

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА С ПОМОЩЬЮ СОВРЕМЕННЫХ СЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ВИРТУАЛИЗАЦИИ РЕСУРСОВ

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются возможности по использованию в процессе высшего профессионального образования современных сетевых технологий и технологий виртуализации ресурсов.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из возможных путей значительного улучшения учебно-научного процесса, как по содержанию, так и по качеству является внедрение в него современных информационных технологий (ИТ).

В рамках данной работы анализируются возможности технологии *виртуализации* [1-4], позволяющие реализовать в учебном процессе преимущества *виртуальных* образовательных ресурсов, не ограниченных реализацией, географическим положением или физической конфигурацией составных частей [2]. Виртуализация систем и приложений позволяет упростить администрирование и снизить издержки на техническую поддержку ИТ-инфраструктуры благодаря запуску изолированных и безопасных виртуальных серверов.

1. ВИРТУАЛИЗАЦИЯ РЕСУРСОВ

Под виртуализацией обычно понимается сокрытие настоящей реализации какого-либо процесса или объекта от истинного его представления для того, кто им пользуется. Продуктом виртуализации является нечто удобное для использования, на самом деле, имеющее более сложную или совсем иную структуру, отличную от той, которая воспринимается при работе с объектом. То есть, происходит отделение представления от реализации чего-либо [3]. В компьютерных технологиях под термином «виртуализация» обычно понимается абстракция вычислительных ресурсов и предоставление пользователю системы, которая «инкапсулирует» (скрывает в себе) собственную реализацию. Проще говоря, пользователь работает с удобным для себя представлением объекта, и для него не имеет значения, как объект устроен в действительности.

В ИТ-секторе виртуализация обычно связывается с «виртуальными» машинами, что соответствует продукту виртуализации программно-аппаратной платформы. Причем под виртуальной машиной может пониматься как программная и/или аппаратная система, эмулирующая аппаратное обеспечение некоторой

платформы (target — целевая, или гостевая платформа) и исполняющая программы для target-платформы на host-платформе (host — хост-платформа, платформа-хозяин) так и машина виртуализирующая некоторую платформу и создающая на ней среды, изолирующие друг от друга программы и даже операционные системы (ОС) или спецификацию некоторой вычислительной среды.

Виртуальная машина исполняет некоторый машинно-независимый код (например, байт-код) или машинный код реального процессора. Помимо процессора, виртуальная машина может эмулировать работу как отдельных компонентов аппаратного обеспечения, так и целого реального компьютера (включая BIOS, оперативную память, жёсткий диск и другие периферийные устройства). В последнем случае в ВМ, как и на реальный компьютер, можно устанавливать (ОС) (например, Windows можно запускать в виртуальной машине под Linux или наоборот). На одном компьютере может функционировать несколько виртуальных машин.

В данной работе основной интерес представляет технология виртуализации платформ, обеспечивающая эмуляцию рабочих станций и приложений на них. В настоящее время существует несколько видов такой виртуализации. Рассмотрим их подробнее. При *полной эмуляции* виртуальная машина полностью виртуализует все аппаратное обеспечение при сохранении гостевой ОС в неизменном виде. Такой подход позволяет эмулировать различные аппаратные архитектуры. Основным минус данного подхода заключается в том, что эмулируемое аппаратное обеспечение серьезно замедляет быстродействие гостевой ОС. В случае *частичной эмуляции* виртуальная машина виртуализует лишь необходимое количество аппаратного обеспечения, чтобы она могла быть запущена изолированно. Такой подход позволяет запускать гостевые ОС, разработанные только для той же архитектуры, что и у хоста. Таким образом, несколько экземпляров гостевых систем могут быть запущены одновременно. Этот вид виртуализации позволяет существенно увеличить быстродействие гостевых систем по сравнению с полной эмуляцией и широко используется в настоящее время. В целях повышения быстродействия, в платформах виртуализации, использующих данный подход, применяется специальная «прослойка» между гостевой ОС и оборудованием (гипервизор или

монитор виртуальных машин), которая позволяющая гостевой ОС напрямую обращаться к ресурсам аппаратного обеспечения. Применение такого гипервизора существенно увеличивает быстродействие платформы, приближая его к быстродействию физической платформы.

