

Техническая проверка

Тестирование производительности критически важных рабочих нагрузок при использовании различных подходов

Тони Палмер и Керри Долан, старшие аналитики по проверке ИТ-систем
Июль 2018 г.

Настоящий отчет ESG Lab был подготовлен по заказу Cisco и распространяется по лицензии ESG.

Содержание

Введение	3
Общие сведения.....	3
Выполнение рабочих нагрузок уровня 1 в гиперконвергентной инфраструктуре.....	4
Ключевые показатели, которые необходимо учитывать при оценке решения HCI	4
Применяемые в отрасли подходы к HCI: программные и аппаратно-программные решения.....	5
Модели распространения решений HCI	5
Подход Cisco к аппаратно-программным решениям HCI	5
Техническая проверка ESG	8
Тестирование критически важных рабочих нагрузок	9
Агрегация значений IOPS, полученных при тестировании из инструмента Vdbench	10
Тестирование ESG.....	10
Вся правда.....	17

Отчеты о проверках ESG

Цель отчетов о проверках ESG — проинформировать ИТ-специалистов о решениях в сфере информационных технологий для компаний различного типа и размера. Отчеты о проверках ESG не предназначены для замены процесса оценки, который должен осуществляться до принятия решения о покупке. Их цель — предоставить анализ развивающихся технологий. Мы стремимся изучить некоторые из наиболее ценных возможностей и функций ИТ-решений, показать, как их можно использовать для решения фактических задач, встающих перед заказчиками, и выявить области, требующие улучшения. Мнение специалистов ESG из группы проверки основывается на нашем собственном практическом тестировании, а также на интервью с заказчиками, которые используют эти продукты в производственной среде.

Введение

В этом отчете задокументирована выполненная ESG Lab проверка тестирования производительности гиперконвергентной инфраструктуры (HCI) Cisco HyperFlex, целью которой являлось сравнение аппаратно-программного флеш-решения Cisco HyperFlex на платформе Cisco UCS с двумя программными решениями HCI от ведущих поставщиков, работа которых на оборудовании Cisco UCS для поддержки критически важных рабочих нагрузок была проверена независимым образом.

Общие сведения

Сегодня организациям необходима высочайшая гибкость и адаптивность, которые позволили бы им быстро добавлять новые приложения и виртуальные машины в критически важные производственные среды и отвечать потребностям бизнеса. Подобного уровня адаптивности крайне трудно достичь, используя разрозненные, статические вычислительные ресурсы, сети и системы хранения данных, которыми нужно управлять отдельно. Это одна из причин популярности гиперконвергентных инфраструктур (HCI). Гиперконвергентная инфраструктура обеспечивает единое, централизованно управляемое решение, включающее программно-определяемые вычислительные средства, сетевые ресурсы и систему хранения данных. Такие решения отличаются гибкостью, масштабируемостью и простотой развертывания.

Популярность решений для гиперконвергентных инфраструктур существенно выросла с момента их появления на рынке. Это подтверждается исследованием, проведенным недавно ESG: 57 % респондентов сообщили, что они уже используют или планируют использовать решения HCI¹. Это неудивительно, если учитывать факторы, подталкивающие к внедрению гиперконвергентных инфраструктур. Наиболее часто респонденты упоминали следующие из них: масштабируемость (31 %), совокупную стоимость владения (28 %), простоту развертывания (26 %) и упрощение управления системами (24 %).

Рис. 1. Использование решений для гиперконвергентной инфраструктуры в различных организациях

Укажите, используются ли технологические решения для гиперконвергентной инфраструктуры Мин. = 266, ин. = 266, вашей организации (Мин. = 266, ин. = 266, цент респондентов, N = 537).



Источник: Enterprise Strategy Group

¹ Источник: результаты проведенного компанией ESG опроса [Тенденции в области конвергентных и гиперконвергентных инфраструктур](#), октябрь 2017 г.

Выполнение рабочих нагрузок уровня 1 в гиперконвергентной инфраструктуре

Рассматривая вопрос о перемещении в среду HCI критически важных рабочих нагрузок, выполнение которых традиционно обеспечивается трехуровневой архитектурой или решениями для конвергентной инфраструктуры (CI), необходимо тщательно оценить выбираемое решение. Выполнение сложных рабочих нагрузок может выявить архитектурные недостатки в решении HCI, не адаптированном к требованиям данной рабочей нагрузки. Платформа HCI, развернутая для поддержки рабочей нагрузки уровня 1, должна не только обеспечивать высокое число операций ввода-вывода в секунду (IOPs) и низкую задержку чтения и записи, но и работать согласованно и предсказуемо. Очень большое значение для увеличения производительности работы конечных пользователей в организации имеют предсказуемая производительность и устойчивые показатели работы виртуальных машин.

Ключевые показатели, которые необходимо учитывать при оценке решения HCI

Простота больше не является единственным приоритетом, по мере появления на рынке все большего числа решений HCI при принятии решений о покупке также стала учитываться производительность. Однако многие решения по-прежнему не могут обеспечить согласованность и высокую производительность, необходимые для критически важных рабочих нагрузок. Хотя архитектура HCI первого поколения работала на серверах x86, связанных через недорогие стандартные коммутаторы, крайняя важность рабочих нагрузок уровня 1 привела к тому, что компании, предлагающие программные решения HCI, стали проверять работу своего ПО на надежном аппаратном обеспечении корпоративного класса, таком как Cisco UCS.

Число операций ввода-вывода в секунду (IOPS). Внедрение систем хранения данных на основе флеш-памяти существенно упростило задачи ввода-вывода в традиционных, совместно используемых средах хранения данных, однако в кластерных средах, таких как HCI, общее значение IOPS может существенно различаться в зависимости от сетевого соединения между узлами, а также от уровня программного обеспечения, на котором работает решение HCI. Для развертывания решений HCI очень важно оценить как общее число операций ввода-вывода в секунду, обеспечиваемое кластером, так и постоянство этого показателя. Постоянство производительности виртуальных машин было непросто обеспечить с самого начала внедрения виртуализированных вычислений, однако проблема может стать еще более очевидной в развертываниях HCI. Это связано с тем, как происходит запись данных на уровне программного обеспечения в рамках кластера.

Задержка. Число операций ввода-вывода в секунду — важный показатель производительности. Однако при покупке решения HCI также следует учитывать влияние задержек на работу приложений. В кластерных средах, таких как HCI, может существовать множество узких мест, таких как производительность системы хранения данных, скорость отклика программного обеспечения и пропускная способность сети. Все эти факторы могут влиять на задержку в работе приложений. Для пользователей увеличение задержки означает снижение скорости отклика приложений.

- **Задержка чтения.** Время, необходимое контроллеру системы хранения данных для поиска и доставки соответствующих блоков данных. Согласно оценке, приведенной в этом документе, для флеш-памяти эта величина включает время, необходимое подсистеме флеш-памяти для поиска необходимых блоков данных и подготовки их к передаче, а также время передачи данных по сети.
- **Задержка записи.** Это время, которое контроллер системы хранения данных затрачивает на выполнение всех действий, необходимых для записи блоков данных, включая определение правильного места для данных, выполнение вспомогательных операций (стирание блока, копирование и очистка динамической памяти), а затем запись и отправку подтверждения записи узлу.

- **Общая задержка.** Комбинация задержек чтения и записи, которая рассчитывается исходя из соотношения числа операций чтения и записи, используемых приложением. Например, для рабочей нагрузки, которая состоит из 70 % операций чтения и 30 % операций записи, общая задержка будет равна среднему значению результатов для операций чтения и записи с весовыми коэффициентами согласно их процентной доле.

