

18. Виртуализация

Газизов Тимур Тальгатович,

к.т.н., доцент кафедры информатики ТГПУ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СЕТИ

**ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
И СЕТИ**

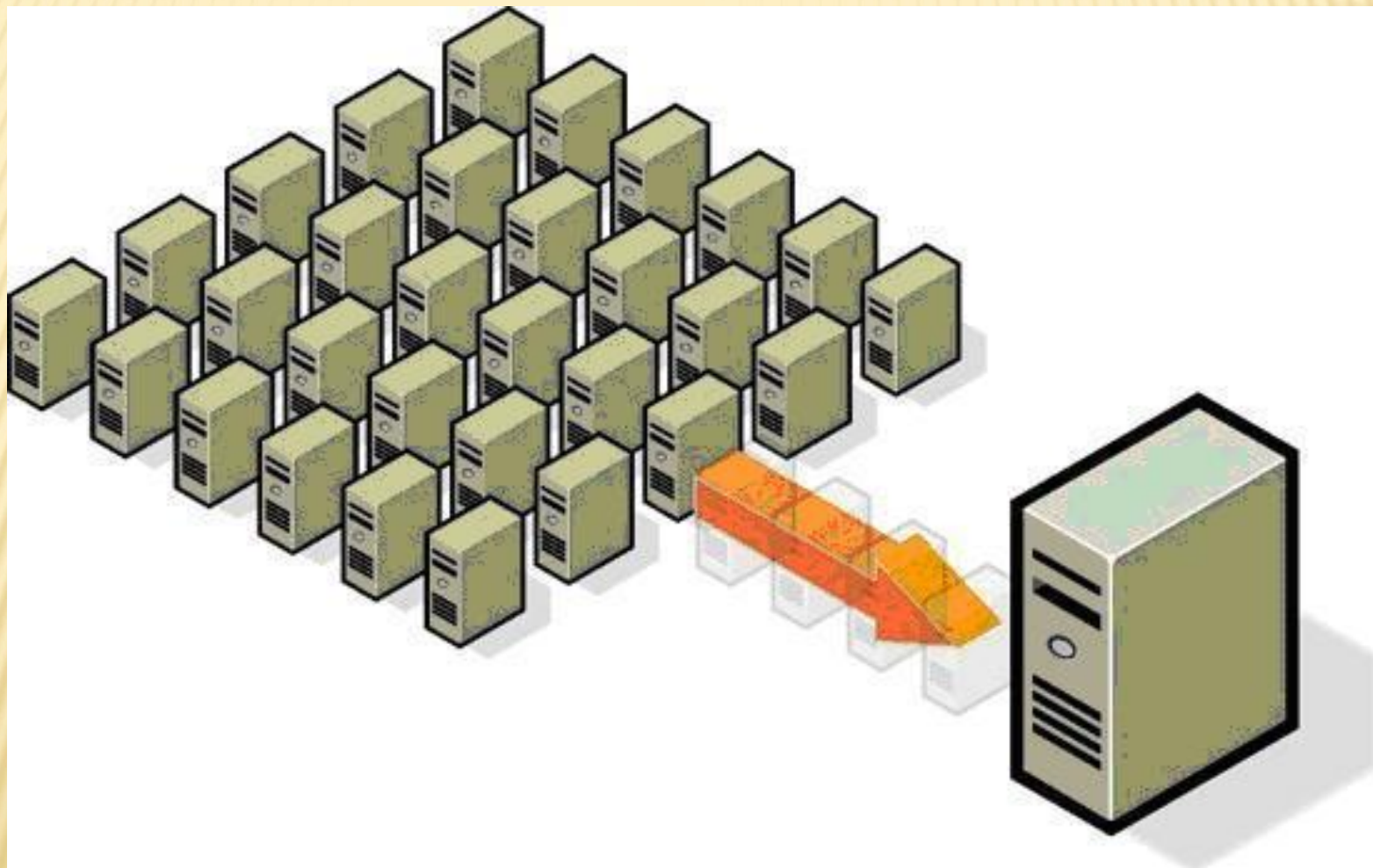
ВВЕДЕНИЕ

- Информационные технологии принесли в жизнь современного общества множество полезных и интересных вещей. Каждый день изобретательные и талантливые люди придумывают все новые и новые применения компьютерам как эффективным инструментам производства, развлечения и сотрудничества. Множество различных программных и аппаратных средств, технологий и сервисов позволяют нам ежедневно повышать удобство и скорость работы с информацией. Все сложнее и сложнее выделить из обрушивающегося на нас потока технологий действительно полезные и научиться применять их с максимальной пользой. В этой лекции пойдет речь о еще одной невероятно перспективной и по-настоящему эффективной технологии, стремительно врывающейся в мир компьютеров – технологии виртуализации, которая занимает ключевое место в концепции "облачных" вычислений

ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛИЗАЦИИ

- Согласно статистике средний уровень загрузки процессорных мощностей у серверов под управлением Windows не превышает 10%, у Unix-систем этот показатель лучше, но тем не менее в среднем не превышает 20%. Низкая эффективность использования серверов объясняется широко применяемым с начала 90-х годов подходом "одно приложение — один сервер", т. е. каждый раз для развертывания нового приложения компания приобретает новый сервер. Очевидно, что на практике это означает быстрое увеличение серверного парка и как следствие — возрастание затрат на его администрирование, энергопотребление и охлаждение, а также потребность в дополнительных помещениях для установки всё новых серверов и приобретении лицензий на серверную ОС.

ЗАПУСК НА ОДНОМ ФИЗИЧЕСКОМ КОМПЬЮТЕРЕ НЕСКОЛЬКИХ ВИРТУАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ



ИСТОРИЯ

