

ISSN 2306-1561

Automation and Control in Technical Systems (ACTS)

2014, No 4, pp. 129-140.

DOI: 10.12731/2306-1561-2014-4-13



Comparative Analysis of the Hypervisors

Pastoukhov Denis Andreevich

Russian Federation, Undergraduate Student, Department of «Automated Control Systems».

State Technical University – MADI, 125319, Russian Federation, Moscow, Leningradsky prospekt, 64.

Tel.: +7 (499) 151-64-12. <http://www.madi.ru>

past20005@yandex.ru

Yurchik Peter Franzevich

Russian Federation, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of «Automated Control Systems».

State Technical University – MADI, 125319, Russian Federation, Moscow, Leningradsky prospekt, 64.

Tel.: +7 (499) 151-64-12. <http://www.madi.ru>

upf.madi@mail.ru

Abstract. The article provides a comparative analysis of the three hypervisors from different distributors. Characteristics of each. Scalability considered. Performance shown. The mechanisms of resource management and fault tolerance mechanisms considered. A list of supported guest operating systems adduced. Shown the importance of correct choice of hypervisor.

Keywords: hypervisor, virtualization, comparison, host, scalability, performance, VMware, Hyper-V, Citrix.

ISSN 2306-1561

Автоматизация и управление в технических системах (АУТС)

2014. – №4. – С. 129-140.

DOI: 10.12731/2306-1561-2014-4-13



УДК 004.9

Сравнительный анализ гипервизоров

Пастухов Денис Андреевич

Российская Федерация, магистрант кафедры «Автоматизированные системы управления».

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64, Тел.: +7 (499) 151-64-12, <http://www.madi.ru>

past20005@yandex.ru

Юрчик Петр Францевич

Российская Федерация, доктор технических наук, профессор кафедры «Автоматизированные системы управления».

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64, Тел.: +7 (499) 151-64-12, <http://www.madi.ru>

upf.madi@mail.ru

Аннотация. В статье проведен сравнительный анализ гипервизоров трех разных производителей. Исследованы характеристики каждого. Рассмотрена масштабируемость. Выведены показатели производительности. Описаны механизмы управления ресурсами и механизмы отказоустойчивости. Приведен список поддерживаемых гостевых операционных систем. Показана важность правильного выбора гипервизора.

Ключевые слова: гипервизор, виртуализация, сравнение, хост, масштабируемость, производительность, VMware, Hyper-V, Citrix.

1. Введение

Информационные технологии принесли в жизнь современного общества множество полезных и интересных вещей. Каждый день находят все новые и новые применения компьютерам как эффективным инструментам производства, развлечения и сотрудничества [1, 12]. Множество различных программных и аппаратных средств, технологий и сервисов позволяют нам ежедневно повышать удобство и скорость работы с информацией.

Гипервизор – программа или аппаратная схема, обеспечивающая или позволяющая одновременное, параллельное выполнение нескольких операционных систем на одном и том же хост-компьютере [2]. Гипервизор также обеспечивает изоляцию операционных систем друг от друга, защиту и безопасность, разделение ресурсов между различными запущенными ОС и управление ресурсами [2].

В зависимости от гипервизора, могут кардинально изменяться предоставляемые им возможности, поэтому необходимо внимательно относиться к выбору управляющей основы виртуальной среды.

Цель данной работы – сбор информации о гипервизорах разных производителей, ее сравнение и анализ для получения объективных данных о каждом, определение сильных и слабых сторон.

2. Определение задачи выбора гипервизора

В настоящий момент существует несколько разновидностей виртуализации (серверная, сетевая, десктоп-виртуализация, виртуализация памяти, виртуализация приложений). Наиболее активно развивается сегмент серверной виртуализации.

Гипервизоры, управляющие виртуализацией, можно условно разделить на 3 типа:

Автономный гипервизор – имеет свои встроенные драйверы устройств и планировщик, поэтому не зависит от базовой операционной системы (ОС) [1, 12]. Так как он работает непосредственно в окружении усечённого ядра, то он наиболее производителен [2].