Применяемые в отрасли подходы к HCI: программные и аппаратно-программные решения

Гиперконвергентная инфраструктура должна была стать следующим этапом в эволюции концепции модульного центра обработки данных. Целью было упрощение конвергентной инфраструктуры на уровне стойки для развертывания на уровне узлов. В отличие от трехуровневой инфраструктуры под управлением общей программной платформы, гиперконвергентная инфраструктура сочетает в себе виртуализированные вычислительные ресурсы и программно-определяемую систему хранения данных, которые интегрированы на уровне программного обеспечения и развернуты в одном шасси для создания узла. Узлы соединяются через сетевые коммутаторы, формируя общий пул ресурсов, который можно масштабировать по запросу путем добавления нового узла в кластер. Предлагая решения HCI на рынке, поставщики используют различные подходы.

Модели распространения решений HCI

Реализованная программными средствами гиперконвергентная инфраструктура. Эта модель сосредоточена на уровне программного обеспечения, который используется для интеграции вычислительных ресурсов и системы хранения данных в одном узле. Пользователи приобретают программное обеспечение HCI, которое может быть установлено либо собственными силами, либо третьей стороной на стандартных серверах. Поначалу развертываемые решения HCI, как правило, предназначались для поддержки рабочих нагрузок уровня 2 или даже уровня 3, поэтому обычно это программное обеспечение развертывалось на готовых серверах и подключалось через недорогие стандартные коммутаторы для снижения расходов. По мере развития решений HCI и развертывания все большего числа важных рабочих нагрузок возникла потребность в работе HCI на надежных аппаратных платформах. Важно отметить, что не все производители аппаратного обеспечения проводят одинаковые проверки, поэтому для потенциальных пользователей было бы разумно тщательно ознакомиться с полной информацией о таких типах систем. Развертывание программного обеспечения на аппаратной платформе, не прошедшее проверку всеми участвующими сторонами, может привести к появлению взаимных претензий и создать риски, которые превышают допустимые для ряда организаций.

Аппаратно-программное решение HCI. Эта модель обеспечивает самый простой способ развертывания решения HCI. Преимущественно продается поставщиками уровня 1. Пользователи, выбирающие такой подход, получают устройства на основе надежных аппаратных платформ, которые поставляются с предустановленным программным обеспечением. Поставщики выбирают такой подход, поскольку он позволяет им спроектировать и оптимизировать каждый компонент HCI (вычислительные ресурсы, сетевые средства и система хранения данных), включив их в одно устройство. Аппаратно-программные решения HCI снижают риск, предоставляя пользователям проверенные в заводских условиях конфигурации, функционирование и поддержка которых гарантируются единым поставщиком программного обеспечения для вычислений, организации сетей и хранения данных. Важно отметить, что некоторые устройства создаются совместно поставщиками аппаратного и программного обеспечения и степень оптимизации уровней аппаратного и программного обеспечения может различаться и влиять на общую производительность.

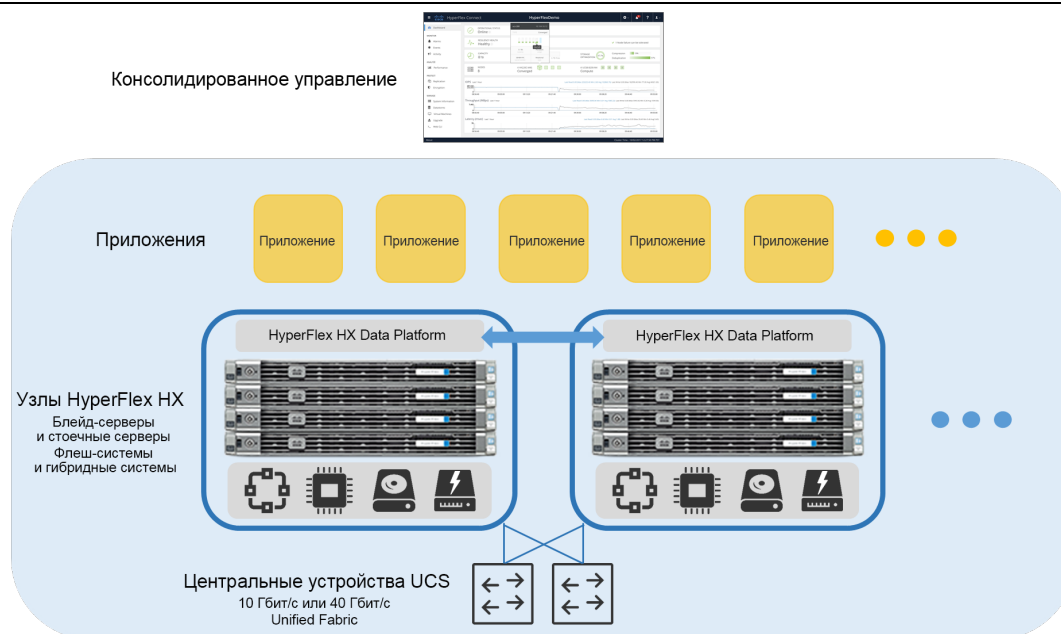
Подход Cisco к аппаратно-программным решениям HCI

Cisco HyperFlex — это аппаратно-программная гиперконвергентная система, которая объединяет вычислительные ресурсы и программно-определяемую систему хранения данных, а также полностью интегрированные сетевые средства, оптимизированные для потока горизонтального трафика платформы HCI. Эта полностью интегрированная

платформа предназначена для независимого масштабирования ресурсов и обеспечивает неизменно высокую производительность. Решение Cisco HyperFlex спроектировано на платформе Cisco UCS, сочетая ее преимущества (такие как автоматизация на основе политик для серверов и сетей) с преимуществами распределенной файловой системы платформы HX Data Platform, что обеспечивает гиперконвергенцию.

Это решение поддерживает рабочие нагрузки всех уровней, от важнейших приложений центра обработки данных до удаленных филиалов. В последнем обновлении HX 3.0 добавлена поддержка гипервизора Microsoft Hyper-V в дополнение к гипервизору VMware ESXi, а также поддержка мультиоблачных и контейнеризованных сред. Для развертывания HyperFlex необходим кластер по крайней мере с тремя узлами для обеспечения высокой доступности. Репликация данных выполняется по крайней мере на два узла, а третий узел используется для защиты от сбоев одного из узлов.

Рис. 2. Гиперконвергентная инфраструктура Cisco HyperFlex



Источник: Enterprise Strategy Group

Узлы HyperFlex серии HX спроектированы на платформе Cisco UCS и работают на базе новейших процессоров Intel Xeon. В их состав входят следующие компоненты.

- **Cisco HyperFlex HX Data Platform.** Ядром любого решения HCI является программная платформа. Платформа HX Data Platform была разработана специально для программно-определяемой системы хранения данных в решении HCI. Платформа HX Data Platform, выступающая в роли контроллера на каждом узле, — это высокопроизводительная распределенная файловая система, которая объединяет всю емкость твердотельных и жестких дисков в кластере в распределенное, многоуровневое, объектное хранилище, равномерно размещая данные по всему кластеру. Она также предоставляет корпоративные информационные сервисы, такие как создание моментальных снимков, динамическое выделение ресурсов и мгновенное клонирование. Репликация данных на основе политик в рамках всего кластера обеспечивает высокую доступность. Динамическое размещение данных в ОЗУ, кеше и на различных уровнях дисковой емкости оптимизирует производительность приложений, а встроенные средства постоянной дедупликации и сжатия данных оптимизируют использование емкости.