- История развития технологий виртуализации насчитывает более сорока лет. Компания IBM была первой, кто задумался о создании виртуальных сред для различных пользовательских задач, тогда еще в мэйнфреймах. В 60-х годах прошлого века виртуализация представляла чисто научный интерес и была оригинальным решением для изоляции компьютерных систем в рамках одного физического компьютера. После появления персональных компьютеров интерес к виртуализации несколько ослаб ввиду бурного развития операционных систем, которые предъявляли адекватные требования к аппаратному обеспечению того времени. Однако бурный рост аппаратных мощностей компьютеров в конце девяностых годов прошлого века заставил ИТ-сообщество вновь вспомнить о технологиях виртуализации программных платформ.

VMWARE

- В 1999 г. компания VMware представила технологию виртуализации систем на базе x86 в качестве эффективного средства, способного преобразовать системы на базе x86 в единую аппаратную инфраструктуру общего пользования и назначения, обеспечивающую полную изоляцию, мобильность и широкий выбор ОС для прикладных сред. Компания VMware была одной из первых, кто сделал серьезную ставку исключительно на виртуализацию. Как показало время, это оказалось абсолютно оправданным. Сегодня VMware предлагает комплексную виртуализационную платформу четвертого поколения VMware vSphere 4, которая включает средства как для отдельного ПК, так и для центра обработки данных. Ключевым компонентом этого программного комплекса является гипервизор VMware ESX Server. Позднее в "битву" за место в этом модном направлении развития информационных технологий включились такие компании как Parallels (ранее SWsoft), Oracle (Sun Microsystems), Citrix Systems (XenSource).

MICROSOFT

- Корпорация Microsoft вышла на рынок средств виртуализации в 2003 г. с приобретением компании Connectix, выпустив свой первый продукт Virtual PC для настольных ПК. С тех пор она последовательно наращивала спектр предложений в этой области и на сегодня почти завершила формирование виртуализационной платформы, в состав которой входят такие решения как Windows 2008 Server R2 с компонентом Hyper-V, Microsoft Application Virtualization (App-v), Microsoft Virtual Desktop Infrastructure (VDI), Remote Desktop Services, System Center Virtual Machine Manager.

