

## IT@Intel – краткий обзор

Информационные технологии Intel  
Производственные технологии  
Консолидация серверов

Август 2007 года

### Краткая справка: четырёхъядерный процессор Intel® Xeon® серии 7300

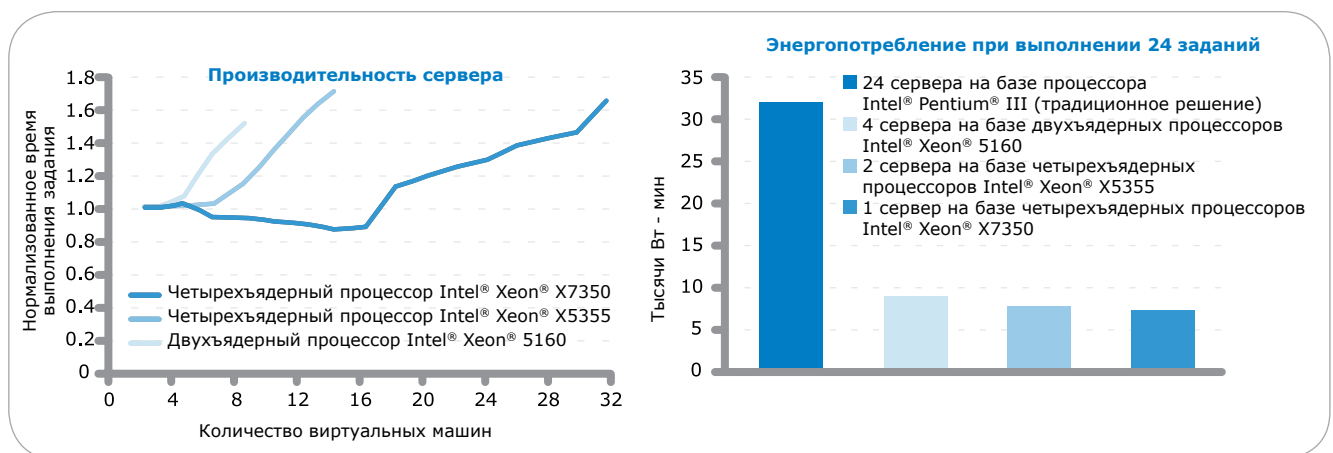
- Предсказуемая производительность при запуске до 32 консолидированных заданий
- При работе до 16 заданий время их выполнения остается постоянным
- Потенциальная экономия от использования решений консолидации составляет 23381 доллар в год

## Масштабируемая производительность для консолидации серверов в виртуализированных средах

IT-подразделение корпорации Intel провело тестирование четырехпроцессорного сервера на базе четырехъядерных процессоров Intel® Xeon® серии 7300. В процессе испытаний этот сервер продемонстрировал масштабируемую, предсказуемую производительность при изменении нагрузки – на нем выполнялось до 32 задач, консолидированных с помощью виртуальных машин (virtual machine, VM).

По мере добавления на сервер заданий с высокой интенсивностью вычислений среднее время выполнения задания оставалось приблизительно постоянным, если количество виртуальных машин не превышало 16. По мере добавления заданий (до 32) время их выполнения изменялось предсказуемо – линейно. При тестировании двухпроцессорного сервера на базе четырехъядерных процессоров Intel® Xeon® серии 5300 время выполнения заданий начинало расти при запуске более восьми виртуальных машин. При испытании двухпроцессорного сервера на базе двухъядерных процессоров Intel® Xeon® серии 5100 увеличение времени выполнения заданий начиналось, если работало больше четырех виртуальных машин. При полной нагрузке четырехпроцессорный сервер на базе процессоров Intel® Xeon® серии 7300 потребляет меньше электроэнергии на одно задание, чем остальные протестированные серверы.

Полученные нами результаты показаны на рисунке 1. Они свидетельствуют о том, что в корпоративных центрах обработки данных с высокой нагрузкой серверы на базе четырехъядерных процессоров Intel® Xeon® серии 7300 позволяют достичь высоких степеней консолидации



**Рисунок 1. Тесты для определения производительности и энергопотребления при работе консолидированных заданий с высокой интенсивностью вычислений.**

Собственные измерения Intel, июль 2007 года.