- HX Data Platform обрабатывает все запросы на чтение и запись для томов, доступных гипервизору. Равномерное распределение данных по всему кластеру позволяет избежать появления «горячих точек» в кластере, сети и системе хранения данных. Кроме того, достигается оптимальная производительность ввода-вывода для виртуальных машин, независимо от их местоположения. Операции записи направляются в кеш на локальном SSD-накопителе и параллельно реплицируются на удаленные SSD-накопители до того, как запись будет подтверждена. Чтение данных по возможности выполняется с локального SSD, в ином случае данные извлекаются с удаленного накопителя.
- Журнально-структурированная файловая система — это распределенное объектное хранилище, в котором используется настраиваемый кеш на SSD-накопителях для ускорения чтения и записи, а емкость уровней постоянного хранения сформирована жесткими (в гибридных системах) или SSD-накопителями (во флеш-системах). Когда данные перемещаются на уровни постоянного хранения, для повышения производительности они записываются в ходе одной последовательной операции. Непрерывная дедупликация и сжатие выполняются в ходе перемещения данных из оперативной памяти в постоянную. Данные перемещаются после подтверждения записи, поэтому это не влияет на производительность.
- **Вычислительные узлы Cisco UCS.** В кластер можно объединять как стоечные, так и блейд-серверы UCS. Между двумя узлами должен быть один сетевой переход для обеспечения максимальной межузловой пропускной способности и низкой задержки. HyperFlex позволяет изменять соотношение блейд-серверов с интенсивной нагрузкой на ЦП (вычислительные узлы) и узлов с высокими требованиями к емкости системы хранения (узлы HX). Поэтому пользователи могут оптимизировать систему по мере изменения потребностей приложений. Доступны узлы на основе флеш-накопителей и гибридные узлы.
- **Унифицированная фабрика коммутации Cisco Unified Fabric. Центральные устройства UCS 6200/6300** обеспечивают возможность создания программно-определяемых сетей. Высокая пропускная способность, низкая задержка и подключения в коммутационной фабрике со скоростью 40 и 10 Гбит/с обеспечивают высокий уровень доступности, поскольку данные надежно распределены и реплицированы в рамках всего кластера. Сеть позволяет легко и безопасно масштабировать кластеры HX. Архитектура с полной взаимной связностью между узлами разработана для обеспечения максимальной эффективности ПО системы хранения данных и повышает производительность кластера в целом.
- **Ориентированная на приложения инфраструктура Cisco (ACI)** для автоматизированного выделения ресурсов. Инфраструктура ACI обеспечивает автоматизацию развертывания сети, работу сервисов приложений, политики безопасности и размещение рабочих нагрузок согласно определенным сервисным профилям. В результате развертывание выполняется быстрее, точнее, безопаснее и дешевле. Инфраструктура ACI автоматически направляет трафик, чтобы оптимизировать производительность и использование ресурсов, и перенаправляет его в обход «горячих точек», тем самым повышая эффективность работы сети.
- **Поддержка различных ведущих отраслевых гипервизоров, включая VMware ESXi и vCenter, а также Microsoft Hyper-V.** Гипервизор и приложение управления уже предустановлены, благодаря чему пользователь получает привычный интерфейс управления для всего аппаратного и программного обеспечения.

Cisco HyperFlex дает множество преимуществ, некоторые из которых описаны ниже.

- **Высокая производительность.** В дополнение к упомянутым выше функциям повышения производительности HyperFlex Dynamic Data Distribution безопасно и равномерно распределяет данные по всем узлам кластера, сокращая количество узких мест.

- **Быстрое и простое развертывание.** Предварительно интегрированный кластер можно развернуть, просто подсоединив его к сети и включив питание. Настройка и подключение узлов осуществляются через сервисные профили на платформе Cisco UCS. Согласно данным Cisco, полученным от заказчиков, время развертывания обычно составляет менее часа.
- **Консолидированное управление.** Мониторинг и управление системой осуществляется посредством Cisco HyperFlex Connect или Cisco Intersight, что позволяет устранить разрозненность управления вычислительными ресурсами и ресурсами хранения данных. С помощью HyperFlex Connect организации могут контролировать кластеры и управлять ими из любой точки и в любое время, используя показатели и тенденции, на протяжении всего жизненного цикла. Intersight представляет собой дополнительную платформу на основе облака, с помощью которой пользователи могут управлять всей инфраструктурой Cisco HyperFlex и Cisco UCS, включая традиционные, гиперконвергентные, периферийные системы, а также филиалы и удаленные офисы, используя единый облачный графический интерфейс пользователя.
- **Независимое масштабирование.** В отличие от других систем HCI, HyperFlex позволяет независимо масштабировать вычислительные ресурсы и ресурсы хранения данных без необходимости добавлять в кластер полноценные узлы. Пользователи могут без труда внедрять вычислительные узлы с серверами UCS, используя центральные устройства, чтобы расширить вычислительные ресурсы кластера. А если требуется большее количество ресурсов хранения, можно добавить отдельные накопители в каждый узел; данные будут перераспределены автоматически. Таким образом обеспечиваются необходимые ресурсы для нормальной работы различных приложений, при этом не выполняется масштабирование путем добавления заранее определенных узлов (что означает и дополнительные затраты на лицензирование ПО).

Техническая проверка ESG

Тестирование проводилось с использованием стандартных инструментов и методик. Его целью являлось сравнение производительности аппаратно-программного решения Cisco HCI (HyperFlex) с двумя программными решениями HCI от ведущих поставщиков, одобренными для работы на платформе Cisco UCS в рамках указанных рекомендаций по обеспечению совместимости аппаратного обеспечения. Основная часть тестирования была проведена с помощью инструментов HClBench и HXBench, предназначенных для тестирования производительности кластеров HCI, на которых развернуты виртуальные машины. Оба инструмента используют инструмент Vdbench Oracle и автоматизируют весь процесс, который включает в себя развертывание виртуальных машин, координацию выполнения рабочей нагрузки, агрегацию результатов тестирования и сбор данных.

Это тщательное тестирование было выполнено с использованием строгой методологии, включая многомесячный сбор базовых показателей и итеративное тестирование. Несмотря на то что полезные данные о производительности часто можно получить с помощью короткого тестирования, эталонные тесты выполнялись в течение длительных периодов времени для наблюдения за работой системы в условиях, близких к среде заказчика. Кроме того, тесты выполнялись многократно и никогда не следовали один за другим сразу: между тестами проходило несколько дней или недель, а результаты были усреднены. Все это повышает достоверность за счет снижения вероятности того, что на результаты повлияли какие-либо случайные обстоятельства. Помимо этого, тестирование проводилось с использованием достаточно больших наборов данных, для того чтобы удостовериться в том, что они не остаются в кеше, а перемещаются во внутреннее хранилище в каждом кластере².

²При оценке технологических решений заказчикам рекомендуется детально разобраться в том, как проводилось тестирование на стороне поставщика. Сроки тестовых прогонов, объемы данных и другие параметры оказывают существенное влияние на результаты тестирования производительности; эти результаты могут отвечать или не отвечать требованиям конкретной среды заказчика.

Тестирование критически важных рабочих нагрузок

Испытательная модель включала четырехузловой кластер HyperFlex HX220c версии 2.6. Сопоставимые программные решения HCI работали в четырехузловых системах UCS C220 и C240 с аналогичной конфигурацией. Сведения о конфигурации представлены в таблице 1.

