

ОСОБЕННОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ ЦЕНТРА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ И КОСМОЦЕНТРА

*А.С. Снытко, инженер 2-й категории, a.snytko@simct.ru;
А.А. Терников, инженер 2-й категории, a.ternikov@simct.ru
(Донской филиал Центра тренажеростроения,
просп. Платовский, 101, г. Новочеркасск, 346400, Россия)*

В статье рассматриваются использование возможностей современных технологий виртуализации для решения задач консолидации вычислительных ресурсов предприятия в пределах корпоративного центра обработки данных и последующее создание на основе его вычислительных средств единого учебно-тренажерно-моделирующего комплекса в рамках проекта модернизации космоцентра «Астрон» имени космонавта Г.С. Шонина. Описаны развитие, текущее состояние технологий и ключевые преимущества перехода от традиционной модели сетевой инфраструктуры к использованию возможностей серверной виртуализации и виртуализации рабочих станций.

Технология виртуализации рабочих станций предоставляет недоступные ранее возможности динамического распределения ресурсов вычислительного комплекса, обеспечивает отказоустойчивость информационной системы и самое важное для реализации концепции единого интегрированного учебного комплекса – мобильность пользователей за счет виртуализации графических адаптеров и прогрессивных протоколов удаленного подключения к виртуальным рабочим станциям. В проекте использованы решения ведущих мировых производителей программного и аппаратного обеспечения, отвечающие всем требованиям к высокой производительности и надежности.

В результате получена единая среда, отличающаяся высокой степенью автоматизации и упрощенным администрированием. Описаны состав и назначение основных используемых аппаратных компонентов программно-аппаратного комплекса. Приведена структурная схема центра обработки данных Центра тренажеростроения. Рассмотрены задачи, требовавшие решения при модернизации космоцентра «Астрон» и его компонентов, описан процесс модернизации. Приведена структурная схема модернизированного космоцентра. Описаны типовые решения для организации виртуальной среды и особенности применения технологий виртуализации рабочих станций при модернизации космоцентра. Описаны опыт реализации проекта и его результаты для Центра тренажеростроения.

Ключевые слова: центр обработки данных, территориально распределенные организации, учебно-тренажерно-моделирующий комплекс, виртуализация рабочих станций, отказоустойчивость, технологии виртуализации ресурсов, виртуализация GPU, Nvidia GRID, надежность, ИТ-инфраструктура, доступность.

В последние годы широкое распространение получили технологии серверной виртуализации. Они на практике доказали свою эффективность, обеспечили повышенную отказоустойчивость и позволили уменьшить затраты предприятия на аппаратное обеспечение и электроэнергию благодаря консолидации вычислительных ресурсов и средств хранения данных. Кроме того, данные технологии позволили снизить требования к системе охлаждения и сократить площадь помещения серверной. Все это уменьшает совокупную стоимость владения ИТ-инфраструктурой за счет эффективного использования технических средств, например, перераспределения нагрузок для оптимального решения бизнес-задач, а также за счет сокращения расходов на администрирование и повышения качества оказываемых ИТ-услуг. Однако первоначальные затраты на создание центра обработки данных (ЦОД) могут быть очень большими.

Следующим направлением развития технологий виртуализации стала виртуализация рабочих станций, позволившая получить преимущества серверной виртуализации при организации рабочих мест пользователей. В результате развития данного направления ведущие вендоры предоставили возможность виртуализации графических ускорителей, что позволило использовать различные системы автоматизированного проектирова-

ния и трехмерного моделирования в виртуальных средах [1].

Бурное развитие информационных технологий и повышение требований к качеству ИТ-услуг обусловили потребность в модернизации локально-вычислительных сетей (ЛВС) и создании корпоративного ЦОД Центра тренажеростроения и подготовки персонала.

На предприятии осуществляются исследования, разработка, производство и научно-техническое сопровождение эксплуатации технических средств и систем подготовки операторов к управлению сложными динамическими объектами.