При *частичной виртуализации* виртуальная машина эмулирует несколько экземпляров аппаратного окружения (но не всего), в частности, пространства адресов. Такой вид виртуализации позволяет совместно использовать ресурсы и изолировать процессы, но не позволяет разделять экземпляры гостевых ОС. Строго говоря, при таком виде виртуализации пользователем не создаются виртуальные машины, а происходит изоляция каких-либо процессов на уровне ОС. В данный момент многие из известных ОС используют такой подход.

При применении *паравиртуализации* нет необходимости симулировать аппаратное обеспечение, однако, вместо этого (или в дополнение к этому), используется специальный программный интерфейс (API) для взаимодействия с гостевой операционной системой. Это требует поддержки со стороны производителей операционных систем, которые слабо верят в возможности такого метода виртуализации, в связи с чем этот вид виртуализации развивается очень слабо, хотя и существуют сравнения, показывающие, что быстродействие паравиртуализации выше.

Виртуализация *на уровне операционной системы (виртуализация систем)* применяется в целях создания нескольких защищенных виртуальных серверов на одном физическом. Гостевая система, в данном случае, разделяет использование одного ядра ОС хостинга с другими гостевыми ОС. Виртуальная машина представляет собой окружение для приложений, запускаемых изолированно. Данный тип виртуализации применяется при организации систем хостинга, когда в рамках одного экземпляра ядра требуется поддерживать несколько виртуальных серверов клиентов.

Основной целью *виртуализации уровня приложений* – получить приложения, не требующие установки на аналогичной платформе. Для этого приложению обеспечивается виртуальное окружение, которое при его переносе и запуске на другой машине разрешает конфликты между ним и ОС, а также другими приложениями. Такой способ виртуализации похож на поведение интерпретаторов различных языков программирования (например, виртуальной машины Java (JVM)).

Виртуализация приложений — это процесс использования приложения, преобразованного из требующего установки в ОС в не требующего установки. Благодаря использованию технологии

виртуализации приложений, существенно упрощается администрирование приложений, т. к. нужно обновлять и обслуживать только приложение на сервере, а не на всех клиентских компьютерах, где оно используется. Исключается возможная несовместимость между приложениями на клиентском компьютере, т. к. приложение не установлено на компьютере, в традиционном понимании. При этом пользователь может работать с приложением при отсутствии связи с сервером виртуализации приложений.

В рамках получения преимуществ на основе применения технологии виртуализации для образовательного процесса особый интерес представляют виртуализация систем и виртуализация приложений.

2. КОМПЛЕКС ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ

Рассмотрим и проанализируем преимущества, которые могут быть получены при организации комплекса «виртуальных лабораторий» (с последующим возможным формированием на его основе «интернет-кафедры» или «интернет-университета» в целом). Подобный комплекс может быть построен на базе блейд-серверов (от англ. blade - лезвие) [4]. Эти сервера позволяют организовать инфраструктуру виртуальных персональных компьютеров (virtual desktop infrastructure, VDI), в которой рабочие станции сотрудников и студентов представляют собой терминалы доступа, а функции настольных компьютеров выполняет сервер. Это позволяет на одной и той же физической рабочей станции без существенных модификаций программного обеспечения (ПО) получать доступ к пулу настроенных виртуальных машин, содержащих различные ОС и прикладное ПО. То есть становится доступным запуск нескольких экземпляров разнородных ОС на одном физическом компьютере (в некоторых случаях даже в одновременном режиме) в составе виртуальной лаборатории, которая доступна в любое время с любой рабочей станции, подключенной в сеть организации. При этом снижаются аппаратные требования к рабочим станциям. Далеко не все современные программные продукты поддерживаются компьютерной техникой возрастом более пяти лет, которая по большей части составляет парк компьютеров отечественных ВУЗов, однако с использованием технологии виртуализации через устаревшие рабочие станции можно использовать современную программно-аппаратную платформу. Также эта технология позволяет сократить число серверов, необходимых для обслуживания одного и того же количества пользователей и открывает возможность развертывания решений на базе открытого ПО, например, VMware View Open Client [2].

Помимо очевидной возможности выполнения работы с файлами и документами без привязки к

конкретной ОС, такая инфраструктура также может быть предоставлена в online-доступ через сеть интернет, что открывает еще более широкие возможности – например, такие как возможность организации процесса удаленного обучения.

