

## К СОЗДАНИЮ ВИРТУАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ КЛАССОВ, ВИРТУАЛИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

### ВИРТУАЛДЫ КОМПЬЮТЕР КЛАСТАРЫН ЖАСАУ, ОҚЫТУДЫ ВИРТУАЛДАНДЫРУ

#### CREATING A VIRTUAL COMPUTER CLASS, VIRTUALIZATION EDUCATION

*В.З. КРУЧЕНЕЦКИЙ, Ж.К. СЕРИКУЛОВА, С.В. ВЯЗИГИН, В.В. КРУЧЕНЕЦКИЙ*  
*V.Z. KRUCHENETSKY, Zh.K. SERIKULOVA, S.V. VYAZIGIN, V.V. KRUCHENETSKY*

(Алматинский технологический университет)

(Алматы технологиялық университеті)

(Almaty Technological University)

E-mail: zhuldyz\_serikulova@inbox.ru

*Изложены вопросы инновационного использования виртуализации в образовательном процессе. Рассмотрены виртуальные технологии, их особенности, преимущества, недостатки, эффективность и практическая ценность в целом и, в частности, при создании виртуального компьютерного класса.*

*Виртуалдандыруды білім беру процесінде инновациялық пайдалану мәселелері баяндалған. Виртуалды компьютер класын жасау үшін қажетті виртуалды технологиялар, олардың ерекшеліктері, артықшылықтары, кемшіліктері, тиімділігі және тәжірибелік құндылығы қарастырылған.*

*The problems of the innovative use of virtualization in the educational process. Considered virtual technologies, their features, advantages, disadvantages, and the practical value of the efficiency in general and in particular when creating virtual computer class.*

**Ключевые слова:** виртуализация, виртуальные технологии, виртуальная машина, видеокарта, гипервизор, паравиртуализация, эмуляция, симуляция.

**Негізгі сөздер:** виртуалдандыру, виртуал технологиялар, виртуалды машина, видеокарта, гипервизор, паравиртуалдандыру, эмуляция, симуляция.

**Key words:** virtualization, virtual technology, virtual machine, video card, the hypervisor, paravirtualization, emulation, simulation.

#### **Введение**

Как известно, одним из важнейших направлений инноваций в образовании является использование информационных технологий. Естественно, что для проведения групповых занятий необходимы компьютерные классы, соответствующее системное и прикладное программное обеспечение (ПО). На сегодня, например, только кафедра «Информационные технологии» АТУ располагает восемью специализированными классами, оснащенными 82-мя современными компьютерами (150 посадочных мест). Основная часть занятий на них проводится по дисциплинам специальностей бакалавриата «Информационные

системы», «Вычислительная техника и программное обеспечение», а также по другим, например, «Информатика» всех специальностей, обучающихся в АТУ.

#### **Объекты и методы исследования**

Проведение занятий на компьютерах требует их высоких параметров (быстродействия, памяти) и развитого программного обеспечения. Но в силу того, что компьютерные средства быстро устаревают, причем, морально стремительнее, чем физически (имеют срок окупаемости 2.5 года), то требуют периодического обновления, упрочнения и, следовательно, больших затрат. При этом, следует выделить ту часть система-

тических затрат, которая, кроме, как на эксплуатацию оборудования, сопровождение программного обеспечения, идет на его обновление, приобретение – новых системных и прикладных программных продуктов, защиты и обеспечения безопасности. Что касается последних, то непростой вопрос стоит с приобретением лицензионных программных продуктов, которые при существующей сегодня технологии необходимо устанавливать индивидуально на каждый компьютер. Ко всему, средства защиты информации, обеспечения безопасности работы компьютеров, например, антивирусные программы, имеют небольшие сроки лицензии.

К программным средствам, используемым в дистанционном обучении, кроме того, предъявляются особые требования. Связано это с тем, что требуется: использование сетевых информационных технологий, прием-передача значительных объемов информации, в том числе мультимедиа; виды и формы занятий отличаются разнообразием – проведение лекций, конференций, совещаний, вебинаров, онлайн поддержка клиентов и обеспечение других функций [1].