На основе базовой ОС – работающий на одном уровне с ядром основной ОС. Гостевой код может выполняться прямо на физическом процессоре, но доступ к устройствам ввода-вывода компьютера осуществляется через монитор уровня пользователя.

Гибридный – состоит из двух частей: из тонкого гипервизора, контролирующего процессор и память, а также работающей под его управлением специальной сервисной ОС в кольце пониженного уровня.

Графически гипервизоры представлены на рисунке 1, где гипервизор типа 1 – автономный, гипервизор типа 2 – на основе ОС [10].

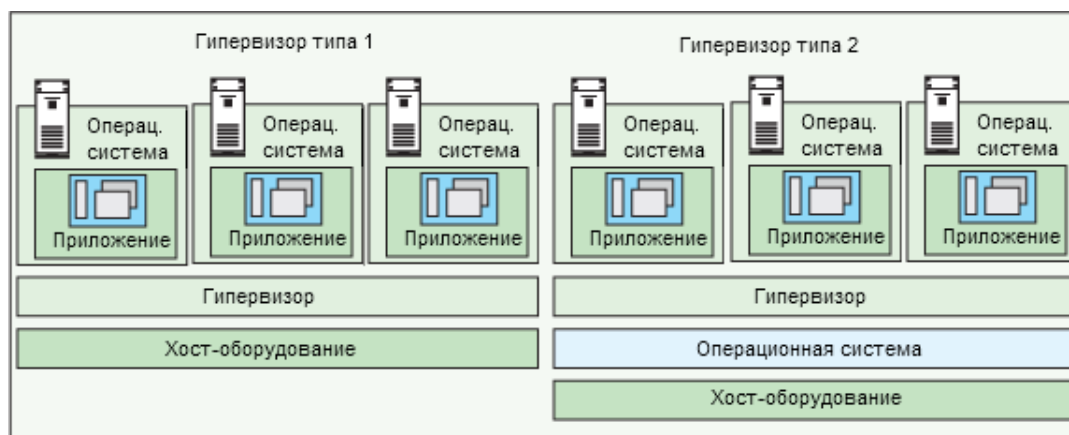


Рисунок 1 – Типы гипервизоров

Гипервизоры первого типа гораздо эффективнее, поскольку обладают большими возможностями по оптимизации и не требуют траты ресурсов на запуск и поддержание работы операционной системы.

Основная задача при выборе гипервизора – определить, какой из них отвечает вашим потребностям, – сравнение их показателей производительности и подбор функциональных возможностей гипервизора под конкретные потребности сети.

В число этих показателей входят нагрузка на процессор, размер максимальной хозяйской и гостевой памяти и поддержка виртуальных процессоров.

Но выбор нельзя основывать на одних лишь показателях производительности. Кроме возможностей гипервизора, необходимо проверить, какие гостевые операционные системы он поддерживает, и какой набор возможностей он предоставляет.

Если в сервисной сети используются разнородные системы, нужно выбирать гипервизор, поддерживающий те операционные системы, с которыми вы работаете в настоящее время. Если же сеть однородна и основана на ОС Windows или Linux, то будет достаточно поддержки меньшего числа гостевых операционных систем.

3. Результаты исследования

3.1. Выбор гипервизоров и параметров для их сравнения

Для решения поставленной задачи необходимо провести сравнение функционалов самых распространенных версий гипервизоров. Предыдущие сравнения производились более 5 лет назад [11]. На конец 2012 года рынок гипервизоров делился между производителями так [9, 13]:

- VMware – 65%;
- Microsoft – 27%;
- Citrix – 6%;
- другие производители – 2%.

Исходя из этого для сравнения были выбраны:

- vSphere 5.0 и 5.5 от VMware;
- Hyper-v от Microsoft;
- XenServer от Citrix.

Для достижения объективности, при поиске информации, использовались только официальные источники и технические данные из официальной документации [4 – 6].