Таблица 1. Протестированные конфигурации HCI

Платформа	Узлы	Процессоры/ядра На каждый узел	ОЗУ На каждый узел	Кеш-память На каждый узел	Емкость запоминающего устройства На каждый узел	Гипервизор
Cisco HyperFlex — аппаратно-программное решение HCI на платформе Cisco UCS	Четыре	2 x E5-2680, 28 ядер	512 ГБ	800 ГБ Производительность	6 твердотельных накопителей по 960 ГБ Значение	VMware vSphere 6.5
Программное решение HCI от поставщика А, проверенное на платформе Cisco UCS	Четыре	2 x E5-2695, 36 ядер	512 ГБ	Примечание ³	6 x 1,6 ТБ/ Производительность	VMware vSphere 6.5
Программное решение HCI от поставщика В, проверенное на платформе Cisco UCS	Четыре	2 x E5-2680, 28 ядер	256 ГБ ⁴	800 ГБ Производительность	6 твердотельных накопителей по 960 ГБ Значение	VMware vSphere 6.5

Источник: Enterprise Strategy Group

В тестах OLTP использовались 4 виртуальные машины и рабочий набор объемом 3,2 ТБ; в тесте со смешанной рабочей нагрузкой использовались 140 виртуальных машин (35 виртуальных машин на один узел) с 4 виртуальными процессорами, 4 ГБ ОЗУ, одним диском 40 ГБ и RHEL версии 7.2 в каждой ВМ. Размер рабочего набора — 5,6 ТБ. Время выполнения тестов составляло от 1 до 5 часов с 5-минутным переходом на рабочий режим перед каждым тестом и минимум 1-часовым перерывом между тестами. Перед запуском каждого теста выполнялась предварительная запись данных на каждую виртуальную машину с помощью инструмента тестирования. Это гарантирует, что в тесте считываются реальные данные и запись выполняется поверх существующих блоков, а не просто возвращаются пустые или нулевые значения непосредственно из ОЗУ. Подобное происходит, если предварительная запись данных не выполнена. Таким образом, это важный шаг, позволяющий убедиться, что тест точно отражает выполнение чтения и записи данных в прикладной

³Примечание. Для проверенных конфигураций поставщиков необходимо использовать только твердотельные накопители корпоративного класса без кеш-памяти.

⁴Доступный объем ресурсов ЦП и ОЗУ не оказал ощутимого влияния на производительность в решениях различных поставщиков. Объем используемых ресурсов ЦП и ОЗУ на каждом узле для всех поставщиков был существенно меньше доступного объема.

среде. Предварительная загрузка такого большого рабочего набора может занять несколько часов, но это разумные временные затраты: в итоге удается получить более точные результаты теста производительности.

Тестирование проводилось с использованием профилей ввода-вывода, предназначенных для имитации сложных, критически важных рабочих нагрузок (включая OLTP с использованием хранилищ данных Oracle и SQL Server), а также работы сервера виртуальных приложений и приложений рабочего стола. Размеры блоков были заданы согласно имитируемым приложениям с полностью случайным доступом к данным. Виртуальные машины по своей природе создают случайный ввод-вывод за счет сочетания операций ввода-вывода из множества приложений и рабочих нагрузок. Важно отметить, что все тесты были проведены с использованием сжатия и дедупликации на кластере Cisco HX. Решения от других поставщиков предоставляют возможность отключить сжатие и дедупликацию, поэтому для этих систем тесты проводились в обоих режимах.

Агрегация значений IOPS, полученных при тестировании из инструмента Vdbench

Инструмент Vdbench использует определенную методологию для получения агрегированного значения IOPS в ходе сравнительного тестирования. Агрегированные значения IOPS рассчитываются на основе средних значений IOPS, предоставленных для проверки работы виртуальных машин (ВМ) на различных уровнях рабочей нагрузки (12 кривых с рабочей нагрузкой от 20 до 100 %). Средние значения IOPS каждой виртуальной машины в тесте впоследствии агрегируются для получения соответствующего тестового значения IOPS в каждом тесте. Например, приведены агрегированные значения IOPS, полученные от 4 тестовых виртуальных машин и каждой из 12 кривых нагрузки этим машин.

Примечание. Агрегированное тестовое значение IOPS нельзя использовать для определения объема рабочих нагрузок конкретных приложений.

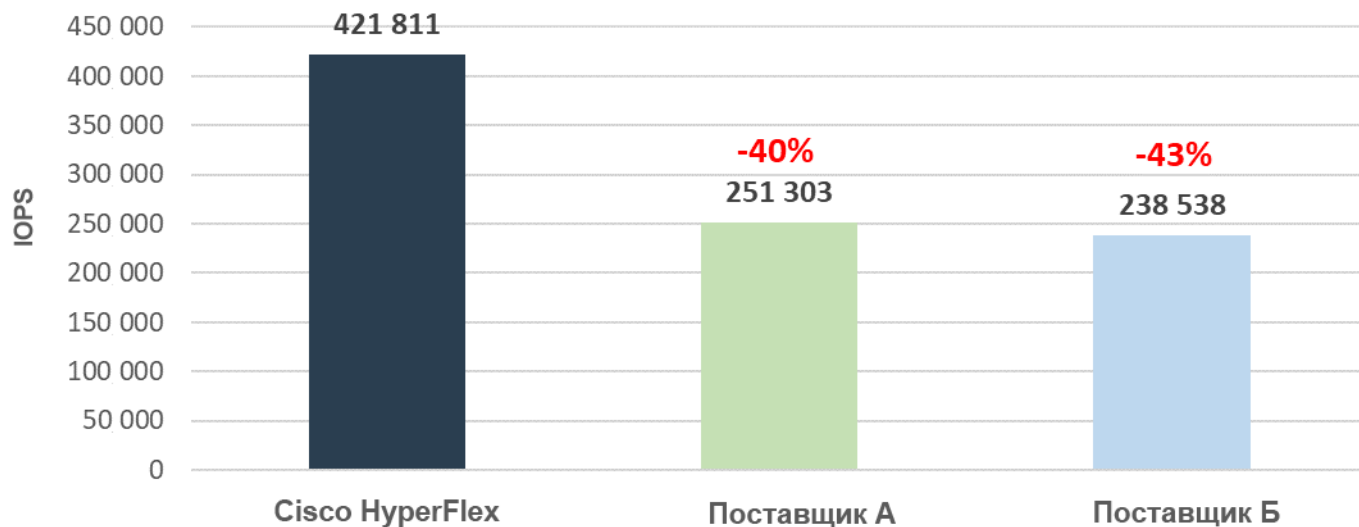
Тестирование ESG

В первую очередь в ESG Lab проанализировали рабочую нагрузку OLTP, предназначенную для имитации среды Oracle⁵. Инструмент Vdbench был использован для создания рабочей нагрузки, обеспечивающей различные объемы передаваемых данных и соотношения числа операций чтения и записи. В профиле Vdbench был задан коэффициент дедупликации 3, размер блока 4 КБ и коэффициент сжатия 3. Тест был проведен с использованием 4 виртуальных машин.

В ходе 4-часового тестирования решение HyperFlex агрегировало более чем 420 000 тестовых значений IOPS в инструменте Vdbench; общее время отклика составило всего 447 мкс, как показано на рис. 3. Программные решения HCI поставщиков А и В смогли обеспечить поддержку 238 000 и 251 000 тестовых IOPS соответственно.