ПРЕИМУЩЕСТВА ВИРТУАЛИЗАЦИИ

- ▣ **Эффективное использование вычислительных ресурсов.** Вместо 3х, а то 10 серверов, загруженных на 5-20% можно использовать один, используемый на 50-70%. Кроме прочего, это еще и экономия электроэнергии, а также значительное сокращение финансовых вложений: приобретается один высокотехнологичный сервер, выполняющий функции 5-10 серверов. С помощью виртуализации можно достичь значительно более эффективного использования ресурсов, поскольку она обеспечивает объединение стандартных ресурсов инфраструктуры в единый пул и преодолевает ограничения устаревшей модели "одно приложение на сервер".
- ▣ **Сокращение расходов на инфраструктуру:** Виртуализация позволяет сократить количество серверов и связанного с ними ИТ-оборудования в информационном центре. В результате этого потребности в обслуживании, электропитании и охлаждении материальных ресурсов сокращаются, и на ИТ затрачивается гораздо меньше средств.
- ▣ **Снижение затрат на программное обеспечение.** Некоторые производители программного обеспечения ввели отдельные схемы лицензирования специально для виртуальных сред. Так, например, покупая одну лицензию на Microsoft Windows Server 2008 Enterprise, вы получаете право одновременно её использовать на 1 физическом сервере и 4 виртуальных (в пределах одного сервера), а Windows Server 2008 Datacenter лицензируется только на количество процессоров и может использоваться одновременно на неограниченном количестве виртуальных серверов.
- ▣ **Повышение гибкости и скорости реагирования системы:** Виртуализация предлагает новый метод управления ИТ-инфраструктурой и помогает ИТ-администраторам затрачивать меньше времени на выполнение повторяющихся заданий — например, на инициацию, настройку, отслеживание и техническое обслуживание. Многие системные администраторы испытывали неприятности, когда "рушится" сервер. И нельзя, вытаскив жесткий диск, переставив его в другой сервер, запустить все как прежде... А установка? поиск драйверов, настройка, запуск... и на все нужны время и ресурсы. При использовании виртуального сервера — возможен моментальный запуск на любом "железе", а если нет подобного сервера, то можно скачать готовую виртуальную машину с установленным и настроенным сервером, из библиотек, поддерживаемых компаниями разработчиками гипервизоров (программ для виртуализации).

ПРЕИМУЩЕСТВА ВИРТУАЛИЗАЦИИ

- ❑ **Несовместимые приложения могут работать на одном компьютере.** При использовании виртуализации на одном сервере возможна установка linux и windows серверов, шлюзов, баз данных и прочих абсолютно несовместимых в рамках одной не виртуализированной системы приложений.
- ❑ **Повышение доступности приложений и обеспечение непрерывности работы предприятия:** Благодаря надежной системе резервного копирования и миграции виртуальных сред целиком без перерывов в обслуживании вы сможете сократить периоды планового простоя и обеспечить быстрое восстановление системы в критических ситуациях. "Падение" одного виртуального сервера не ведет к потери остальных виртуальных серверов. Кроме того, в случае отказа одного физического сервера возможно произвести автоматическую замену на резервный сервер. Причем это происходит не заметно для пользователей без перезагрузки. Тем самым обеспечивается непрерывность бизнеса.
- ❑ **Возможности легкой архивации.** Поскольку жесткий диск виртуальной машины обычно представляется в виде файла определенного формата, расположенный на каком-либо физическом носителе, виртуализация дает возможность простого копирования этого файла на резервный носитель как средство архивирования и резервного копирования всей виртуальной машины целиком. Возможность поднять из архива сервер полностью еще одна замечательная особенность. А можно поднять сервер из архива, не уничтожая текущий сервер и посмотреть положение дел за прошлый период.
- ❑ **Повышение управляемости инфраструктуры:** использование централизованного управления виртуальной инфраструктурой позволяет сократить время на администрирование серверов, обеспечивает балансировку нагрузки и "живую" миграцию виртуальных машин.

ВИРТУАЛЬНАЯ МАШИНА



- **Виртуальной машиной** будем называть программную или аппаратную среду, которая скрывает настоящую реализацию какого-либо процесса или объекта от его видимого представления.
- **Виртуальная машина** — это полностью изолированный программный контейнер, который работает с собственной ОС и приложениями, подобно физическому компьютеру. Виртуальная машина действует так же, как физический компьютер, и содержит собственные виртуальные (т.е. программные) ОЗУ, жесткий диск и сетевой адаптер.