Доля затрат на восстановление работоспособности компьютерных средств, отказы которых неизбежны в учебном процессе, также существенная. Нельзя не отметить, имеющее место при этом снижение коэффициента готовности вычислительных средств, ибо их ремонт, восстановление требуют кроме существенных материальных еще и больших временных затрат, следовательно, исключения на это время из учебного процесса. Меры повышения надежности вычислительных средств, например, за счет резервирования, даже мажоритарного, также связаны с дополнительными затратами.

Кардинальное снижение перечисленных и других затрат и, главное, повышение качества образовательного процесса, вызывают необходимость перехода к более совершенной технологии обучения. Такая возможность имеется и, наряду с мерами повышения дисциплины, ответственности, качества обслуживания, эксплуатации вычислительных средств, своевременного проведения профилактических, ремонтных работ, надлежащего сопровождения программного обеспечения, диктуют необходимость перехода от существующих к иным, новым формам информационных технологий. Одними из таких форм являются виртуализация, облач-

ные технологии [2]. В рамках данной статьи кратко рассмотрим только первую из них.

### ***Результаты и их обсуждение***

Повышенный интерес к компьютерным технологиям виртуализации, их растущая популярность в настоящее время не случайны. Вычислительные мощности нынешних процессоров быстро растут (процессоры обновляются каждые полтора года). В результате развития микроэлектроники, схемотехники и системотехники появляются многоядерные процессоры. Не горами появление новейших приборов нано- и функциональной электроники, в том числе, конвольеров, быстродействие которых составляет петагерцы ( $10^{15}$  гц.). Растет пропускная способность интерфейсов компьютеров, а также емкость систем хранения данных, и это, как нельзя лучше, позволяет реализовать богатейший потенциал идей виртуализации. Технологии виртуализации становятся одним из ключевых моментов, позволяющих современным и будущим компьютерам заменять выполнение одного другим, создавать виртуальные среды существования программ и целых операционных систем (ОС), а также одновременно сосуществовать и выполняться на одном процессоре несколькими ОС, обеспечивать их независимость и защиту друг от друга, многократно повышать удобство пользования компьютером. Определяющими факторами такой популярности виртуализации можно назвать экономию финансовых затрат и времени, а также высокий уровень безопасности и обеспечения непрерывности вычислительных процессов.

По определению, виртуализация – предоставление наборам вычислительных ресурсов или их логического объединения, абстрагированное от аппаратной реализации и обеспечивающее при этом логическую изоляцию вычислительных процессов, выполняемых на одном физическом ресурсе [2].

Основными областями применения виртуализации являются: виртуальные машины; виртуализация ресурсов; виртуализация приложений.

В принципе процессы виртуализации являются одними из важнейших для компьютера и всегда присутствуют. Любой компьютер виртуален, хотя бы потому, что, имея в основе программное управление, представляет собой многоуровневую архитектуру, использует в силу ограниченной основной оперативной памяти виртуальную, т.е. часть внешней памяти. По сути любая выполняющаяся на

компьютере команда, инструкция, операция – виртуальные, ибо программы по технологии адресации памяти работают с виртуальной, а не с физической памятью. Однако, уровень такой виртуализации для разных компьютеров отличается и по сравнению с рассматриваемыми ниже по-настоящему виртуальными машинами, является более низким.

Концепция виртуальной машины, как совокупности ресурсов, которые эмулируют поведение реальной машины, появилась в конце 1960-х годов в виде расширения концепции виртуальной памяти (эмуляция заключается в совместном развитии встроенного программного обеспечения и аппаратных средств). В целом вычислительный процесс определяется в рамках этой концепции содержимым того рабочего пространства памяти, к которому он имеет доступ. При условии, что конкретная ситуация в этом рабочем пространстве соответствует ожидаемой, невозможно определить, является ли представленный ресурс действительно физическим или же он имитируется действиями других ресурсов, которые приводят к аналогичным изменениям содержимого рабочего пространства процесса. Виртуальная машина – это программа, которая эмулирует реальный (физический) компьютер со всеми его компонентами (жёсткий диск, привод, BIOS, сетевые адаптеры и т.д.). На такой виртуальный компьютер можно установить ОС, драйверы, программы и др. и таким образом, запустить на своем реальном компьютере еще несколько виртуальных компьютеров, с такой же или другой ОС, без проблем осуществить обмен данными между Вашим и виртуальным компьютером.