При сравнении учитывались наиболее важные характеристики и возможности гипервизоров, такие как [8]:

- масштабируемость – свойство наращивать вычислительные мощности;
- показатели производительности – интерфейсы высокоскоростной передачи данных и жесткие диски;
- механизмы управления ресурсами – позволяющие эффективно использовать все доступные физические и виртуальные мощности;
- безопасность – механизмы защиты от действий злоумышленников;
- возможности виртуальных коммутаторов;

- технологии миграции и отказоустойчивости – механизмы позволяющие восстановить информацию после различных сбоев в работе;
- количество и типы поддерживаемых гостевых операционных систем.

3.2. Масштабируемость

Для эффективной масштабируемости необходимо иметь возможность изменять такие физические параметры как: количество процессоров на хосте, количество процессоров на виртуальной машине (ВМ) [13], ОЗУ на хосте и ВМ, а также максимальное количество запущенных ВМ (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение масштабируемости

Ресурсы	vSphere (5.0)	vSphere (5.5 Ent+)	XenServer (6.0)	Hyper-V (2012)
Логические ЦП	160	320	160	320
Виртуальные ЦП на Хост	2048	4096	4000	2048
Виртуальные ЦП на ВМ	8	64	16	64
Физическая ОЗУ	1ТБ	4ТБ	1ТБ	4ТБ
ОЗУ на ВМ	32ГБ	1ТБ	128ГБ	1ТБ
Гостевой NUMA	ДА	ДА	Только Хост	ДА
Максимум ВМ	Не документировано	15000	1000	8000
Максимум узлов	32	1000	16	64
Активных ВМ на хосте	Не документировано	10000	512	1024

В плане масштабируемости очевидными преимуществами обладает vSphere (5.5 Ent+) версии 5.5; бесплатная версия vSphere (5.0) не сильно уступает по возможностям гипервизору от Citrix; Hyper-V придерживается середины.

3.3. Производительность

Для производительности важными параметрами является наличие Fibre channel, поддержка технологии МРЮ и механизм разгрузки сети передачи данных (таблица 2).

Таблица 2 – Сравнение производительности

Возможности	vSphere (5.0)	vSphere (5.5 Ent+)	XenServer (6.0)	Hyper-V (2012)
Виртуальный Fibre Channel	Да	Да	Да	Да
Количество адаптеров FC	4	256	150	4
Сторонний МPIO	Нет	Да (VAMP)	Да (ручной)	Да
Максимальный размер диска	2Тб VMDK	64Тб VMDK	2Тб	64Тб VHDX
Максимальный размер прямого LUN подключенного к ВМ	64Тб	64Тб	15Тб	256Тб+
Разгрузка передачи данных	Нет	Да (VAAI)	Нет	Да

Из таблицы видно, что все гипервизоры поддерживают виртуальный Fibre channel, но количество возможных адаптеров сильно различается. У платной версии VMware до 256 адаптеров, тогда как XenServer поддерживает почти в полтора раза меньше – 150. У Hyper-V это количество такое же, как и у бесплатной версии VMware – 4.

Все гипервизоры кроме vSphere 5.0 поддерживают Multipath I/O (технология подключения узлов сети хранения данных с использованием нескольких маршрутов).

Максимальный размер жестких дисков виртуальных машин сравнялся у VMware и Microsoft на максимальной отметке в 64 ТБ, но способы реализации хранения различны. По сути оба схожи по структуре с жестким диском и являются журналируемыми.

Технологию разгрузки сетей передачи данных поддерживают только Hyper-V и vSphere (5.5 Ent+).

3.4. Механизмы управления ресурсами

Для эффективного управления ресурсами необходимы механизмы управления динамической памятью и измерения ресурсов (таблица 3).

Бесплатный vSphere (5.0) не поддерживает технологию QoS, которая обеспечивает повышенную вероятность прохождения пакета между точками в сети. В свою очередь у Citrix не реализовано ничего для возможности динамически переназначать конвергентные сетевые адаптеры, перераспределяя их в зависимости от необходимости и типа нагрузки (Data Center Bridging).