⁵Для имитации шаблонов ввода-вывода и данных, создаваемых приложениями Oracle, был использован общедоступный профиль Vdbench. Эти результаты не следует интерпретировать как показатели работы приложений Oracle.

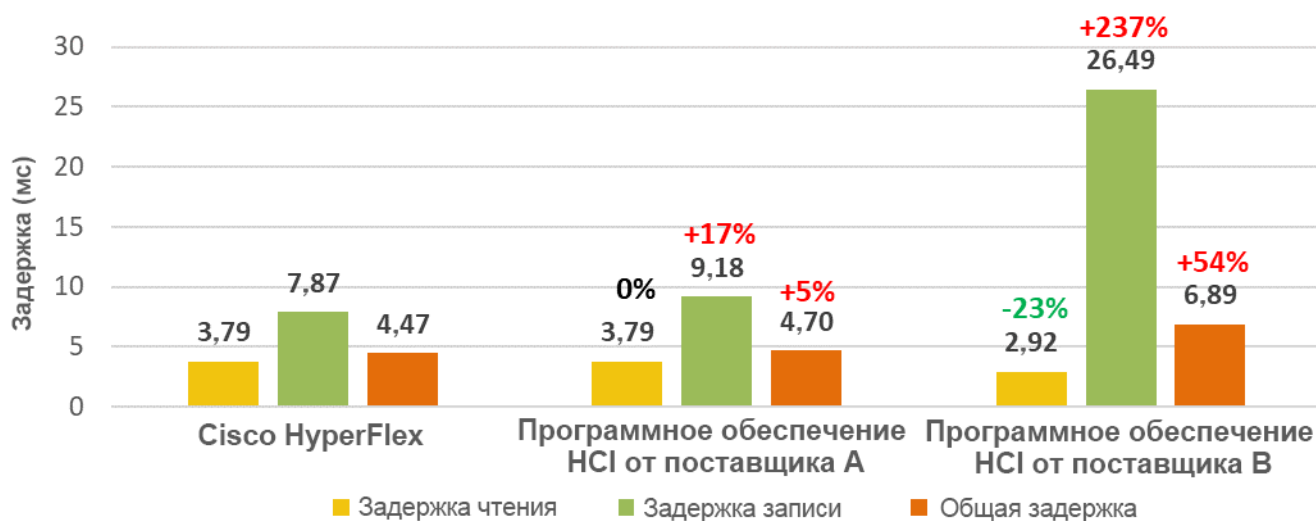
Рис. 3. Рабочая нагрузка Oracle OLTP: агрегация тестовых значений IOPS



Источник: Enterprise Strategy Group

Значения времени отклика были сопоставимы во всех системах; существенное исключение составила задержка записи в решении от поставщика В (в среднем — 26,49 мс). Во всех системах были включены дедупликация и сжатие.

Рис. 4. Рабочая нагрузка Oracle OLTP: время отклика



Источник: Enterprise Strategy Group

В ESG Lab также проанализировали эту же рабочую нагрузку на двух альтернативных системах с выключенными дедупликацией и сжатием, чтобы определить возможное влияние этих технологий на выполнение рабочей нагрузки Oracle.

Рис. 5. Влияние дедупликации и сжатия на рабочую нагрузку Oracle OLTP

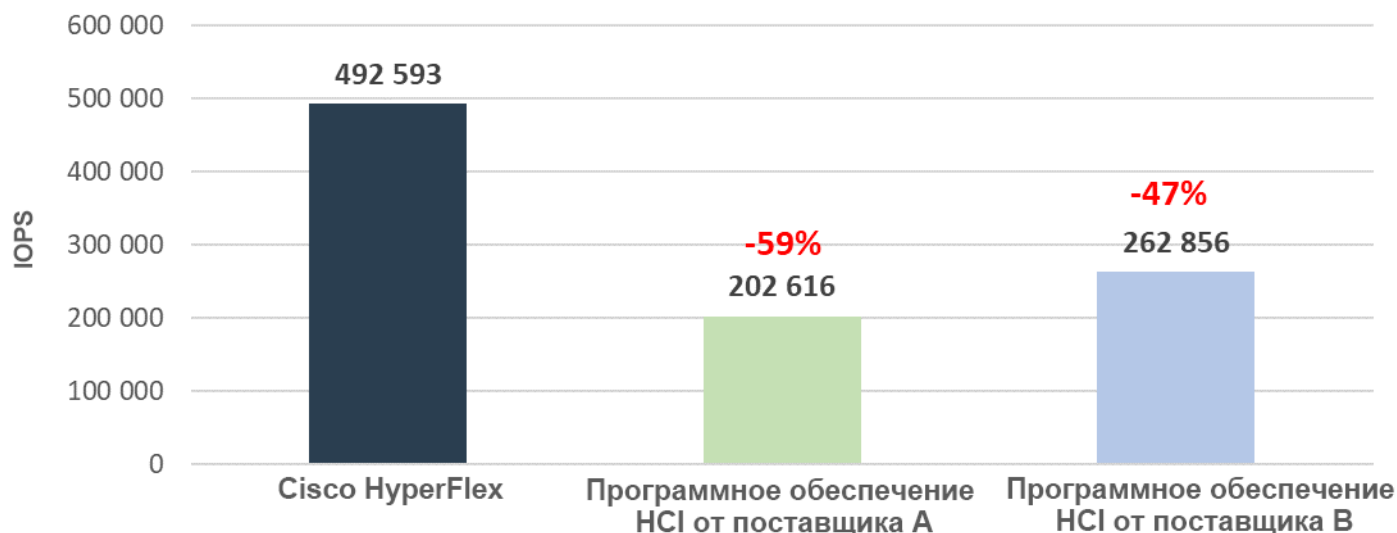


Источник: Enterprise Strategy Group

Как показано на рис. 5 для поставщиков программных решений HCI, сжатие и дедупликация снижают производительность на 28 %. В решении Cisco HyperFlex дедупликация и сжатие встроены и всегда включены, поэтому оба результата подразумевают, что дедупликация и сжатие были включены.

Затем мы проанализировали рабочую нагрузку OLTP, предназначенную для имитации среды Microsoft SQL Server⁶. Есть малозаметные, но потенциально существенные различия, которые необходимо учитывать при тестировании рабочих нагрузок Oracle и SQL. Инструмент Vdbench был использован для создания рабочей нагрузки, обеспечивающей различные объемы передаваемых данных и соотношения числа операций чтения и записи. В профиле Vdbench был задан коэффициент дедупликации 2, размер блока 4 КБ и коэффициент сжатия 2. Этот тест также был проведен с использованием 4 виртуальных машин.

