

В.Ю. Егоров, Е.А. Матвеев

Перспективы применения операционной системы QR ОС и гипервизора QR VMM в качестве платформы для высокопроизводительных вычислений

Аннотация. В статье рассматриваются особенности отечественной операционной системы QR ОС и гипервизора QR VMM. Приведено общее описание системы, особенности и характеристики. В статье высказывается предположение, что QR ОС может применяться для высокопроизводительных вычислений, например, в качестве платформы для построения кластеров.

Ключевые слова и фразы: операционная система QR ОС, гипервизор QR VMM, особенности, характеристики.

Введение

Защищенная операционная система QR ОС представляет собой полнофункциональную отечественную операционную систему общего назначения, разработанную «с нуля» научно-техническим предприятием «Криптософт». QR ОС не является клоном какой-либо другой операционной системы.

При разработке системы особое внимание было уделено защищенности, безопасности системы и контролю доступа к данным. QR ОС соответствует требованиям ФСБ России к программному обеспечению, используемому в информационных и телекоммуникационных системах специального назначения и может использоваться для обработки информации, содержащей сведения, составляющие государственную тайну. Номер сертификата СФ/019-2291 от 31.12.2013.

1. Основные особенности QR ОС

QR ОС является универсальной многозадачной операционной системой общего назначения. QR ОС может функционировать на аппаратной платформе компьютеров с процессорами архитектуры IA-32 и x64, поддерживает многоядерную архитектуру процессоров. QR ОС имеет внутреннюю структуру на основе монолитного ядра.

Система QP ОС предназначена для использования как в серверных направлениях информационных технологий, так и в качестве встраиваемой в аппаратно-программные комплексы. Программы под QP ОС могут иметь как консольный, так и полнофункциональный графический интерфейс.

1.1. Программная специфика

Исходные коды системы представлены на языке программирования С. В рамках QP ОС в НТП «Криптософт» разработаны собственные компилятор и компоновщик для языка С. Кроме того, на предприятии разработана и реализована среда разработки программных продуктов, исполняемых в рамках системы, а также средства отладки и профилирования программ, включающие, в том числе отладчик ядра системы и приложений пользовательского уровня. Отладка и профилирование программ возможны как на целевой машине, работающей под управлением QP ОС (встроенный отладчик), так и удаленной – с использованием ПК, работающего под управлением Microsoft Windows и имеющего COM-порт или USB интерфейс.

В QP ОС, с некоторыми ограничениями, поддерживается язык С# и среда исполнения CLR для приложений .NET. Это позволяет говорить о поддержке системой широкого класса платформонезависимых приложений. В настоящее время поддерживается стандарт .NET 4.5, в том числе распараллеливающие вычисления.

Прикладные программы для QP ОС можно разрабатывать и отлаживать как в среде MS Visual Studio под ОС Windows, так и в собственной среде разработки программ. На Рис. 1 представлен внешний вид среды разработки программ под QP ОС.

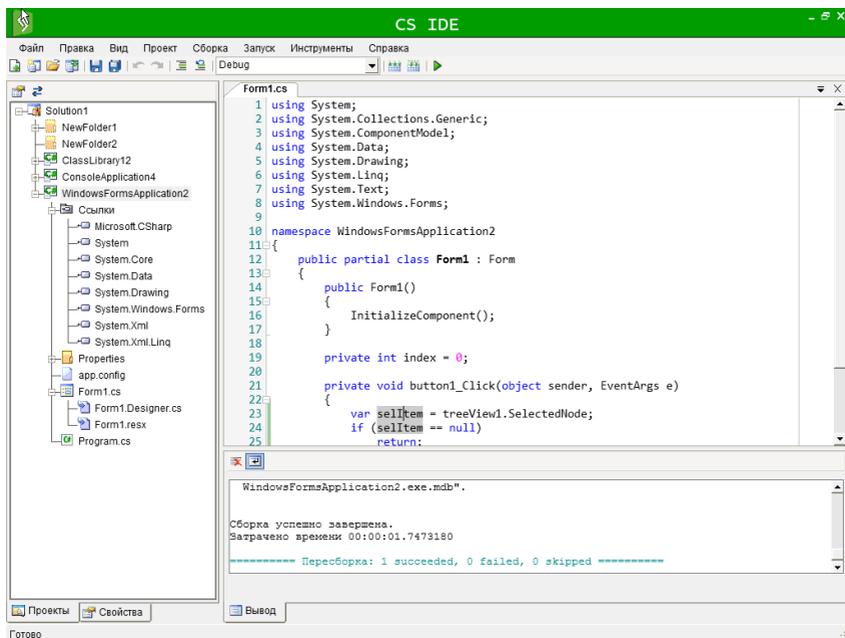


Рис. 1. Внешний вид среды разработки программ под QP ОС

QP ОС является многопользовательской операционной системой. Пользователи в системе обладают набором полномочий, заданных администратором системы. Исходя из полномочий пользователя, система определяет права доступа пользователя к объектам в составе системы на основе штатных средств системы: дискреционного контроля доступа, мандатного контроля доступа и криптографического механизма.