ОСОБЕННОСТИ ВИРТУАЛЬНЫХ МАШИН

- ▣ **Совместимость.** Виртуальные машины, как правило, совместимы со всеми стандартными компьютерами. Как и физический компьютер, виртуальная машина работает под управлением собственной гостевой оперативной системы и выполняет собственные приложения. Она также содержит все компоненты, стандартные для физического компьютера (материнскую плату, видеокарту, сетевой контроллер и т.д.). Поэтому виртуальные машины полностью совместимы со всеми стандартными операционными системами, приложениями и драйверами устройств. Виртуальную машину можно использовать для выполнения любого программного обеспечения, пригодного для соответствующего физического компьютера.
- ▣ **Изолированность.** Виртуальные машины полностью изолированы друг от друга, как если бы они были физическими компьютерами. Виртуальные машины могут использовать общие физические ресурсы одного компьютера и при этом оставаться полностью изолированными друг от друга, как если бы они были отдельными физическими машинами. Например, если на одном физическом сервере запущено четыре виртуальных машины, и одна из них дает сбой, это не влияет на доступность оставшихся трех машин. Изолированность — важная причина гораздо более высокой доступности и безопасности приложений, выполняемых в виртуальной среде, по сравнению с приложениями, выполняемыми в стандартной, не виртуализированной системе.