## Исходные данные

Как и другие IT-организации, IT-подразделение Intel сталкивается со значительными проблемами, связанными с необходимостью управления затратами на эксплуатацию центра обработки данных и повышения эффективности его работы. Серверный парк растет, но вычислительные ресурсы часто используются не на полную мощность. В результате увеличиваются капитальные затраты, а также расходы на поддержку, администрирование, электропитание и охлаждение.

Серверы на базе многоядерных процессоров Intel позволяют сократить затраты благодаря возможностям виртуализации и консолидации устаревших серверов, которые можно заменить на более масштабируемые, энергоэффективные и рентабельные системы.

Мы ожидаем, что четырехъядерные процессоры Intel® Xeon® серии 7300 позволят достичь гораздо больших степеней консолидации серверов, чем когда-либо раньше. Четырехъядерные серверы на базе этих процессоров могут обеспечить возможности расширения и масштабируемую производительность в корпоративных вычислительных центрах с высокой нагрузкой. Эти серверы имеют в два раза больше ядер по сравнению с серверами предыдущего поколения. Кроме того, в них используются энергоэффективные процессоры с микроархитектурой Intel® Core™. В этих серверах реализованы специализированные высокоскоростные межкомпонентные соединения (dedicated high speed interconnects, DHSI) между каждым процессором и набором микросхем, а также увеличен объем памяти.

Для сравнения потенциальных возможностей виртуализации и консолидации мы тестировали три сервера:

- Четырехпроцессорный сервер на базе четырехъядерных процессоров Intel® Xeon® X7350 (16 ядер)
- Двухпроцессорный сервер на базе четырехъядерных процессоров Intel® Xeon® X5355 (8 ядер)
- Двухпроцессорный сервер на базе двухъядерных процессоров Intel® Xeon® 5160 (4 ядра)

**Таблица 1. Конфигурации тестируемых систем**

Процессор	Тактовая частота	Кол-во ядер на один процессор	Кол-во процессоров	Общее кол-во ядер	Объем кэш-памяти на один процессор	Системная шина	Тип памяти	Объем памяти	Объем памяти на одну виртуальную машину
Четырехъядерный процессор Intel® Xeon® X7350	2,93 ГГц	4	4	16	8 МБ L2	1066 МГц DHSI	667 МГц FB DIMM RAM	64 ГБ	2 ГБ
Четырехъядерный процессор Intel® Xeon® X5355	2,66 ГГц	4	2	8	8 МБ L2	1333 МГц	667 МГц FB DIMM RAM	32 ГБ	2 ГБ
Двухъядерный процессор Intel Xeon 5160	3 ГГц	2	2	4	4 МБ L2	1333 МГц	667 МГц FB DIMM RAM	32 ГБ	2 ГБ
Процессор Intel® Pentium® III	733 МГц	1	1	1	256 КБ	133 МГц	SDRAM	2,5 ГБ	Не определено <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Не применимо: эта рабочая нагрузка не виртуализирована.

DHSI dedicated high speed interconnects (специализированные высокоскоростные межкомпонентные соединения)

FB DIMM fully buffered dual inline memory module

(полностью буферизованный модуль памяти с двухрядным расположением выводов)

FSB front side bus (системная шина)

VM virtual machine (виртуальная машина)

Цели нашего исследования заключались в следующем:

- Сравнение масштабируемости и производительности при постепенном увеличении количества виртуальных машин.
- Сравнение производительности на один ватт потребляемой мощности путем измерения общего энергопотребления и энергопотребления на одно задание.
- Оценка потенциальной экономии на эксплуатационных расходах.
- На основании этих результатов оценка возможностей серверов для консолидации рабочих нагрузок в центре обработки данных уровня предприятия.

## Методика испытаний

Мы использовали тестовое СУБД-приложение с высокой интенсивностью вычислений, относящееся к классу систем для работы с интеллектуальными ресурсами предприятия.

При тестировании каждого сервера мы последовательно добавляли рабочую нагрузку, единица которой состояла из виртуальной машины и запущенной в ней одной копии приложения. При увеличении количества виртуальных машин мы дожидались окончания выполнения всех заданий. Мы измеряли время выполнения каждого задания, потребляемую мощность и другие данные. Мы добавляли виртуальные машины до тех пор, пока не проявлялись явные тенденции изменения производительности, отражающие различия в мощности исследуемых систем.