QP ОС допускает одновременное функционирование процессов от лица нескольких пользователей. Процессы могут быть интерактивными или работать в качестве служб. В системе реализована возможность динамического переключения во время работы между процессами и пользователями.

Для поддержки сетей передачи данных в QP ОС реализован стек протоколов TCP/IP и протокол общего доступа к данным SMB. Входящий в состав системы набор сетевых драйверов обеспечивает гибкую настройку маршрутизации сетевого трафика, обеспечивает защиту системы от сетевых атак.

1.2. Аппаратная совместимость

QP ОС поддерживает многоядерную архитектуру процессоров (в настоящий момент поддерживается до 256 процессорных ядер) и работает на платформах x86 и x64. QP ОС поддерживает до 1 Тб оперативной памяти.

В операционной системе QP ОС реализована поддержка режима Plug-and-Play с использованием ACPI, поддерживаются накопители IDE, SATA, SCSI, RAID, SAS, реализована поддержка устройств, работающих по протоколам USB до 3.0 включительно. В системе поддерживаются сети передачи данных, работающих по стандарту IEEE 802.3 (Ethernet/Fast Ethernet/Gigabit Ethernet), IEEE 802.11 (Wi-Fi). Поддерживаются стеки протоколов TCP/IP v4 и v6, а также протокол общего доступа к данным SMB.

Некоторые особенности QP ОС представлены на Рис. 2



Рис. 2. Некоторые особенности QP ОС

QP ОС может применяться для построения разнообразных информационно-вычислительных систем. Дерево компонент, доступное для построения таких систем, представлено на Рис. 3.

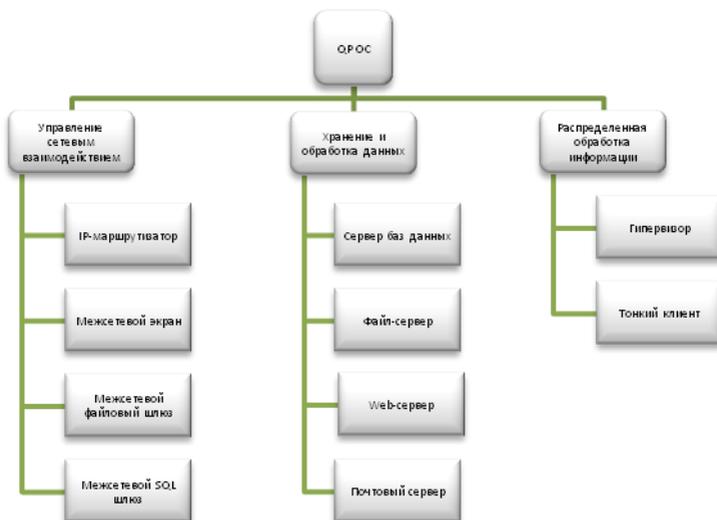


Рис. 3. Разработанные компоненты информационно-вычислительных систем в составе QP OS

1.3. Производительность QP OS

Производительность диспетчера задач ядра QP OS не уступает производительности диспетчера задач ядра ОС Windows 8. Таблица 1 отражает результаты сравнительного теста производительности диспетчера задач на функциях ожидания. Тест состоит из двух нитей, переключающихся между собой в течение 10 секунд в прямом направлении с помощью срабатывания события и в обратном направлении с помощью взведения глобальной переменной для каждого промежуточного теста. Количество переключений выступает характеристикой производительности [1],[2].

Таблица 1. Сравнительный тест производительности диспетчеров задач

Вид теста ДЗ	Windows 8 x64 (млн)	QP OS x64 (млн)	%
WaitForSingleObject	10,86	13,77	126%
WaitForMultipleObjects(Any)	11,25	8,79	78%
WaitForMultipleObjects(All)	1,85	1,91	103%

Измерения производительности проводились на компьютере Intel Core i3-3220 CPU 3.3GHz, 4 Гб ОЗУ.

2. Описание гипервизора QP VMM

Гипервизор QP VMM работает под управлением QP ОС. Гипервизор QP VMM использует аппаратную виртуализацию VMX процессоров Intel. QP VMM поддерживает 32 и 64-битный режимы работы процессоров виртуальных машин. QP VMM поддерживает работоспособность в качестве гостевых ОС большинства операционных систем семейства Windows, QP ОС, некоторых сборок Linux и других операционных систем.

2.1. Структура QP VMM

В отличие от других гипервизоров QP VMM гарантирует отсутствие пересечений по памяти между виртуальными машинами. Физические страницы памяти выделяются при старте каждой виртуальной машины и не могут быть перераспределены до окончания её работы. Данная мера повышает безопасность применения гипервизора. [3],[4].

Гипервизор QP VMM динамически перераспределяет процессорное время и в случае простоя виртуальной машины её процессорное время перераспределяется между другими задачами хостовой операционной системы. [5].

Гостевые виртуальные машины содержат в себе виртуальную аппаратуру персонального компьютера, поэтому работа гостевых ОС происходит как на обычном аппаратном компьютере. Виртуальные устройства представляют собой программные модули, работающие в составе QP VMM. [6],[7].