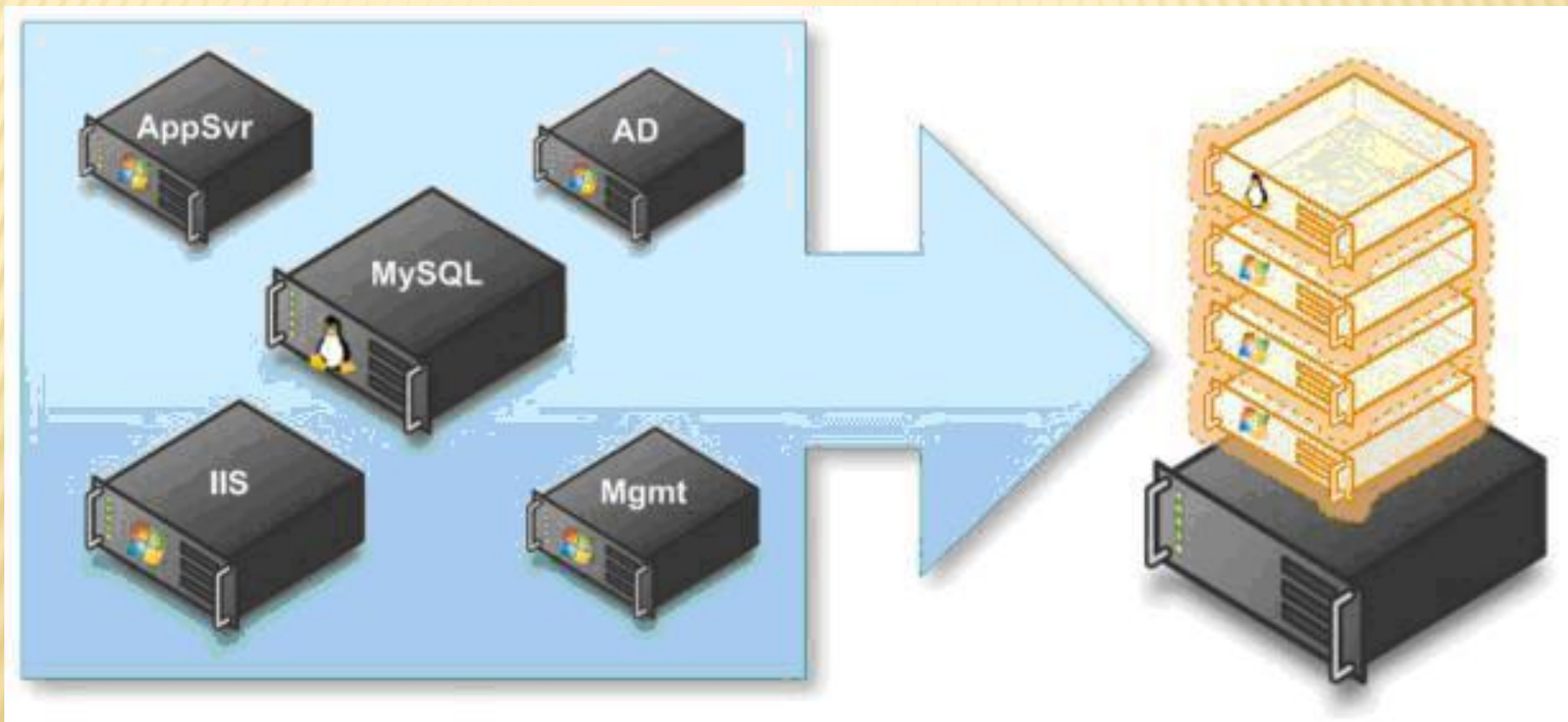
ОСОБЕННОСТИ ВИРТУАЛЬНЫХ МАШИН

- ▣ **Инкапсуляция.** Виртуальные машины полностью инкапсулируют вычислительную среду. Виртуальная машина представляет собой программный контейнер, связывающий, или "инкапсулирующий" полный комплект виртуальных аппаратных ресурсов, а также ОС и все её приложения в программном пакете. Благодаря инкапсуляции виртуальные машины становятся невероятно мобильными и удобными в управлении. Например, виртуальную машину можно переместить или скопировать из одного местоположения в другое так же, как любой другой программный файл. Кроме того, виртуальную машину можно сохранить на любом стандартном носителе данных: от компактной карты Flash-памяти USB до корпоративных сетей хранения данных.
- ▣ **Независимость от оборудования.** Виртуальные машины полностью независимы от базового физического оборудования, на котором они работают. Например, для виртуальной машины с виртуальными компонентами (ЦП, сетевой картой, контроллером SCSI) можно задать настройки, абсолютно не совпадающие с физическими характеристиками базового аппаратного обеспечения. Виртуальные машины могут даже выполнять разные операционные системы (Windows, Linux и др.) на одном и том же физическом сервере. В сочетании со свойствами инкапсуляции и совместимости, аппаратная независимость обеспечивает возможность свободно перемещать виртуальные машины с одного компьютера на базе x86 на другой, не меняя драйверы устройств, ОС или приложения. Независимость от оборудования также дает возможность запускать в сочетании абсолютно разные ОС и приложения на одном физическом компьютере.

ВИРТУАЛИЗАЦИЯ СЕРВЕРОВ

- Сегодня, говоря о технологиях виртуализации, как правило, подразумевают виртуализацию серверов, так как последняя становится наиболее популярным решением на рынке IT. Виртуализация серверов подразумевает запуск на одном физическом сервере нескольких виртуальных серверов. Виртуальные машины или сервера представляют собой приложения, запущенные на хостовой операционной системе, которые эмулируют физические устройства сервера. На каждой виртуальной машине может быть установлена операционная система, на которую могут быть установлены приложения и службы. Типичные представители это продукты VmWare (ESX, Server, Workstation) и Microsoft (Hyper-V, Virtual Server, Virtual PC).

ВИРТУАЛИЗАЦИЯ СЕРВЕРОВ



ПОЛНАЯ ВИРТУАЛИЗАЦИЯ

- Используются не модифицированные экземпляры гостевых операционных систем, а для поддержки работы этих ОС служит общий слой эмуляции их исполнения поверх хостовой ОС, в роли которой выступает обычная операционная система. Такая технология применяется, в частности, в VMware Workstation, VMware Server (бывший GSX Server), Parallels Desktop, Parallels Server, MS Virtual PC, MS Virtual Server, Virtual Iron. К достоинствам данного подхода можно причислить относительную простоту реализации, универсальность и надежность решения; все функции управления берет на себя хост-ОС. Недостатки — высокие дополнительные накладные расходы на используемые аппаратные ресурсы, отсутствие учета особенностей гостевых ОС, меньшая, чем нужно, гибкость в использовании аппаратных средств.