Возможность организации пула настроенных виртуальных машин дает значительные преимущества при организации лабораторных комплексов. Например, это может позволить снизить число требуемых лицензий на ПО. Если какая-то программа используется двумя группами студентов в разное время и в разных аудиториях, то при стандартной организации лабораторных комплексов потребуется купить лицензию программы для каждого из компьютеров в этих аудиториях. При использовании технологий виртуализации достаточно иметь количество лицензий программы, соответствующее числу компьютеров в одной аудитории. При этом после выгрузки виртуальных машин на компьютерах одной аудитории доступ к ним можно получить с компьютеров другой аудитории. Также инфраструктура виртуальных персональных компьютеров обладает повышенным уровнем безопасности. Каждый студент работает на «виртуальной» машине, в «виртуальной» программной среде, которая получена путем клонирования эталона, созданного преподавателем или системным администратором. Если студент по ошибке или из иных соображений нарушит работу программного обеспечения, то ту копию, с которой он работал, можно восстановить путем повторного клонирования менее чем за 3 минуты (в отличие от обычного подхода, когда системный администратор вынужден анализировать причины отказа ПО на рабочей станции и переустанавливать его (возможно даже «с нуля») вручную или автоматически путем развертывания образа операционной системы, полученного с помощью программ Acronis, Norton Ghost и т.п.). При этом часто реализуется схема «обнуления» виртуальной машины с эталона, когда студент окончательно заканчивает работу с ней (сдает эту лабораторную), что исключает влияние выполненных им изменений на работу других студентов. Доступ к ПО сервера при этом может быть открыт только ограниченному кругу ответственных сотрудников.

Помимо вышеизложенного следует отметить изолированность исполнения приложений. С переходом к инфраструктуре виртуальных персональных компьютеров становится значительно меньше (а часто вообще сходит на нет) вероятность несовместимостей и конфликтов. При этом можно достичь большей производительности клиентских персональных компьютеров, так как больше нет необходимости устанавливать в операционных системах на рабочих станциях все возможные программы, с которыми могут работать студенты – можно перейти к профилям ОС, которые далее будут доступны через механизм виртуализации – это приводит к тому, что в ОС не

запускаются ненужные службы, не расходуются зря ресурсы.

Также технологии виртуализации в совокупности с технологиями компьютерного тестирования знаний позволяют улучшить процесс контроля знаний, проведения и приема контрольных работ, защиты лабораторных работ.

Доступ к инфраструктуре виртуальных персональных компьютеров может быть предоставлен студентам через сеть, что позволяет им выполнять лабораторные работы в удобное для них время (например, если студент не успел выполнить работу в учебном классе, он может подключиться к этой копии виртуальной машины из дома и доделать ее, или в случае дистанционного обучения).

В совокупности с современными интерактивными технологиями блейд-системы позволяют организовать «интернет-кафедру» или «интернет-университет» в целом в виде объединенного портала ВУЗа, в котором для каждого направления обучения, для каждой специальности можно получить список курсов, содержащих электронные учебные и методические пособия (в т.ч. сюда могут входить пособия в мультимедийных форматах – например, видеозаписи лекций).

Отметим, что применение подобных технологий позволяет добиться также и экономии электроэнергии. Серверные системы с более высокой плотностью монтажа оборудования работают быстрее и выделяют больше тепла. В аналитических материалах отмечается, что расходы на эксплуатацию одного сервера могут превысить его покупную цену всего через четыре года [2]. Поскольку фактическое энергопотребление любого блейд-сервера зависит от характеристик его процессора, ОЗУ, набора микросхем и дисковой подсистемы, они потребляют на 20–25% меньше электроэнергии, чем аналогично оснащенные обычные серверы и имеют средства мониторинга температуры.

Следует отметить и повышение эффективности использования серверных ресурсов и снижением затрат на администрирование систем. Можно сократить число административно-обслуживающего персонала, так как с технологией виртуализации на всех учебных рабочих станциях института может стоять один образ ОС с клиентом доступа к блейд-системе – такой образ делается один раз, а дальше просто копируется, при этом не требуется нахождение рядом с физическим дисплейным классом системного администратора высокого уровня квалификации.