Затем мы нормализовали данные о времени выполнения относительно наименьшей загрузки. Такой подход позволил нам сравнивать производительность, присущую каждой из серверных платформ, несмотря на разницу в тактовых частотах процессоров.

Мы также сравнивали результаты нашего тестирования трех серверов с имеющимися данными о времени выполнения одной не виртуализированной копии того же самого приложения на сервере с процессором Intel® Pentium® III – традиционном серверном решении Intel IT. Конфигурации четырех систем представлены в таблице 1.

## Результаты

По результатам тестирования выяснилось, что рассматриваемые три сервера обеспечивают существенно различные уровни масштабируемости, как показано на рисунке 1 и в таблице 2.

Однако для всех серверов мы наблюдали общую закономерность изменения производительности. По мере увеличения количества виртуальных машин среднее время выполнения заданий оставалось приблизительно постоянным до тех пор, пока количество виртуальных машин не превышало общее количество ядер.

После того как количество виртуальных машин стало превышать количество ядер, среднее время выполнения стало расти, т. к. гипервизору виртуальных машин требовалось больше времени для переключения виртуальных машин между имеющимися ядрами. Мы наблюдали предсказуемое, приблизительно линейное увеличение времени выполнения заданий по мере добавления виртуальных машин.

Различное количество ядер привело к существенным отличиям в масштабируемости. В случае с четырехъядерными процессорами Intel® Xeon® X7350 среднее время выполнения оставалось постоянным до тех пор, пока количество виртуальных машин не превышало 16, затем начинало постепенно и предсказуемо расти. Если количество виртуальных

машин было равно 24, среднее время выполнения увеличивалось на 40%, а для 32 виртуальных машин – на 70%. Для серверов на базе двухъядерных процессоров Intel® Xeon® 5160 и четырехъядерных процессоров Intel® Xeon® X5355 среднее время выполнения заданий начинало увеличиваться, когда количество виртуальных машин превышало, соответственно, 4 и 8.

Высокий уровень масштабирования, присущий четырехъядерному процессору Intel® Xeon® X7350, также способствовал повышению энергоэффективности при работе большого количества виртуальных машин. Общее энергопотребление было достаточно высоким, в частности, из-за увеличенного объема памяти и большего количества вентиляторов. Однако если запущены 24 виртуальные машины (соотношение «количество виртуальных машин/количество ядер» равно 1,5), этот сервер потребляет немного меньше электроэнергии на одно задание по сравнению с остальными серверами при таком же соотношении виртуальных машин и ядер.

Но все рассмотренные серверы на базе многоядерных процессоров потребляют гораздо меньше электроэнергии по сравнению с эталонным сервером на базе процессоров Intel® Pentium® III, на котором аналогичные задания выполнялись без виртуализации (см. таблицу 3).

**Таблица 2. Время выполнения заданий и энергопотребление**

Количество виртуальных машин	Четырехъядерный процессор Intel® Xeon® X7350					Четырехъядерный процессор Intel® Xeon® X5355					Двухъядерный процессор Intel® Xeon® 5160				
	Среднее время выполнения	Нормализованное время	Среднее энергопотребление (Вт)	Энергопотребление в минуту (Вт – мин)	Энергопотребление в минуту на одно задание (Вт – мин)	Среднее время выполнения	Нормализованное время	Среднее энергопотребление (Вт)	Энергопотребление в минуту (Вт – мин)	Энергопотребление в минуту на одно задание (Вт – мин)	Среднее время выполнения	Нормализованное время	Среднее энергопотребление (Вт)	Энергопотребление в минуту (Вт – мин)	Энергопотребление в минуту на одно задание (Вт – мин)
2	6,23	1,00	495	3083	1542	4,92	1,00	478,00	2350	1175	4,38	1,00	330,45	1448	724
4	6,40	1,03	523	3346	837	4,95	1,01	458,90	2272	568	4,67	1,06	366,40	1710	427
6	5,87	0,94	536	3148	525	5,01	1,02	479,30	2401	400	5,84	1,33	372,82	2177	363
8	5,83	0,94	557	3246	406	5,61	1,14	489,43	2747	343	6,64	1,51	370,56	2461	308
10	5,70	0,91	589	3358	336	6,64	1,35	481,08	3196	320					
12	5,58	0,90	625	3489	291	7,61	1,55	494,54	3763	314					
14	5,39	0,86	639	3443	246	8,42	1,71	489,29	4121	294					
16	5,49	0,88	675	3705	232										
18	7,04	1,13	850	5982	332										
20	7,46	1,20	842	6282	314										
22	7,81	1,25	864,68	6752	307										
24	8,08	1,30	865	6982	291										
26	8,63	1,38	876	7558	291										
28	8,90	1,43	902	8023	287										
30	9,13	1,47	911	8318	277										
32	10,34	1,66	916	9479	296										