ПОЛНАЯ ВИРТУАЛИЗАЦИЯ



ПАРАВИРТУАЛИЗАЦИЯ

- Модификация ядра гостевой ОС выполняется таким образом, что в нее включается новый набор API, через который она может напрямую работать с аппаратурой, не конфликтуя с другими виртуальными машинами. При этом нет необходимости задействовать полноценную ОС в качестве хостового ПО, функции которого в данном случае исполняет специальная система, получившая название гипервизора (hypervisor). Именно этот вариант является сегодня наиболее актуальным направлением развития серверных технологий виртуализации и применяется в VMware ESX Server, Xen (и решениях других поставщиков на базе этой технологии), Microsoft Hyper-V. Достоинства данной технологии заключаются в отсутствии потребности в хостовой ОС – VM, устанавливаются фактически на "голое железо", а аппаратные ресурсы используются эффективно. Недостатки — в сложности реализации подхода и необходимости создания специализированной ОС-гипервизора.

ПАРАВИРТУАЛИЗАЦИЯ



ВИРТУАЛИЗАЦИЯ НА УРОВНЕ ЯДРА ОС

- Этот вариант подразумевает использование одного ядра хостовой ОС для создания независимых параллельно работающих операционных сред. Для гостевого ПО создается только собственное сетевое и аппаратное окружение. Такой вариант используется в Virtuozzo (для Linux и Windows), OpenVZ (бесплатный вариант Virtuozzo) и Solaris Containers. Достоинства — высокая эффективность использования аппаратных ресурсов, низкие накладные технические расходы, отличная управляемость, минимизация расходов на приобретение лицензий. Недостатки — реализация только однородных вычислительных сред.