К основным целям создания ЦОД предприятия можно отнести следующие:

- необходимость изучения новых информационных технологий, основ виртуализации, современных серверных технологий, операционных систем и нового ПО;
- необходимость организации набора стендов в рамках лаборатории по изучению перспективных серверных технологий, технологий виртуализации ресурсов для отработки принципиально новых технологий при разработке тренажеров, космоцентров и систем обучения;
- осуществление перехода к новым решениям и технологиям на всех этапах работы организации от разработки ПО (тестирование и отладка прило-

жений, создание стендов из виртуализованных выделяемых из ЦОД ресурсов) до развертывания программно-аппаратных комплексов нового поколения у заказчика;

- переход к размещению корпоративных приложений для организации работы Центра тренажеростроения в едином ЦОД (общие БД, веб-службы, серверы хранения, системы обмена и т.д.).

Второй этап – модернизация программно-аппаратного комплекса космоцентра «Астрон» имени космонавта Г.С. Шонина на технических средствах ЦОД [2, 3].

Аппаратной основой ЦОД стало оборудование фирмы DELL: серверы DELL PowerEdge R520 и R720 с графическими ускорителями NVIDIA GRID K2, система хранения данных DELL PowerVault MD3200i, управляемые коммутаторы DELL PowerConnect 6224 и 6248, источники бесперебойного питания APC SmartUPS 3000.

Приведем основные программные компоненты инфраструктуры виртуализации.

- VMware vSphere – платформа виртуализации, в которую входит множество элементов, таких как гипервизоры, система управления ресурсами, центр управления, средства обеспечения отказоустойчивости [4–6]. Обеспечивает функционирование набора виртуальных машин и управление ими, в том числе автоматизированное.

- VMware Horizon View – программный комплекс, обеспечивающий функционирование инфраструктуры виртуальных рабочих станций [7, 8]. Выступает в роли посредника при подключении к виртуальной машине. В его задачи входят создание групп виртуальных машин, управление пользователями и машинами, назначение политик, контроль состояния инфраструктуры. Совместно с VMware vSphere образует целостную среду.

- Citrix XenDesktop – альтернативная платформа инфраструктуры виртуальных рабочих станций. Широко распространена, отличается большим функционалом, гибкими настройками, нетребовательностью к каналам связи. Компания Citrix первая предложила пользователям технологии виртуализации графических адаптеров.

Обеспечение антивирусной защиты в виртуальной среде имеет особенности, связанные с архитектурой виртуальной платформы. Использование стандартного антивируса на множестве виртуальных машин влечет за собой снижение производительности и увеличение объема работ, связанных с управлением защитой. Ведущие производители антивирусных продуктов подготовили специальные решения для виртуальных сред. Платформа VMware vSphere имеет в своем составе специальный компонент – vShield, благодаря которому программа-агент на виртуальной машине не требуется, поэтому для vSphere выпущены специальные версии антивирусов.

Система резервного питания основана на ИБП APC Smart-UPS 3000, оборудованных сетевыми адаптерами. Благодаря интеграции с vSphere обеспечивается автоматическое управление питанием в случае нештатных ситуаций. Структурная схема ЦОД изображена на рисунке 1.

В процессе реализации проекта были успешно решены следующие задачи:

- создана платформа, позволяющая предоставлять необходимые вычислительные ресурсы разработчикам и обеспечивающая функционирование сетевых служб и пользовательских сервисов Центра тренажеростроения: корпоративный почтовый сервис, личные хранилища пользовательской информации, сервис обмена сообщениями между пользователями, сервис системы видеонаблюдения;

- обеспечена отказоустойчивость как на уровне выхода из строя отдельных аппаратных узлов, так и на уровне программных компонентов, таких как СУБД;

- обеспечены создание резервных копий и возможности восстановления в случае возникновения критических ошибок;

- осуществляются автоматический контроль электропитания и автоматическое выключение оборудования в случае возникновения аварийных ситуаций;

- обеспечена антивирусная защита виртуальной среды;