Таблица 3 – Сравнение механизмов управления ресурсами

Возможности	vSphere (5.0)	vSphere (5.5 Ent+)	XenServer (6.0)	Hyper-V (2012)
Динамическая память	Да	Да	Да	Да
Измерение Ресурсов	Да	Да	Да	Да
Качество Обслуживания (QoS)	Нет	Да	Да	Да
Data Center Bridging (DCB)	Да	Да	Нет	Да

3.5. Безопасность

Безопасность передачи информации между виртуальными машинами важный параметр. Способ передачи адаптеров внутрь виртуальной машины или использование MAC адресов могут значительно его увеличить (таблица 4).

Таблица 4 – Сравнение механизмов безопасности

Возможности	vSphere (5.0)	vSphere (5.5 Ent+)	XenServer (6.0)	Hyper-V (2012)
Dynamic Virtual Machine Queue	NetQueue	NetQueue	VMq	Да
SR-IOV	DirectPath I/O	DirectPath I/O	Да	Да
Шифрование Дисков	Нет	Да	Нет	Да

Dynamic Virtual Machine Queue – механизм, распределяющий входящий трафик по очередям для каждой виртуальной машины на основе хэшей MAC-адресов. Уменьшает задержку при передачах сетевого трафика. Также, без dVMQ, трафик для vSwitch проходит только через один процессор.

Single Root I/O Virtualization (SRIOV) – механизм передачи физического адаптера внутрь виртуальной машины. Поддерживается всеми гипервизорами, но со значительными отличиями. vSphere и XenServer полностью «пробрасывают» адаптер, а Hyper-V производит виртуализацию и профилирование адаптера, но требует наличие карт с поддержкой SRIOV в каждом хосте.

Шифрование дисков поддерживается только у Microsoft, однако использование данной технологии в России ограничены правовыми актами.

3.6. Виртуальные коммутаторы

В этом разделе рассматривается защищенность виртуальной среды от нежелательного проникновения извне (таблица 5).

Таблица 5 - Сравнение виртуальных коммутаторов

Возможности	vSphere (5.0)	vSphere (5.5 Ent+)	XenServer (6.0)	Hyper-V (2012)
Расширяемый коммутатор	Нет	Да	Да	Да
Количество Расширений	Нет	2	Нет данных	4
Частные VLAN (PVLAN)	Нет	Да	Нет	Да
Защита от ARD/ND - спуффинга	Нет	vShield App/Partner	Нет	Да
Защита от DNCP-спуффинга	Нет	vShield App/Partner	Нет	Да
ACL для Виртуальных Портов	Нет	vShield App/Partner	Да	Да
Мониторинг портов	На группу портов	Да	Да	Да

Виртуальные локальные компьютерные сети (VLAN) поддерживаются только платным vSphere и Hyper-V.

Защита от спуффингов присутствует только в гипервизоре от Microsoft. Vsphere имеет платное дополнение vShield app для полноценной защиты от внешних атак.

3.7. Технологии миграции

Миграция VM необходимо для запуска одних и тех же виртуальных машин на разных хостах (таблица 6). Живая миграция позволяет перенести VM без выключения.

Живая миграция – инструмент для переноса VM с одного хоста на другой, не выключая ее. У VMware существует искусственное ограничение – не более 4 операций для сети с пропускной способностью 1 Гб/с и 8 операций для сети с пропускной способностью 100 Гб/с. В Hyper-V ограничение зависит только от пропускной способности сети, что может привести к перегрузке сети. Бесплатная версия vSphere не поддерживает живую миграцию, а документация XenServer не содержит информации об ограничениях.

Живая миграция без ничего (Shared-nothing live migration) – миграция VM между хостами, не связанными общим файловым хранилищем. Необходимым условием для миграции является только связь между хостами (Ethernet, LAN) [7].