Виртуальная машина – это окружение, которое представляется для гостевой ОС, как аппаратное. Однако на самом деле это программное окружение, эмулируемое программным обеспечением хостовой системы. При паравиртуализации, виртуальная машина не эмулирует аппаратное обеспечение, а вместо этого предлагает использовать специальный программный интерфейс – API. Паравиртуализация – техника виртуализации, при которой гостевые ОС подготавливаются для

исполнения в виртуализированной среде, для чего их ядро незначительно модифицируется. Этот метод позволяет добиться более высокой производительности, чем метод динамической трансляции.

В виртуальной машине ни один процесс не может монополично использовать никакой ресурс, и все системные ресурсы считаются потенциально совместного использования. Кроме того, использование виртуальных машин обеспечивает развязку между несколькими пользователями, работающими в одной вычислительной системе, обеспечивая определённый уровень защиты данных.

Применение виртуальных машин многообразно. Они могут служить для:

- защиты информации и ограничения возможностей программ;
- исследования производительности программного обеспечения или новой компьютерной архитектуры;
- эмуляции различных архитектур;
- оптимизации использования ресурсов мейнфреймов (больших ЭВМ) и прочих мощных компьютеров;
- моделирования информационных систем с клиент-серверной архитектурой на одной ЭВМ (эмуляция компьютерной сети с помощью нескольких виртуальных машин);
- упрощения управлением кластерами – виртуальные машины могут просто мигрировать с одной физической машины на другую во время работы;
- тестирования и отладки системного ПО.

Виды виртуализации также отличаются разнообразием. К основным из них относятся:

- Виртуализация платформ;
- Частичная эмуляция (нативная виртуализация);
- Полная эмуляция;
- Частичная виртуализация, (виртуализация адресного пространства);
- Виртуализация операционных систем – ОС (программная, включая динамическую трансляцию, паравиртуализацию, аппаратную, виртуализацию на уровне ОС);
- Виртуализация серверов;
- Виртуализация ресурсов.

Несколько слов об основных из этих видов виртуализации.

Под виртуализацией платформы принято понимать создание программных

систем, лежащих в основе существующих аппаратно-программных комплексов. Система, предоставляющая аппаратные ресурсы, а также ПО, называется хостовой, а симулируемые ею системы – гостевыми (симуляция – это, так называемая, P-code-машина – машинный язык, который выполняется на виртуальной машине, а не на реальном оборудовании). Этот вид виртуализации позволяет существенно увеличить быстродействие гостевых систем по сравнению с полной эмуляцией и в настоящее время используется широко.

При полной виртуализации аппаратное обеспечение полностью виртуализируется виртуальной машиной при сохранении гостевой ОС в неизменном виде. Такой подход позволяет эмулировать различные необходимые аппаратные архитектуры. Основным недостатком подхода заключается в том, что эмулируемое аппаратное обеспечение существенно замедляет быстродействие гостевой системы.

**При частичной виртуализации, а также «виртуализации адресного пространства»** виртуальная машина симулирует сразу несколько экземпляров аппаратного окружения, включая даже пространства адресов. Такой тип виртуализации позволяет совместно использовать ресурсы, а также изолировать процессы, однако не позволяет разделять экземпляры гостевых ОС. Иначе говоря, при таком виде виртуализации пользователем не создаются виртуальные машины, а происходит изоляция каких-либо процессов на уровне ОС, что иногда очень удобно. Для виртуализации ОС применяется несколько подходов, которые по типу реализации подразделяются на программные и аппаратные.

