуальных машин понадобилось в два раза больше места, чем планировалось. Также важна и производительность хранилища. При расчетах мы использовали формулы Citrix, рекомендованные при развертывании Citrix XenDesktop.

Вычисление количества IOPS [3.], которое способно обеспечить хранилище, производится по формуле:

$$\text{Functional IOPS} = \frac{\text{Total Raw IOPS} * \text{Write \%}}{\text{RAID Penalty}} + \text{Total Raw IOPS} * \text{Read \%}$$

Где  $\text{Total Raw IOPS} = \text{Disk Speed IOPS} * \text{количество дисков}$ . Здесь Functional IOPS - количество «реальных» IOPS, Total Raw IOPS – количество «грязных» IOPS, Write % - процент операций записи, Read % - процент операций чтения, RAID Penalty – число-пенальти, зависящее от тип рейд-массива. Получив эти значения, можно рассчитать максимальное количество виртуальных машин, которые смогут одновременно работать на текущем оборудовании:

$$\text{Количество поддерживаемых ПВК} = \frac{\text{Functional IOPS}}{14}$$

Стоит также отметить, что удалось значительно снизить сетевую нагрузку. Настройки XenDesktop позволяют уменьшить объём передаваемой информации, понизив качество изображения и звука [4.]. Например, при работе с документами или браузером, потребляется всего лишь 400 кбит/с на каждого пользователя, что позволяет использовать персональный виртуальный компьютер и при подключении через низкоскоростные Интернет-соединения, такие как модем или мобильный телефон.

В настоящее время, в проекте задействовано два СХД: HP ProLiant DL180 G6 для работы с сервисными виртуальными машинами и образами Provisioning Services; и HP P4500 G2 [Ошибка: источник перекрестной ссылки не найден] для виртуальных машин студентов и преподавателей. Все узлы системы ПВК связаны между собой двумя сетями, работу которых обеспечивают сетевой коммутатор Gigabit Ethernet Force10 C300 и стэк из четырех коммутаторов Cisco C3750X. В качестве серверов виртуализации используются 160 узлов кластера «СКИФ Урал», а также два сервера Intel с объемом оперативной памяти 96 Гб и 64 Гб ОЗУ.

Имеющееся в Суперкомпьютерном центре ЮУрГУ оборудование обеспечивает одновременную работу 450 пользователей. Общее же количество пользователей может достигать двух тысяч человек. К настоящему моменту системой ПВК пользуются все студенты факультета ВМИ ЮУрГУ. К концу года на ПВК перейдут еще 800 студентов с различных факультетов. Для удовлетворения потребностей всех пользователей, используются разные образы виртуальных машин для отдельных групп студентов и преподавателей. Например, студенты инженерных специальностей получают персональный виртуальный компьютер, с предустановленными системами автоматизированного проектирования, такими как Solid Works, Autodesk AutoCAD и Autodesk Revit.

Научные сотрудники, выполняющие НИР с использованием вычислительных кластеров ЮУрГУ, подготавливают расчеты на ПВК с предустановленными средствами технологической подготовки производства изделий. Студенты направления ИТ получают доступ к новейшим средствам разработки приложений.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Суперкомпьютер «СКИФ Урал». URL: [http://supercomputer.susu.ac.ru/computers/skif\\_ural/](http://supercomputer.susu.ac.ru/computers/skif_ural/) (дата обращения: 15.05.2012)
2. П.С. Костенецкий, Л.Б. Соколинский. Материалы Международной научной конференции "Научный сервис в сети Интернет: экзафлопсное будущее". Новороссийск, 19-24 сентября 2011 г.
3. Citrix Knowledge Center. Desktop Virtualization Top 10 Mistakes Made. URL: <http://support.citrix.com/article/CTX126190> (дата обращения: 24.04.2012)
4. Citrix Knowledge Center. Windows 7 Optimization Guide. URL: <http://support.citrix.com/article/CTX127050> (дата обращения: 24.04.2012)
5. ESC Lab Validation Report: HP P4000 with Citrix XenDesktop. URL: <http://www.citrix.com/site/resources/dynamic/partnerDocs/ESGLabValidationHPP4000CitrixXenDesktopJun10.pdf> (дата обращения: 24.04.2012)