ВИРТУАЛИЗАЦИЯ НА УРОВНЕ ЯДРА ОС



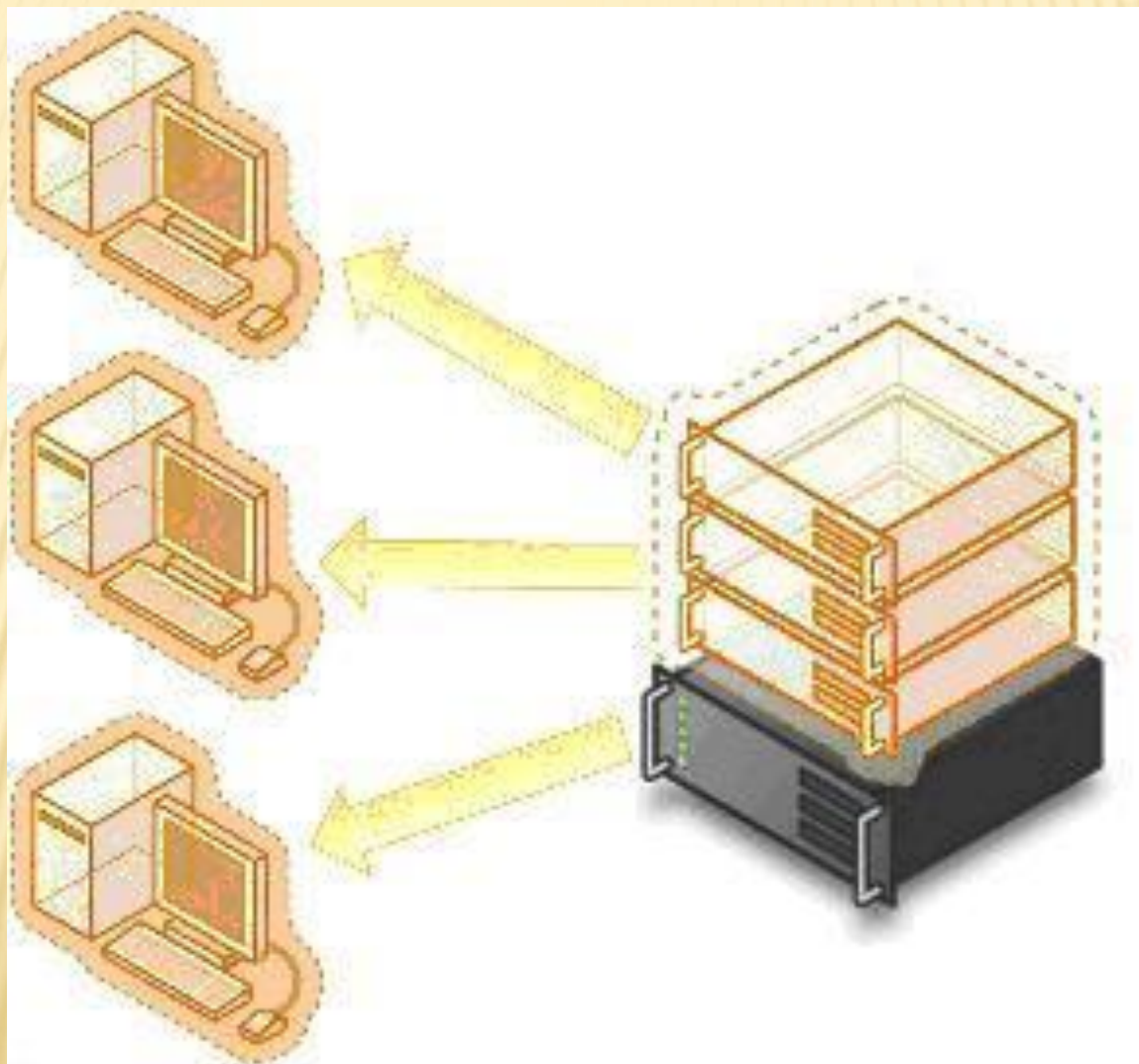
ВИРТУАЛИЗАЦИЯ ПРИЛОЖЕНИЙ

- Подразумевает применение модели сильной изоляции прикладных программ с управляемым взаимодействием с ОС, при которой виртуализируется каждый экземпляр приложений, все его основные компоненты: файлы (включая системные), реестр, шрифты, INI-файлы, COM-объекты, службы. Приложение исполняется без процедуры инсталляции в традиционном ее понимании и может запускаться прямо с внешних носителей (например, с флэш-карт или из сетевых папок). С точки зрения ИТ-отдела, такой подход имеет очевидные преимущества: ускорение развертывания настольных систем и возможность управления ими, сведение к минимуму не только конфликтов между приложениями, но и потребности в тестировании приложений на совместимость. Данная технология позволяет использовать на одном компьютере, а точнее в одной и той же операционной системе несколько несовместимых между собой приложений одновременно. Виртуализация приложений позволяет пользователям запускать одно и то же заранее сконфигурированное приложение или группу приложений с сервера. При этом приложения будут работать независимо друг от друга, не внося никаких изменений в операционную систему. Фактически именно такой вариант виртуализации используется в Sun Java Virtual Machine, Microsoft Application Virtualization (ранее называлось Softgrid), Thinstall (в начале 2008 г. вошла в состав VMware), Symantec/Altiris.

ВИРТУАЛИЗАЦИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ

- Виртуализация представлений подразумевает эмуляцию интерфейса пользователя. Т.е. пользователь видит приложение и работает с ним на своём терминале, хотя на самом деле приложение выполняется на удалённом сервере, а пользователю передаётся лишь картинка удалённого приложения. В зависимости от режима работы пользователь может видеть удалённый рабочий стол и запущенное на нём приложение, либо только само окно приложения

ВИРТУАЛИЗАЦИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ



КРАТКИЙ ОБЗОР ПЛАТФОРМ ВИРТУАЛИЗАЦИИ

VMWARE

- Компания VMware – один из первых игроков на рынке платформ виртуализации. В 1998 году VMware запатентовала свои программные техники виртуализации и с тех пор выпустила немало эффективных и профессиональных продуктов для виртуализации различного уровня: от VMware Workstation, предназначенного для настольных ПК, до VMware ESX Server, позволяющего консолидировать физические серверы предприятия в виртуальной инфраструктуре.
- В отличие от ЭВМ (мэйнфрейм) устройства на базе x86 не поддерживают виртуализацию в полной мере. Поэтому компании VMware пришлось преодолеть немало проблем в процессе создания виртуальных машин для компьютеров на базе x86. Основные функции большинства ЦП (в ЭВМ и ПК) заключаются в выполнении последовательности сохраненных инструкций (т.е. программ). В процессорах на базе x86 содержатся 17 особых инструкций, создающих проблемы при виртуализации, из-за которых операционная система отображает предупреждающее сообщение, прерывает работу приложения или просто выдает общий сбой. Итак, эти 17 инструкций оказались значительным препятствием на начальном этапе внедрения виртуализации для компьютеров на базе x86.