Сутью вида виртуализации на уровне ОС является виртуализация физического сервера в целях создания нескольких защищенных виртуализированных серверов на одном физическом. Гостевая система, в данном случае, разделяет использование одного ядра хостовой ОС с другими гостевыми системами. 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, позволяя запускать изолированные и безопасные виртуальные машины на одном физическом узле, но исключает запуск ОС с ядрами, отличными от типа ядра базовой ОС [3]. При такой виртуализации не существует отдельного слоя гипервизора. Вместо этого сама хостовая ОС отвечает за разделение аппаратных ресурсов между несколькими виртуальными машинами и поддержку их независимости друг от друга. Гипервизор – это программа или аппаратная схема, обеспечивающая одновременное параллельное выполнение нескольких или даже многих ОС на одном и том же хост-компьютере. Термин «гипервизор» появился, когда стало возможным запускать одну ОС на другой операционной системе. Гипервизор также обеспечивает изоляцию ОС друг от друга, защиту и безопасность, разделение ресурсов между различными запущенными ОС и управление ресурсами. Различают два типа гипервизоров. Первого типа работают непосредственно на аппаратных ресурсах физического компьютера. Они функционируют как управляющая программа, обеспечивают наилучшее быстродействие и безопасность. Гостевые ОС, работающие в них, располагаются уровнем выше гипервизора. Гипервизоры второго типа работают в среде ОС, запущенной на физическом компьютере. В них ОС находятся на один уровень дальше от аппаратных ресурсов физического компьютера. Этот дополнительный уровень является причиной снижения производительности виртуальных машин.

При динамической (бинарной) трансляции проблемные команды гостевой ОС, перехватываются гипервизором, затем, после того, как эти команды заменяются на безопасные, происходит возврат управления гостевой ОС.

Встроенная виртуализация имеет ряд преимуществ. Основными из них являются:

- Совместное использование ресурсов несколькими гостевыми ОС;
- Удобство интерфейса для окон приложений из разных систем;
- Небольшое отличие производительности при тонкой настройке на платформу оригинальной ОС;
- Простота процедуры обновления гостевой ОС;

–Симметрия виртуализации, т.е. она является двусторонней – приложения одной системы запускаются в другой и наоборот.

Аппаратная виртуализация позволяет:

- Упростить разработки программных платформ виртуализации за счет предоставления аппаратных интерфейсов управления и поддержки виртуальных гостевых систем, уменьшить трудоемкость и время разработки систем виртуализации;

- Увеличить быстродействие платформ виртуализации, т.к. управление виртуальными гостевыми системами осуществляется напрямую через небольшой промежуточный слой ПО - гипервизор;

- Улучшить защищенность, т.к. появляется возможность переключения между несколькими запущенными независимыми платформами виртуализации на аппаратном уровне. Каждая виртуальная машина может работать изолированно друг от друга без потерь быстродействия на поддержание хостовой платформы;

- Гостевая система становится свободной от архитектуры хостовой платформы.

Рассмотрим другое направление использования виртуализации – виртуализацию ресурсов. Оно может быть представлено как разделение одного физического узла на несколько частей, каждая из которых видится в качестве отдельного сервера. Отметим, что при описании виртуализации платформ рассматривается понятие виртуализации в узком смысле, преимущественно применительно к процессу создания виртуальных машин. Однако, рассматривая виртуализацию в широком смысле, можно прийти к понятию виртуализации ресурсов, обобщающих в себе подходы создания виртуальных систем. Виртуализация ресурсов концентрирует, абстрагирует и упрощает управление группами ресурсов, таких как хранилища данных, сети и пространства имен [4].

К разновидности виртуальности ресурсов нередко относят **кластеризацию компьютеров, распределенные вычисления**. Этот вид виртуализации включает в себя техники, которые применяются при объединении множества отдельных компьютеров в глобальные системы (кластеры или метакомпьютеры), решающие совместно общую задачу. **Под объединением, агрегацией и концентрацией компонентов,**

т.е. ресурсов, принято понимать организацию нескольких физических или логических объектов в пулы ресурсов, т.е. в группы с удобными интерфейсами для пользователя.

**Виртуализация приложений.** Этот вид отличается от всех остальных. Если в предыдущих случаях создаются виртуальные среды или виртуальные машины, используемые для изоляции приложений, то в данном случае само приложение помещается в контейнер в виде папки с необходимыми элементами для своей работы: файлами реестра, конфигурационными файлами, пользовательскими и системными объектами. В результате получается приложение, не требующее установки на аналогичной платформе. При переносе такого приложения на другую машину и его запуске, виртуальное окружение, созданное для программы, разрешает конфликты между ней и ОС, а также другими приложениями. Такой способ виртуализации похож на поведение интерпретаторов различных языков программирования.