Таблица 6 – Сравнение инструментов живой миграции

Возможности	vSphere (5.0)	vSphere (5.5 Ent+)	XenServer (6.0)	Hyper-V (2012)
Живая Миграция VM	Нет	Да	Да	Да
1GB -# одновременных миграций	N/A	4	Нет данных	Ограничено пропускной способностью сети
100GB -# одновременных миграций	N/A	8	Нет данных	Ограничено пропускной способностью сети
Живая Миграция Диска	Нет	Да	Нет	Да
Миграция Без Ничего	Нет	Да	Нет	Да
Расширение Виртуальной Сети	Нет	Партнеры	Нет	Да

3.8. Механизмы отказоустойчивости

Механизмы отказоустойчивости нужны для поддержания непрерывной работы системы виртуализации (таблица 7).

Таблица 7 – Сравнение механизмов отказоустойчивости

Возможности	vSphere (5.0)	vSphere (5.5 Ent+)	XenServer (6.0)	Hyper-V (2012)
Встроенный бэкап	Нет	Да	Да	Да
Репликация VM	Нет	Да	нет	Да
Мониторинг гостевых приложений	N/A	Да	Нет	Да
Приоритезация при сбое	N/A	Да	Да	Да
Правила распределения VM	N/A	Да	Нет	Да
Обновление кластерных систем	N/A	Да	Да	Да

Встроенный бэкап необходим для восстановления поврежденных ВМ или отдельных данных на этих машинах без использования стороннего ПО.

Репликация ВМ – копирование в резервную среду только измененных блоков информации.

Мониторинг гостевых приложений – механизм для перезапуска отказавших приложений в гостевой ОС.

Приоритезация при сбое – настройка порядка запуска ВМ при перезапуске хоста.

Правила распределения ВМ – настройка, позволяющая выбрать, где будет храниться информация о виртуальной машине. Например, можно задать настройки так, что две виртуальные машины никогда не будут храниться на одном файловом хранилище, или наоборот всегда будут вместе.

3.9. Поддерживаемые гостевые ОС

Количество и типы поддерживаемых гостевых ОС один из ключевых параметров при выборе гипервизора (таблица 8).

Таблица 8 – Сравнение поддерживаемых гостевых ОС

	Microsoft Windows Server 2012 R2 + System Center 2012 R2 Datacenter Editions	VMware vSphere 5.5 Enterprise Plus + vCenter Server 5.5	Citrix XenServer 6.0
Windows Server 2012 R2	Да	Да	Да
Windows 8.1	Да	Да	Да
Windows Server 2012	Да	Да	Да
Windows 8	Да	Да	Да
Windows Server 2008 R2 SP1	Да	Да	Да
Windows Server 2008 R2	Да	Да	Да
Windows 7 with SP1	Да	Да	Да
Windows 7	Да	Да	Да
Windows Server 2008 SP2	Да	Да	Да
Windows Home Server 2011	Да	Нет	Нет
Windows Small Business Server 2011	Да	Нет	Нет
Windows Vista with SP2	Да	Да	Да
Windows Server 2003 R2 SP2	Да	Да	Да
Windows Server 2003 SP2	Да	Да	Да
Windows XP with SP3	Да	Да	Да

	Microsoft Windows Server 2012 R2 + System Center 2012 R2 Datacenter Editions	VMware vSphere 5.5 Enterprise Plus + vCenter Server 5.5	Citrix XenServer 6.0
Windows XP x64 with SP2	Да	Да	Да
CentOS 5.7, 5.8, 6.0 – 6.4	Да	Да	Да
CentOS Desktop 5.7, 5.8, 6.0 – 6.4	Да	Да	Да
Red Hat Enterprise Linux 5.7, 5.8, 6.0 – 6.4	Да	Да	Да
Red Hat Enterprise Linux Desktop 5.7, 5.8, 6.0 – 6.4	Да	Да	Да
SUSE Linux Enterprise Server 11 SP2 & SP3	Да	Да	Нет
SUS Linux Enterprise Desktop 11 SP2 & SP3	Да	Да	Нет
OpenSUSE 12.1	Да	Да	Нет
Ubuntu 12.04, 12.10, 13.10	Да	Да	Да
Ubuntu Desktop 12.04, 12.10, 13.10	Да	Да	Да
Oracle Linux 6.4	Да	Да	Да
Mac OS X 10.7.x & 10.8.x	Нет	Да	Нет
Sun Solaris 10	Нет	Да	Нет

Из таблицы видно, что гипервизор от VMware подходит для запуска любых гостевых операционных систем, но все-таки его архитектура больше рассчитана на работу с UNIX системами.