**Таблица 3. Количество электроэнергии, необходимое для выполнения 24 заданий**

	Время выполнения	Среднее энергопотребление (Вт)	Вт – мин	Кол-во виртуальных машин на сервере	Кол-во серверов	Общее энергопотребление (Вт – мин)
Четырехъядерный процессор Intel® Xeon® X7350	8,96	823	7374	24	1	7374
Четырехъядерный процессор Intel® Xeon® X5355	7,61	495	3767	12	2	7534
Двухъядерный процессор Intel® Xeon® 5160	5,84	373	2178	6	4	8713
Процессор Intel® Pentium® III	8,28	157,5	1304	Не определено	24	31298

## Результаты

Полученные результаты свидетельствуют о том, что рассматриваемые серверы могут оказать неоценимую помощь в соблюдении соглашений об уровне услуг в виртуализированных центрах обработки данных с большой нагрузкой, когда задания могут выполняться на любом доступном сервере. Серверы на базе четырехъядерных процессоров Intel® Xeon® серии 7300 могут выполнять большое количество консолидированных заданий. При этом время их выполнения будет предсказуемым. Поэтому IT-подразделения могут поддерживать заданные уровни услуг без дополнительных инвестиций в вычислительные мощности.

Важно отметить, что в своих тестах мы применяли сценарий «наихудшего случая». Мы доводили уровень загрузки процессоров практически до 100% и изучали поведение серверов в установившемся режиме. Реальные деловые приложения отличаются от наших тестов. Нагрузка на вычислительные ресурсы обычно ниже и меняется в зависимости от времени. Такой характер нагрузки оставляет дополнительный запас мощности, который позволяет обслуживать пиковые нагрузки или запускать дополнительные виртуальные машины, оставаясь в рамках установленного уровня услуг. Мы считаем, что на практике можно достичь более высоких степеней консолидации без нарушения соглашения об уровне услуг.

На основе проведенного нами анализа можно заключить, что, используя серверы на базе четырехъядерных процессоров Intel® Xeon® серии 7300, организации могут получить существенные финансовые выгоды благодаря тому, что эти системы обладают самым высоким уровнем консолидации. Мы оценили возможное сокращение расходов на поддержку, содержание сетей хранения данных, а также затрат на электроэнергию и охлаждение. Результаты показаны на рисунке 2. В корпоративных центрах обработки данных с высокой нагрузкой при степени консолидации 24:1 можно ежегодно экономить на эксплуатационных расходах 23381 доллар.

Наши расчеты, конечно, являются неполными и не учитывают множество других факторов, позволяющих сократить расходы на эксплуатацию каждой системы: уменьшение площади вычислительного центра, количества стоек, сетевых коммутаторов и маршрутизаторов, упрощение топологии сети и связанную с этим экономией электроэнергии, затраты на резервные источники питания и системы бесперебойного питания, а также дополнительные затраты на администрирование и управление.

В тестировании участвовал сервер HP на базе четырехъядерного процессора Intel® Xeon® X7350.

Показатели и сравнительные уровни производительности измеряются для конкретных конфигураций вычислительных систем и/или компонентов и приблизительно отражают значения производительности продукции Intel® для указанных конкретных условий. Реальные значения производительности могут изменяться в зависимости от изменений конфигурации и настроек аппаратных средств или программного обеспечения системы. При принятии решения о приобретении тех или иных систем и компонентов покупателям рекомендуется обращаться также к другим источникам информации об их производительности. Более подробную информацию о тестах производительности и производительности продукции Intel® можно найти на Web-сайте корпорации Intel «Ограничения тестов производительности» по адресу: [www.intel.com/performance/resources/benchmark\\_limitations.htm](http://www.intel.com/performance/resources/benchmark_limitations.htm).