Виртуализация серверов является ключевым элементом в технологии виртуализации. Она позволяет значительно сократить количество физических серверов путем их консолидации – размещения нескольких серверов на одном физическом оборудовании и управляемых гипервизором. Серверная виртуализация работает следующим образом: виртуальная машина представляет собой программную вычислительную среду, эмулирующую аппаратные ресурсы компьютера. Благодаря этому на одной физической машине может быть запущено несколько ОС. Каждая из них работает в своей виртуальной среде, которой выделена определенная часть вычислительных мощностей физического компьютера. ОС не знает, что она запущена в виртуальной среде и ведет себя так, как будто имеет полный контроль над ресурсами физической машины. В случае серверной виртуализации на одном физическом сервере эмулируются вычислительные среды одновременно для нескольких виртуальных серверов. Для предотвращения возможных конфликтов между виртуальными серверами и для обеспечения возможности администрирования и контроля существует гипервизор.

Известно большое количество различных программ для создания и управления виртуальными компьютерами. Рассмотрим некоторые из них, наиболее доступные и дос-

таточные по своим возможностям для создания виртуального компьютерного класса:

1. Виртуальная машина Virtual Box – машина, на которую можно установить многие популярные ОС, включая Windows, Linux, FreeBSD, Mac OS, причем, поддерживая их, как 32, так и 64-х разрядные версии. Virtual Box поддерживает работу с разными виртуальными компьютерами, например, созданными в VM Ware Workstation. Настройка и работа с Virtual Box достаточно простая. Программа довольно производительная и стабильная, обладает широкими функциональными возможностями, удобным интерфейсом и распространяется бесплатно [3,4].

2. VM Ware – распространенная виртуальная машина. Поставляется в двух видах: Workstation и Player. Первая из них – VM Ware Workstation – с широкими возможностями, но платная. VM Ware Player – бесплатная, однако урезанная версия VM Ware Workstation. Поддерживает работу с 32 и 64 битными системами, USB 3.0, позволяет установку различных ОС [4].

3. Виртуальная машина Microsoft Virtual PC – обладает широкими функциональными возможностями и удобным интерфейсом, но работает только с операционными системами Windows. На ней нельзя запустить Linux или Mac OS. Распространяется бесплатно [3,4].

Для практической реализации виртуального компьютерного класса нами была использована программа Virtual Box версии 4.3.2. Предварительно она была инсталлирована на обычный 8-и ядерный компьютер.

Установка программы достаточно простая; для этого используются окна пользовательских меню инсталлятора. Первое из них – приветственное (Welcome to the Oracle VM VirtualBox 4.3.2 Setup Wizard), далее следуют окна установок компонентов программы и ее директории, ярлыков. Затем переходим к созданию виртуальной машины Virtual Box (окно «Создать»). Вводим имя создаваемой машины и выбираем тип используемой ОС, например, Windows 7. Далее необходимо установить объем оперативной памяти, выделяемой для виртуальной машины (исходя из потребностей ОС, но не более половины RAM ком-

пьютера). К виртуальной машине с помощью следующих окон меню можно подключить виртуальный жесткий диск (пункт «Создать новый виртуальный жесткий диск»). Для настройки виртуальной машины Virtual Box окна настроек разделены на несколько разделов. В текущей версии программы 9 разделов. Наведя курсор на соответствующий пункт настроек, появится окно, в котором описано назначение параметров. Основные настройки по разделам и разделы следующие:

- Общее – имя машины, тип ОС, буфер обмена, сменные носители;
- Система – Основные настройки аппаратного обеспечения виртуальной машины: оперативная память, чипсет, процессор, ускорение, порядок загрузки устройств;
- Дисплей – Настройки видеопамати, количество мониторов, 2D и 3D ускорение, подключение к удаленному дисплею, захват видео;
- Носители – Контроллеры жестких дисков и их настройка;
- Аудио – аудиодрайвер и контроллер;
- Сеть – настройка сетевых адаптеров;
- Com-порты – включение и настройка COM-портов;
- USB – Включение контроллера USB и настройка USB – фильтров;
- Общие папки – создание и управление общими папками.