VSPHERE



CITRIX (XEN)

- ▣ Разработка некоммерческого гипервизора Xen начиналась как исследовательский проект компьютерной лаборатории Кембриджского университета. Основателем проекта и его лидером был Иан Пратт (Ian Pratt) сотрудник университета, который создал впоследствии компанию XenSource, занимающуюся разработкой коммерческих платформ виртуализации на основе гипервизора Xen, а также поддержкой Open Source сообщества некоммерческого продукта Xen. Изначально Xen представлял собой самую развитую платформу, поддерживающую технологию паравиртуализации. Эта технология позволяет гипервизору в хостовой системе управлять гостевой ОС посредством гипервызовов VMI (Virtual Machine Interface), что требует модификации ядра гостевой системы. На данный момент бесплатная версия Xen включена в дистрибутивы нескольких ОС, таких как Red Hat, Novell SUSE, Debian, Fedora Core, Sun Solaris. В середине августа 2007 года компания XenSource была поглощена компанией Citrix Systems. Сумма проведенной сделки около 500 миллионов долларов (акциями и денежными средствами) говорит о серьезных намерениях Citrix в отношении виртуализации. Эксперты полагают, что не исключена и покупка Citrix компанией Microsoft, учитывая давнее ее сотрудничество с XenSource.

MICROSOFT

- Для Microsoft все началось, когда в 2003 году она приобрела компанию Connectix, одну из немногих компаний производящую программное обеспечение для виртуализации под Windows. Вместе с Connectix, компании Microsoft достался продукт Virtual PC, конкурировавший тогда с разработками компании VMware в отношении настольных систем виртуализации. По большому счету, Virtual PC предоставлял тогда такое количество функций, что и VMware Workstation, и при должном внимании мог бы быть в настоящее время полноценным конкурентом этой платформы. Однако с того времени, компания Microsoft выпускала по минорному релизу в год, не уделяя особого внимания продукту Virtual PC, в то время как VMware стремительно развивала свою систему виртуализации, превратив ее по-настоящему в профессиональный инструмент. Осознав свое технологическое отставание в сфере виртуализации серверных платформ, компания Microsoft выпустила продукт Virtual Server 2005, нацеленный на создание и консолидацию виртуальных серверов организаций. Однако было уже поздно. Компания VMware уже захватила лидерство в этом сегменте рынка, предлагая в тот момент две серверные платформы виртуализации VMware GSX Server и VMware ESX Server, каждая из которых по многим параметрам превосходила платформу Microsoft.

MICROSOFT

- Окончательный удар был нанесен в 2006 году, когда VMware фактически объявила продукт VMware GSX Server бесплатным, взявшись за разработку продукта VMware Server на его основе и сконцентрировав все усилия на продажах мощной корпоративной платформы VMware ESX Server в составе виртуальной инфраструктуры Virtual Infrastructure 3. У компании Microsoft был только единственный выход в этой ситуации: в апреле 2006 года она также объявила о бесплатности продукта Microsoft Virtual Server 2005. Также существовавшие ранее два издания Standard Edition и Enterprise Edition были объединены в одно – Microsoft Virtual Server Enterprise Edition. С тех пор Microsoft существенно изменила стратегию в отношении виртуализации, и летом 2008 года был выпущен финальный релиз платформы виртуализации Microsoft Hyper-V, интегрированной в ОС Windows Server 2008. Теперь роль сервера виртуализации доступна всем пользователям новой серверной операционной системы Microsoft.

MICROSOFT HYPER-V

- Продукт Microsoft позиционируется как основной конкурент VMware ESX Server в области корпоративных платформ виртуализации. Microsoft Hyper-V представляет собой решение для виртуализации серверов на базе процессоров с архитектурой x64 в корпоративных средах. В отличие от продуктов Microsoft Virtual Server или Virtual PC, Hyper-V обеспечивает виртуализацию на аппаратном уровне, с использованием технологий виртуализации, встроенных в процессоры. Hyper-V обеспечивает высокую производительность, практически равную производительности одной операционной системы, работающей на выделенном сервере. Hyper-V распространяется двумя способами: как часть Windows Server 2008 или в составе независимого бесплатного продукта Microsoft Hyper-V Server.

АРХИТЕКТУРА ВИРТУАЛИЗАЦИИ С ГИПЕРВИЗОРОМ