Некоторые особенности QP VMM представлены на Рис. 4.



Рис. 4. Некоторые особенности QP VMM

2.2. Производительность QP VMM

Для оценки производительности процессора в составе гипервизора QP VMM был применен тот же самый тест, которым оценивалась производительность диспетчера задач QP ОС. Для этого под управлением гипервизора запускалась та же самая сборка операционной системы QP ОС, что и на хостовом компьютере. В этой сборке запускалась программа измерения производительности диспетчера задач. Результаты измерения производительности сведены в ТАБЛИЦА 2.

ТАБЛИЦА 2. Сравнительный тест производительности хостовой и гостевой QP ОС

Вид теста ДЗ	QP ОС x64 (млн)	QP ОС x64 ВМ (млн)	%
WaitForSingleObject	13,77	8,37	61%
WaitForMultipleObjects(Any)	8,79	6,22	71%
WaitForMultipleObjects(All)	1,91	1,26	66%

Следует отметить, что за период с мая по октябрь 2014 года производительность QP VMM выросла примерно в 1,5 раза, однако она до сих пор отстаёт от производительности гипервизоров

VmVare и VirtualBox последних версий. В настоящее время продолжают работы над повышением производительности гипервизора QP VMM.

3. Применение в высокопроизводительных вычислениях

Благодаря постоянной работе над повышением производительности QP ОС, на данный момент она может быть использована для организации высокопроизводительных вычислений при использовании SMP серверов на аппаратной платформе IA-32/x64.

В настоящее время в НТП «Криптософт» ведутся работы по применению QP ОС в качестве программной платформы при организации высокопроизводительных вычислений. В частности, производится перенос библиотеки MPICH на платформу QP ОС с целью дальнейшего подключения компьютеров в качестве узлов кластера. Предварительные результаты переноса библиотеки показали схожие результаты производительности кластерных вычислений при использовании операционной системы QP ОС в качестве программной платформы сравнительно с ОС Windows. Использовалось следующее ПО:

- библиотека MPICH2 v1.4 отладочная сборка;
- High Performance Computing Linpack Benchmark (HPL-2.1) отладочная сборка с директивами WIN32, HPL_CALL_CBLAS;
- реализация CBLAS из библиотека GSL 1.6 - GNU Scientific Library (написана целиком на языке C, без использования Fortran, без оптимизации под конкретную аппаратную и/или программную платформу), отладочная сборка;

В ТАБЛИЦА 3 приведены сравнительные характеристики работы.

ТАБЛИЦА 3. Результаты работы тестового ПО:

ОС	Результаты
Windows 7 SP1 x86	WR00R2C4 5.031e-001 Gflops
	WR00R2C8 5.018e-001 Gflops
QP ОС x86, сборка 6739	WR00R2C4 5.009e-001 Gflops
	WR00R2C8 5.017e-001 Gflops

Тесты производились на одиночном компьютере с процессором Intel Pentium CPU G2130 @ 3.2GHz 4 Гб ОЗУ. На данный момент работы по переносу ПО на платформу QP ОС ещё не закончены, и

конечные результаты могут отличаться от представленных в таблице.

Список литературы

- [1] Егоров В.Ю. Новые подходы к диспетчеризации задач в операционных системах / В.Ю. Егоров // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки.— 2008.—№2.— с. 56-63.
- [2] Егоров В.Ю. Критерии оценки эффективности диспетчеризации задач в многопроцессорной операционной системе // Программная инженерия, 2011 г., вып. 3, с. 29-34.
- [3] Егоров В.Ю. Технологии виртуализации в операционной системе QP ОС. // Сборник докладов 2-го научно-практического семинара «Актуальные вопросы разработки и сопровождения средств защиты информации линейки QP». г. Пенза, №296-дсп, 2010 г. с. 96-104.
- [4] Егоров В.Ю. Виртуализация как средство повышения безопасности ИТ. // Сборник докладов 4-го межведомственного научно-практического семинара «Системы и средства защиты информации». г. Пенза, №260-дсп, 2012 г. с. 62-68.
- [5] Егоров В.Ю. Особенности диспетчеризации процессов при функционировании виртуальных машин // Системы и средства информатики. Дополнительный вып. – М.: Наука, 2009. с.58-67.
- [6] Егоров В.Ю., Карпов И.В., Матвеев Е.А. Технологии реализации аппаратуры компьютера в составе виртуальных машин // Системы и средства информатики. Дополнительный вып. – М.: Наука, 2009. с.68-76.
- [7] Егоров В.Ю., Шпадырев М.А. Особенности реализации устройств измерения времени в виртуальных машинах. // Системы и средства информатики, 2011, том 21, выпуск 1, с. 141-151.

V.U. Egorov, E.A. Matveev The prospect of operating system QP ОС and hypervisor QP VMM application as software platform of high-performance computing.

ABSTRACT. An article discusses of features operating system QP ОС and hypervisor QP VMM. An article also describes the qualities and features of the system. The possibilities of QP ОС and QP VMM application to construct high-performance computing are shown too.

Key Words and Phrases: Operating system QP ОС, hypervisor QP VMM, qualities, features.