Для обычного пользования достаточно первых 3-х разделов настроек. Если виртуальная машина будет работать медленно, то можно увеличить объем оперативной памяти или задействовать большую мощность процессора. После завершения настройки, можно запустить созданную виртуальную машину (кнопка «Запустить»). Теперь вставляем в привод установочной диск с ОС, устанавливаем и настраиваем ее, и виртуальная машина готова к использованию. При необходимости можно изменить различные параметры виртуальной машины (например, количество оперативной памяти, порядок загрузки устройств, включение 2D-ускорения и т.д.)

Виртуализация приложений позволила упростить развертывание, администрирование, обновление и удаление приложений, используемых в компьютерном классе во время работы и обучения. Для локальной виртуализации приложений представляется

целесообразным использовать технологию App-V. Она позволяет:

- Централизованно управлять установкой программных продуктов;
- Поддерживать все программные продукты в актуальном состоянии и устранить проблемы, возникающие при разных установленных версиях одной и той же программы;
- Централизованно управлять удалением программных продуктов;
- Централизованно распределять права доступа тех или иных пользователей к тем или иным программным продуктам;
- Поддерживать клиентские компьютеры в чистом состоянии, так как необходимость установки программных продуктов непосредственно на них отпадает.

В качестве приложений, теперь уже виртуализованных, служат используемые в учебном процессе языки программирования, пакеты прикладных программ, материалы практических занятий, лабораторных и др. работ.

#### **Заключение**

Создание виртуального компьютерного класса дает значительные преимущества по сравнению с традиционным использованием локальных настольных систем (компьютеров). Не говоря о сокращении материальных затрат на аппаратные средства, программное системное и прикладное обеспечение, выявились плюсы процесса обучения, например касающиеся непреднамеренных удалений студентами программных продуктов. Благодаря технологии виртуализации программное обеспечение легко восстанавливалось с минимальным простым компьютером.

В качестве некоторых осложнений при создании виртуального компьютерного класса следует отметить отдельные моменты, возникшие в части виртуализации аппаратных средств. Это связано с тем, что наиболее простым и экономичным способом описанной выше виртуализации было бы использование на рабочих местах простейших компьютеров, оснащенных только клавиатурой, манипулятором, мышью и монитором. Но для отображения информации виртуальная машина должна иметь для каждого монитора соответственно

выход видеоадаптера. К сожалению, имеющиеся в университете компьютеры позволяют устанавливать на них не более 1-2-х видеокарт, следовательно, подключить к виртуальной машине 2-4 монитора, т.е. ограничивают число рабочих мест обучающихся. Компьютеры, имеющие возможность подключения большего числа видеокарт и имеющих большее число выходов видео несколько дороже «обычных компьютеров» (в 2-4 раза) и, следовательно, удорожают виртуальную машину; но, тем не менее, выигрыш от таких виртуальных компьютерных классов оказывается существенным.

Выходом из такого положения является переход на облачные технологии. Для их использования необходимо, например, при частном облаке охватывающем контингент обучающихся в масштабе отдельных или всех компьютерных классов кафедры, факультета (ов), университета в целом, наряду с описанной выше обеспечить серверную виртуализацию с соответствующим использованием вычислительной сети.

Рассмотрение облачных технологий, за недостатком места, выходит за рамки данной статьи, но материалы по ним для публикации подготовлены.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Крученецкий В.З., Калабина А.А., Сахова К.С. К подходам в реализации обучающих комплексов и систем, как элементов инновационных технологий. / Материалы Международной научно-практической конференции «Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности, индустрии гостеприимства», посвященной 55-летию Алматинского технологического университета, 12-13 октября 2012 г., С. 572-574.
2. Максим Л. Технология виртуализации. М.: Радио и связь, 2013. - 403 с.
3. Особенности технологии виртуализации. [Интернет ресурс]. Режим доступа: [osp.ru/text/print/302/184272.html].
4. Система виртуальных машин. [Интернет ресурс]. Режим доступа: [ru.wikipedia.org/wiki/].