Этот материал представлен исключительно в информационных целях. МАТЕРИАЛЫ ПРЕДОСТАВЛЯЮТСЯ ПО ПРИНЦИПУ «КАК ЕСТЬ», БЕЗ КАКИХ-ЛИБО ГАРАНТИЙ, ВКЛЮЧАЯ, В ЧИСЛЕ ПРОЧЕГО, ГАРАНТИИ В ОТНОШЕНИИ ИХ РЫНОЧНЫХ КАЧЕСТВ, НЕНАРУШЕНИЯ ПРАВ НА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНУЮ СОБСТВЕННОСТЬ, ПРИГОДНОСТИ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В ТЕХ ИЛИ ИНЫХ КОНКРЕТНЫХ ЦЕЛЯХ, А ТАКЖЕ ЛЮБЫЕ ИНЫЕ ГАРАНТИИ, ВОЗНИКАЮЩИЕ В СВЯЗИ С ЛЮБЫМ ПРЕДЛОЖЕНИЕМ, СПЕЦИФИКАЦИЕЙ ИЛИ ОБРАЗЦОМ. Корпорация Intel не несет никакой ответственности за использование информации, приведенной в данном документе, в том числе ответственности за возможное нарушение каких-либо прав собственности. Этот документ никоим образом, в том числе процессуальным порядком или иным способом, не предоставляет прямых или косвенных прав на использование интеллектуальной собственности. Intel, логотип Intel, Intel. Leap ahead, и логотип Intel. Leap ahead., Intel Core, Pentium и Xeon являются товарными знаками корпорации Intel в США и других странах.

\*Другие наименования и товарные знаки являются собственностью своих законных владельцев.

Корпорация Intel © 2007 г. Все права защищены.

0807/SEP/RDA/PDF Номер ITAI: 07-1407b

Значение этих потенциальных источников экономии растет с повышением степени консолидации при использовании серверов на базе четырехъядерных процессоров Intel® Xeon® серии 7300. Для обеспечения одинаковой вычислительной мощности таких систем требуется меньше, чем однопроцессорных или двухпроцессорных серверов.

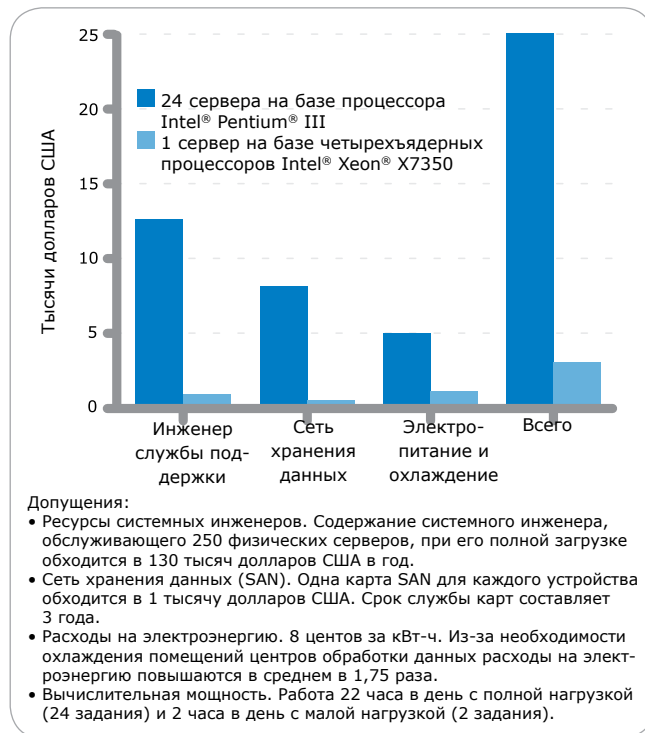


Рисунок 2. Изменение затрат при консолидации 24 серверов на одном.

## Сокращения

DHSI	dedicated high speed interconnects (специализированные высокоскоростные межкомпонентные соединения)
FB DIMM	fully buffered dual inline memory module (полностью буферизованный модуль памяти с двухрядным расположением выводов)
FSB	front side bus (системная шина)
SLA	service level agreement (соглашение об уровне услуг)
UPS	uninterruptible power supply (источник бесперебойного питания)
VM	virtual machine (виртуальная машина)
W-M	Watt-minutes (ватт/минут)