Рис. 6. Рабочая нагрузка SQL Server OLTP: агрегация тестовых значений IOPS

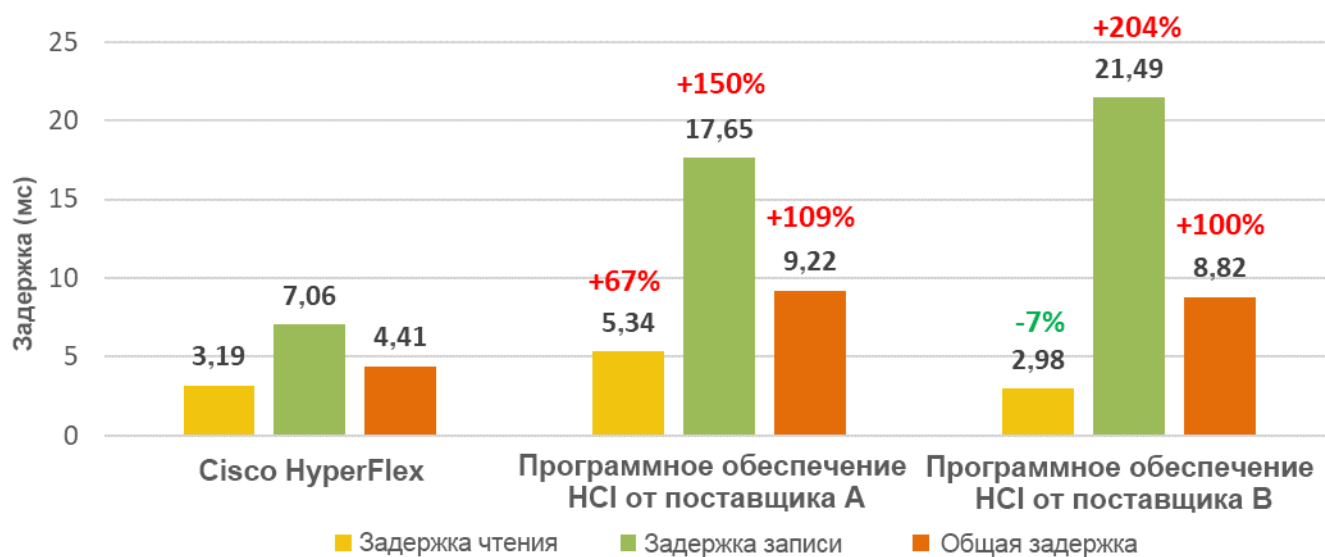


⁶Для имитации шаблонов ввода-вывода и данных, создаваемых SQL Server, был использован общедоступный профиль Vdbench. Эти результаты не следует интерпретировать как показатели работы приложений SQL.

Источник: Enterprise Strategy Group

Как видно на рис. 6, кластер Cisco HyperFlex обеспечивает более чем в два раза большее число тестовых значений IOPS по сравнению с программным решением HCI от поставщика А и почти вдвое большее по сравнению с решением от поставщика В.

Рис. 7. Рабочая нагрузка SQL Server OLTP: время отклика

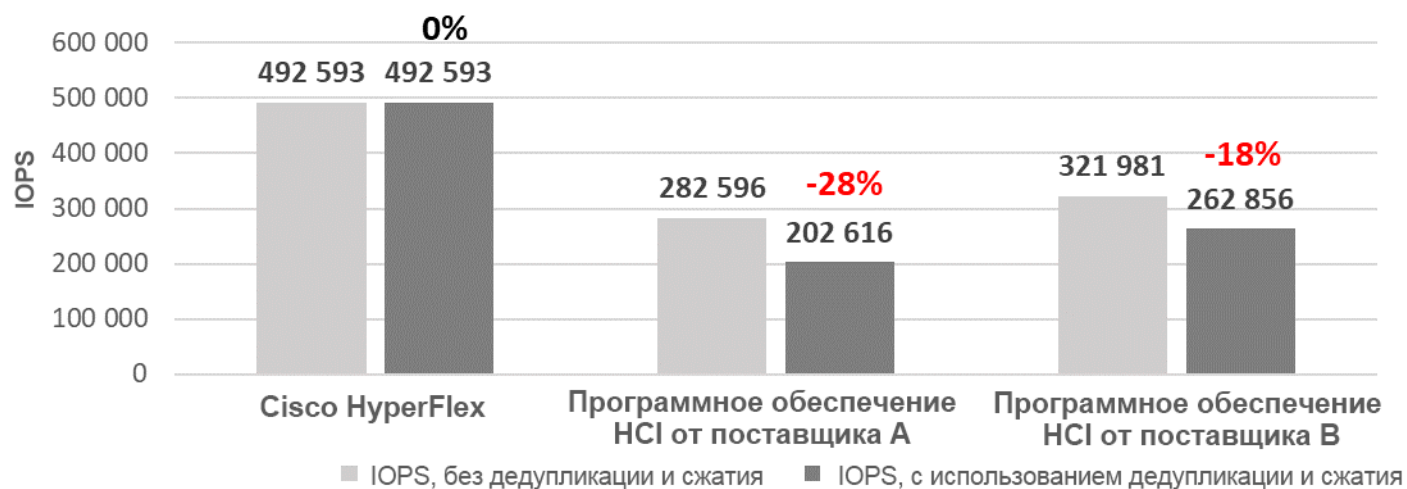


Источник: Enterprise Strategy Group

Для решения Cisco HyperFlex опубликовано среднее время отклика, равное 4,41 мс. Для сравнения: для программного решения HCI от поставщика А среднее время отклика составило 9,22 мс, а от поставщика В — 8,82 мс. На этот раз решения от поставщиков А и В продемонстрировали очень высокую задержку записи во всех флеш-системах, в среднем 17,65 и 21,49 мс соответственно.

Мы снова проанализировали эту же рабочую нагрузку на двух альтернативных системах с выключенными дедубликацией и сжатием, чтобы определить возможное влияние этих технологий на выполнение рабочей нагрузки SQL Server. Как показано на рис. 8, и на этот раз дедубликация и сжатие снизили производительность на 28 %. В решении Cisco HyperFlex дедубликация и сжатие встроены и всегда включены, поэтому оба результата подразумевают, что дедубликация и сжатие были включены.

Рис. 8. Влияние дедупликации и сжатия на рабочую нагрузку SQL Server OLTP



Источник: Enterprise Strategy Group

Затем мы проанализировали смешанную рабочую нагрузку, предназначенную для имитации виртуализированной среды с несколькими виртуальными машинами, на которых выполняются различные приложения. Инструмент Vdbench был использован для создания рабочей нагрузки, обеспечивающей объемы передаваемых данных от 4 до 64 КБ. Мы провели два набора тестов: с соотношением числа операций чтения и записи 70/30 и 50/50. Эти тесты были проведены с использованием HClBench для 140 виртуальных машин в каждом кластере (35 на один узел); моделировалась среда со смешанной рабочей нагрузкой, в которой есть множество виртуальных машин с различными приложениями. В профиле Vdbench был задан коэффициент дедупликации 2, размер блока 4 КБ и коэффициент сжатия 2.

Рис. 9. Смешанная рабочая нагрузка 70/30: агрегированное тестовое значение IOPS



Источник: Enterprise Strategy Group

Как показано на рис. 9, в ходе 5-часового тестирования кластер Cisco HyperFlex устойчиво демонстрировал большее агрегированное тестовое значение IOPS по сравнению с программными решениями HCI от поставщиков А и В.