Технология виртуализации также позволяет минимизировать негативный эффект от ОС, находящихся в работе длительное время без должного обслуживания – в такой ОС могут

наблюдаться проблемы фрагментации файлов, накопление большого объема журналов (в т.ч. системных), обновлений, в ременных файлах и т.п., что в совокупности приводит к «затормаживанию».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время технология виртуализации электронных образовательных ресурсов на основе блейд-систем компании IBM (IBM Blade Center) используется в ряде университетов России и СНГ, в частности, в Самарском государственном аэрокосмическом университете имени академика С.П. Королева (СГАУ) – Национальном исследовательском университете, в Российском государственном университете им. Иммануила Канта (г. Калининград), в Международном Университете природы, общества и человека «Дубна» (г. Дубна), в Казахстанско-Британском техническом университете (КБТУ, Казахстан, г. Алматы).

В Национальном исследовательском университете «Московский энергетический институт» (НИУ МЭИ) также планируется установка блейд-системы (IBM Blade Center) и использование ее в учебно-научном процессе университета. НИУ МЭИ активно внедряет прогрессивные информационные технологии в учебный и научный процессы, в нем организованы и успешно функционируют Академические центры компетенции Microsoft и IBM, что позволяет использовать новейшие программные средства и технологии этих компаний. В частности, в рамках дисциплин «CASE-технологии разработки программных средств», «Современные методы ведения крупных программных проектов», «Проектирование крупных распределенных систем и базы данных», читаемых кафедрой прикладной математики для студентов, обучающихся по направлению «Прикладная математика и информатика», студенты получают практические навыки по разработке крупных программных систем с применением языка UML и пакетов IBM Rational Enterprise Architect, IBM Rational Team Concert, Microsoft Visual Studio Team System, осваивают современные технологии отладки программных систем и технологии поиска ошибок с применением системы Rational Purify Plus. В данных курсах рассматриваются также процессы составления технического задания на разработку программного обеспечения и затрагиваются такие вопросы, как управление требованиями, качеством, разработкой. Студенты при этом осваивают такие программные продукты IBM как Rational Requisite Pro, Clear Case и др. Используют систему управления задачами и заявками Atlassian Jira, систему корпоративной памяти Atlassian Confluence.

Используя предоставленный удаленный доступ к блейд-системе университета «Дубна» и программное средство VMware, была организована и опробована виртуальная среда для проведения

лабораторных занятий по дисциплинам «CASE-технологии разработки программных средств», «Современные методы ведения крупных программных проектов», «Проектирование крупных распределенных систем и базы данных». Пример одного из экранов при работе с виртуальной машиной представлен на рис. 1.

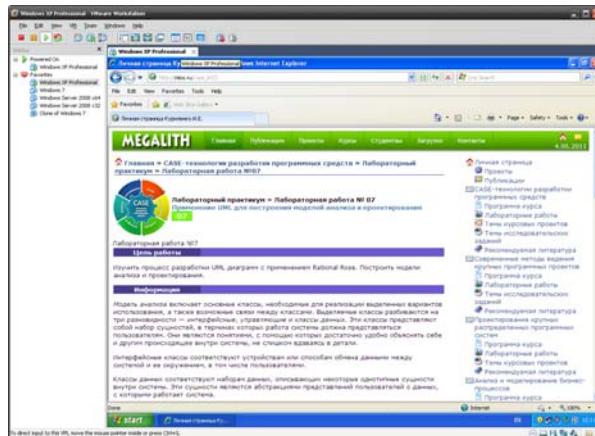


Рис. 1. Пример работы с виртуальной машиной

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колесов А. Виртуализация операционных систем и приложений // PC Week/RE №10 (616) 25 марта — 31 марта 2008.
2. Еремеев А.П., Куриленко И.Е. Применение технологии виртуализации в образовательном процессе // Материалы VIII международной научно-технической конференции Новые информационные технологии и менеджмент качества (NIT&QM'2011) – М.:ООО "Арт-Флэш", 2011. - С.120-123.
3. Самойленко А. Виртуализация: новый подход к построению IT-инфраструктуры // iXBT.com, 2007, <http://www.ixbt.com/cm/virtualization.shtml>.
4. Колесов А. Технологии виртуализации в России // PC Week/RE №13 (619) 15 апреля — 21 апреля 2008.
5. Озеров С., Карабуто А. Технологии виртуализации: вчера, сегодня, завтра // Материалы CIT Forum, http://citforum.ru/operating_systems/virtualization/index.shtml, 2006.