Hyper-V является гипервизором от Microsoft, следовательно, поддерживает все актуальные версии Windows, но эффективная работа других ОС не гарантируется.

Citrix поддерживает меньше всех гостевых операционных систем, но первоначально разрабатывался для работы с NetBSD и FreeBSD.

4. Заключение

Для выбора гипервизора необходимо четко понимать, какие гостевые операционные системы будут использоваться, какая нагрузка будет приходиться на сервер, нужные типы защиты, производительность, дополнительные функции и отказоустойчивость.

Проведенное исследование показало, что VMware и Microsoft обладают наибольшим количеством технологий и механизмов. Citrix только начинает развиваться в этом направлении. Бесплатная версия VMware рассчитана на относительно небольшие нагрузки и имеет только необходимый базовый функционал.

При этом многие гипервизоры поддерживают уникальные функции. Например, у VMware есть технология Fault Tolerance (FT), которая обеспечивает непрерывную доступность приложений при сбоях серверов за счет создания фоновой копии виртуальной машины, работающей синхронно с основной ВМ, а такой механизм как Memory overcommit, позволяет ВМ использовать больше оперативной памяти, чем есть в распоряжении у хоста.

Список информационных источников

- [1] Остроух А.В. Основы информационных технологий: учебник для сред. проф. образования / А.В. Остроух. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 208 с. – ISBN 978-5-4468-0588-4.
- [2] Википедия – свободная энциклопедия. [Электронный ресурс]. – URL:<http://ru.wikipedia.org/>.
- [3] Официальный блог Microsoft. [Электронный ресурс]. – URL: <http://blogs.technet.com/b/keithmayer/archive/2013/09/24/vmware-or-microsoft-comparing-vsphere-5-5-and-windows-server-2012-r2-at-a-glance.aspx>
- [4] Официальный сайт поддержки компании Citrix [Электронный ресурс]. – URL:https://support.citrix.com/servlet/KbServlet/download/34966-102-704363/CTX137837_XenServer%206_2_0_Configuration%20Limits.pdf
- [5] Официальный блог Microsoft. [Электронный ресурс]. – URL:<http://technet.microsoft.com/ru-ru/library/jj680093.aspx>
- [6] Официальный сайт компании VMware [Электронный ресурс]. – URL:<http://www.vmware.com/pdf/vsphere5/r55/vsphere-55-configuration-maximums.pdf>
- [7] Заметки о Windows и других программных продуктах Microsoft. [Электронный ресурс]. – URL:<http://windowsnotes.ru/virtualization/shared-nothing-live-migration-v-windows-server-2012/>
- [8] Новостной сайт и коллективный блог. [Электронный ресурс]. – URL:<http://habrahabr.ru/company/1cloud/blog/237005/>
- [9] Информационный портал [Электронный ресурс]. – URL:http://www.cnews.ru/reviews/free/virtualization/article/serv_virt.shtml
- [10] Официальный сайт IBM [Электронный ресурс]. – <http://www.ibm.com/developerworks/ru/library/cl-hypervisorcompare/>
- [11] Сайт серверной виртуализации [Электронный ресурс]. – <http://vmind.ru/2009/06/04/ocherednoe-sravnenie-gipervizorov-2/>
- [12] Остроух А.В. Ввод и обработка цифровой информации: учебник для нач. проф. образования / А.В. Остроух. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 288 с. – ISBN 978-5-7695-9457-1.
- [13] Брагинский А.И., Гапшин Н.В., Голубкова В.Б., Виноградов В.А. Применение виртуальных машин для технического обеспечения учебного процесса на кафедре ВУЗа // Автоматизация и управление в технических системах. – 2014. – № 1.1 (8). – С. 14-24. DOI: 10.12731/2306-1561-2014-1-2.