Рис. 10. Смешанная рабочая нагрузка 70/30: время отклика

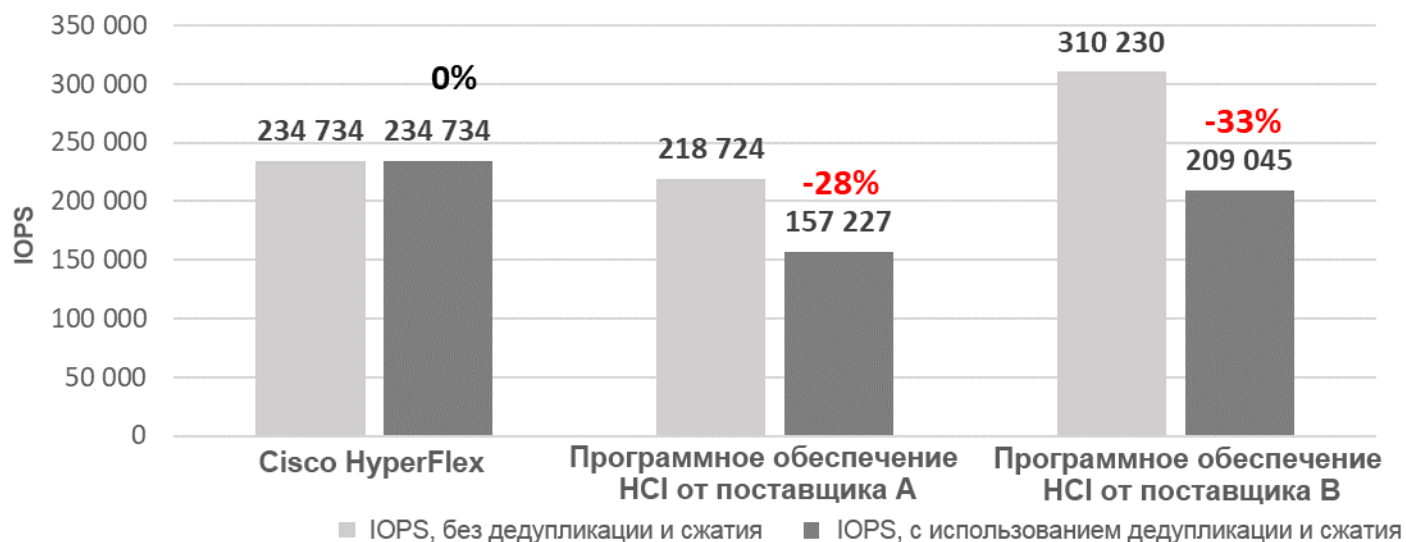


Источник: Enterprise Strategy Group

Для решения Cisco HyperFlex опубликовано среднее время отклика 2,34 мс. Для сравнения: для программного решения HCI от поставщика А среднее время отклика составило 5,67 мс, а от поставщика В — 2,43 мс.

Мы снова проанализировали эту же рабочую нагрузку на двух альтернативных системах с выключенными дедупликацией и сжатием, чтобы определить возможное влияние этих технологий на выполнение смешанной рабочей нагрузки. Как показано на рис. 11, и на этот раз дедупликация и сжатие снизили производительность на 33 %. В решении Cisco HyperFlex дедупликация и сжатие встроены и всегда включены, поэтому оба результата подразумевают, что дедупликация и сжатие были включены.

Рис. 11. Влияние сжатия и дедупликации на выполнение смешанной рабочей нагрузки 70/30

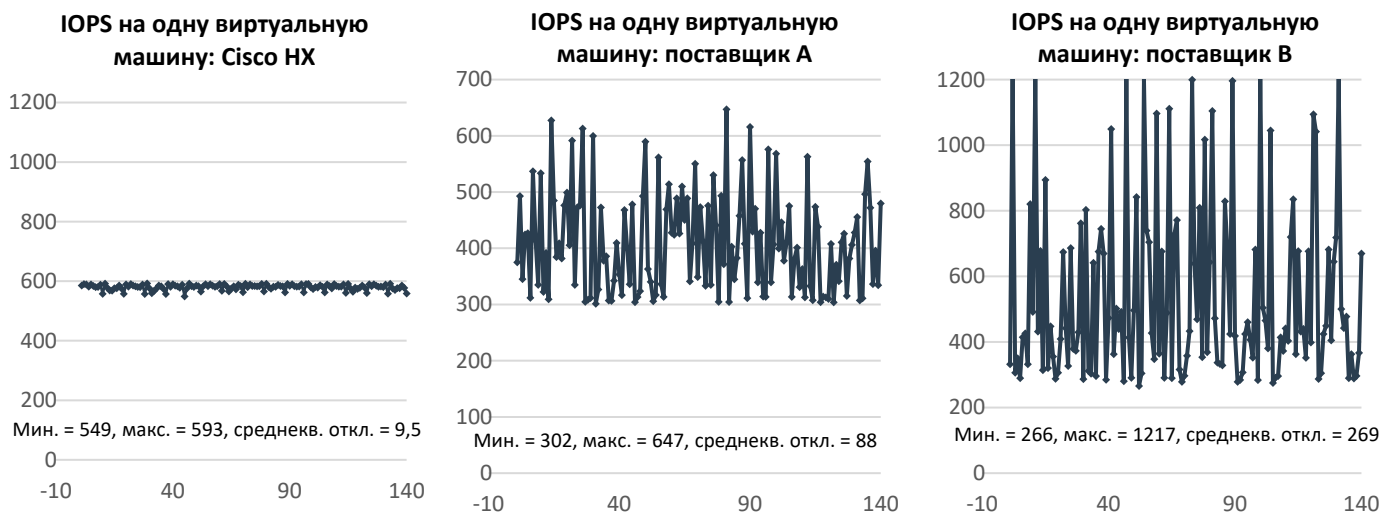


Источник: Enterprise Strategy Group

Во время тестирования смешанной рабочей нагрузки было сделано интересное наблюдение. Программные решения HCI и от поставщика А, и от поставщика В продемонстрировали значительные расхождения в производительности различных виртуальных машин. В то же время кластер Cisco HyperFlex продемонстрировал

очень малую вариативность по всем 140 виртуальным машинам: агрегированное тестовое значение IOPS было очень близко к целевому (600). В решении от поставщика А тестовое значение IOPS (см. рис. 12) существенно варьировалось (от 302 до 647 IOPS), а в решении от поставщика В — в еще больших пределах (от 266 до 1207 IOPS). Такие же уровни вариативности мы наблюдали и для рабочей нагрузки 50/50.

Рис. 12. Смешанная рабочая нагрузка, 70 % операций чтения, полностью произвольный доступ, 140 виртуальных машин



Источник: Enterprise Strategy Group

Важно отметить, что вариативность наблюдалась в каждом цикле тестирования и при выполнении этого теста в различных кластерах не использовались никакие формы QoS для системы хранения данных. Функциональность QoS для сетей использовалась во всех системах.

Подобная несогласованность может быть довольно проблематичной для администраторов, которые, скорее всего, захотят использовать QoS в той или иной форме (если такая возможность предоставляется поставщиком HCI) для контроля виртуальных машин, которые потребляют больше отведенной им доли ресурсов, чтобы не допустить дефицита ресурсов для других VM.

Эти результаты побудили провести повторное тестирование рабочих нагрузок Oracle и SQL с использованием большего количества виртуальных машин. При увеличении количества виртуальных машин, на которых выполнялись рабочие нагрузки SQL и Oracle, сначала от 1 до 8, а затем до 16 при сохранении прежнего количества потоков и размера рабочего набора производительность стала непрогнозируемой для решений от поставщиков А и В (существенная вариативность для разных виртуальных машин), в то время как решение Hyperflex обеспечивало тот же уровень производительности и согласованность по всем виртуальным машинам, которые мы наблюдали в тесте с использованием смешанной рабочей нагрузки.

В ESG использовали значения IOPS в расчете на узел из теста с использованием смешанной рабочей нагрузки (70 % операций чтения, полностью произвольный доступ; см. рис. 9–12) для экстраполяции числа узлов, необходимых в каждом кластере для поддержки более высоких агрегированных значений IOPS. Нашей целью было определение относительной стоимости кластера для поддержки каждого уровня производительности. Для этого мы сделали два предположения: каждый кластер масштабируется линейно, каждое решение имеет одну и ту же стоимость одного узла. Как показано в таблице 2, для программных решений необходимо от 1 до 8 дополнительных узлов, чтобы достичь аналогичных Cisco HyperFlex уровней производительности, которые поддерживали бы данную смешанную

рабочую нагрузку. В показанных примерах это означает потенциальное сокращение затрат до 30 %, но по мере масштабирования кластера экономия может быть больше, поскольку не все системы HCI масштабируются абсолютно линейно и не во всех решениях стоимость за узел остается неизменной.

Таблица 2. Экстраполированное количество узлов, необходимое для увеличения числа IOPS (смешанная рабочая нагрузка, 70 % операций чтения)

Платформа	Совокупное значение IOPS — 500 000		Совокупное значение IOPS — 750 000		Совокупное значение IOPS — 1 000 000	
	Расчетное количество узлов	Необходимое количество узлов	Расчетное количество узлов	Необходимое количество узлов	Расчетное количество узлов	Необходимое количество узлов
Cisco HyperFlex — аппаратно-программное решение HCI на платформе Cisco UCS	8,52	9	12,78	13	17,04	18
Программное решение HCI от поставщика А, проверенное на платформе Cisco UCS	12,72	13	19,08	20	25,44	26
Программное решение HCI от поставщика В, проверенное на платформе Cisco UCS	9,57	10	14,35	15	19,13	20

Источник: Enterprise Strategy Group



Почему это важно

В ходе исследования ESG был проведен опрос 306 ИТ-менеджеров и руководителей. Их спросили, какие факторы побудили их выполнить развертывание или рассмотреть вопрос о развертывании технологического решения для гиперконвергентной инфраструктуры. Респонденты называли две основные причины: масштабируемость и уменьшение совокупной стоимости владения.

В ESG Lab подтвердили, что флеш-системы Cisco HyperFlex обеспечивают более высокую производительность по сравнению с другими решениями HCI с аналогичной конфигурацией при использовании смоделированных рабочих нагрузок OLTP, SQL и смешанных рабочих нагрузок. HyperFlex не только опережает конкурирующие решения с точки зрения числа операций ввода-вывода в секунду (IOPS) и задержки, но и обеспечивает более согласованную, предсказуемую производительность каждой виртуальной машины и узла по сравнению с обеими системами на основе программного обеспечения. Это напрямую ведет к снижению расходов, поскольку обслуживание заданной рабочей нагрузки можно обеспечить с помощью потенциально меньшего количества узлов Cisco HyperFlex.

Вся правда

Гиперконвергентные инфраструктуры, быстро набирающие популярность, долгое время считались более подходящими для рабочих нагрузок уровня 2. В 2016 г. респонденты опроса ESG в ответ на вопрос, по какой причине они бы предпочли конвергентную инфраструктуру, а не гиперконвергентную, наиболее часто (54 %) называли более высокую производительность. Кроме того, 32 % респондентов считали, что конвергентные системы,

то есть объединяющие слабо интегрированные независимые компоненты, лучше подходят для критически важных рабочих нагрузок⁷.

Но уже в 2018 году картина изменилась: только 24 % респондентов указали производительность в качестве причины для выбора конвергентной инфраструктуры и лишь 22 % считают, что конвергентная инфраструктура лучше подходит для рабочих нагрузок уровня 1⁸.

У компании Cisco есть объяснение обоим результатам. HyperFlex обеспечивает стандартные преимущества HCI: экономичность, простоту управления и возможность масштабирования. В то же время это решение обеспечивает производительность, необходимую для критически важных виртуализированных рабочих нагрузок. *Постоянство* производительности в течение длительного времени на всех виртуальных машинах в кластере было особенно заметно. Кроме того, независимость масштабирования ресурсов позволяет организациям быстро адаптироваться к меняющимся требованиям современных сред.

Решения Cisco HyperFlex HCI — это аппаратно-программные системы с высоким уровнем интеграции, оснащенные новейшими процессорами Intel Xeon. Они предоставляют предварительно интегрированные кластеры, которые включают в себя сетевую фабрику, средства оптимизации данных, унифицированные серверы и поддержку различных гипервизоров, в том числе VMware ESXi/vSphere и Microsoft Hyper-V, что ускоряет развертывание. Это обеспечивает простоту управления и масштабирования. В ESG Lab подтвердили, что HyperFlex обеспечивает постоянную высокую производительность сред VMware, в которых выполняются критически важные рабочие нагрузки. HyperFlex опережает ряд конкурирующих решений (поставщики не называются), обеспечивая более высокий показатель IOPS, меньшую задержку и более постоянные показатели для всех виртуальных машин.

Результаты испытаний, представленные в настоящем отчете, основаны на приложениях и сравнительных тестах в контролируемой среде с использованием стандартных инструментов тестирования. Из-за множества переменных, присутствующих в каждой производственной среде центра обработки данных, заказчикам рекомендуется выполнить планирование мощностей и тестирование в собственной среде. Хотя в этих тестах методология была более жесткой, чем в большинстве других случаев, заказчикам рекомендуется всегда тщательно изучать подробные сведения об испытаниях, проводимых поставщиками, чтобы оценить пригодность решения для конкретной среды.

Когда эволюция рынка приводит к изменению критериев покупки, часто возникает несоответствие между потребностями заказчиков и предлагаемыми решениями. Поставщики, которые могут заметить дефицит и заполнить нишу, получают конкурентное преимущество. Cisco предлагает решение HCI, которое обеспечивает не только простоту и экономичность функций HCI, но и постоянно высокую производительность, которой не хватало в других решениях и которая необходима заказчикам для критически важных рабочих нагрузок. HyperFlex поддерживает локальные виртуализированные среды VMware и Microsoft, а также расширение на системы без ОС, контейнеризованные и мультиоблачные среды.

Ранее решения HCI были ориентированы на рабочие нагрузки уровня 2, однако решение Cisco HyperFlex обеспечивает неизменно высокую производительность и поэтому отлично подходит для производственных рабочих нагрузок уровня 1. Организациям, которым необходимы экономичные, масштабируемые, высокопроизводительные инфраструктурные решения для критически важных рабочих нагрузок, стоит обратить внимание на Cisco HyperFlex.

⁷Источник: отчет об исследовании ESG, [Спектр облачных вычислений, от частных до гибридных моделей](#), март 2016 г.

⁸Источник: результаты проведенного компанией ESG опроса [Тенденции в области конвергентных и гиперконвергентных инфраструктур](#), октябрь 2017 г.

Все наименования товарных знаков являются собственностью соответствующих владельцев. Сведения, представленные в данной публикации и полученные от источников Enterprise Strategy Group (ESG), являются надежными, однако ESG не гарантирует их точности и полноты. Настоящая публикация может содержать мнения сотрудников ESG, которые могут измениться и подлежат уточнению. Содержание настоящей публикации является собственностью Enterprise Strategy Group. Любое воспроизведение или распространение данной публикации целиком или частично в бумажном виде, электронном формате или любым другим способом среди лиц, не имеющих прав на использование публикации, без получения явного согласия со стороны Enterprise Strategy Group является нарушением закона США об авторском праве, за которым может последовать гражданский иск о компенсации ущерба, а также (если это применимо) уголовное преследование. По вопросам обращайтесь в отдел по работе с клиентами ESG по телефону 508.482.0188.



Enterprise Strategy Group — компания, которая специализируется в областях ИТ-аналитики, исследований, проверки и стратегии, предоставляет глобальному ИТ-сообществу ценную рыночную аналитику.

© Enterprise Strategy Group, 2018. Все права защищены.