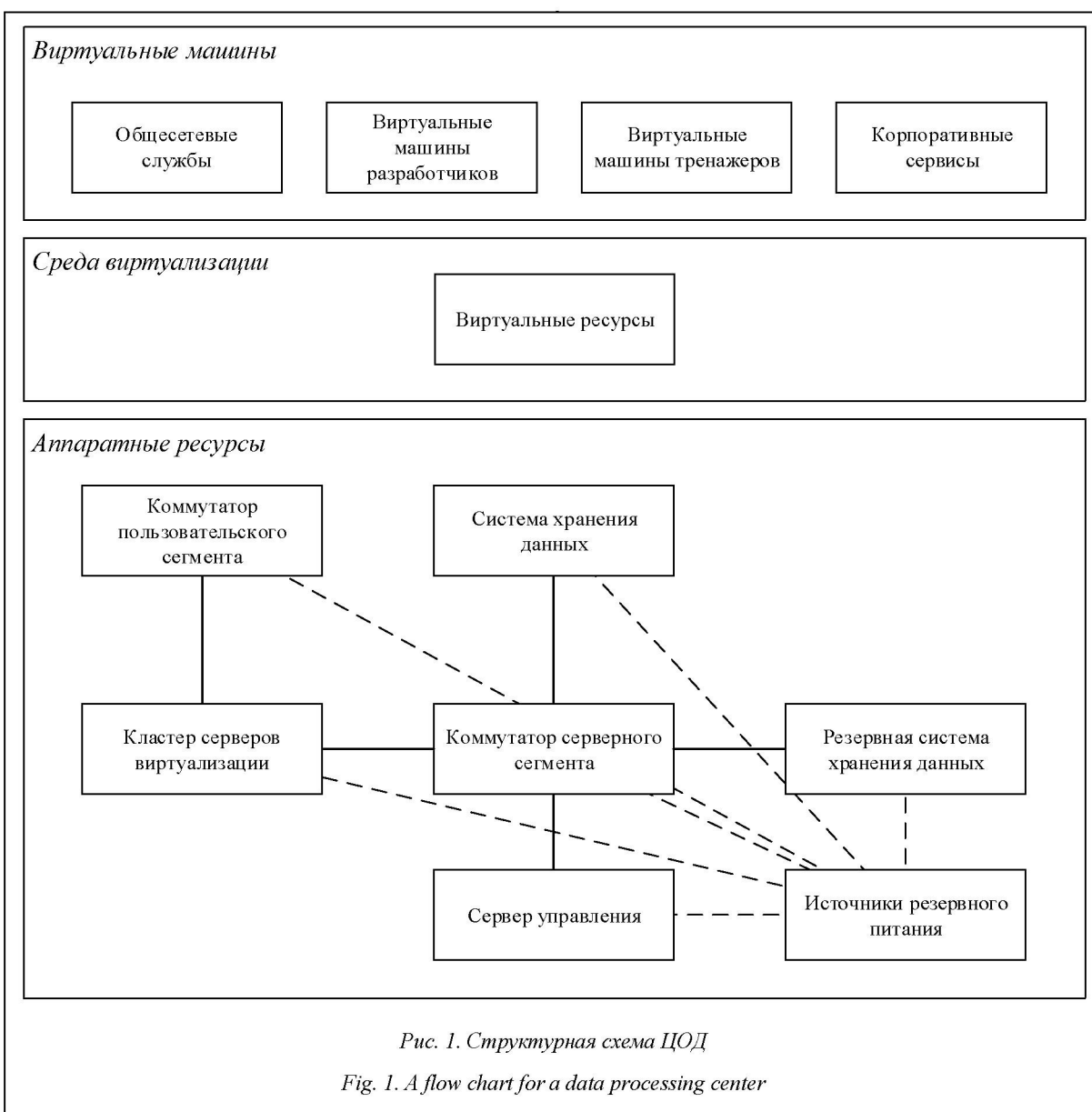
- осуществляется автоматизированное управление ресурсами;

- обеспечена возможность масштабирования системы при возникновении потребности в дополнительных мощностях.

Работоспособность комплекса подтверждена во время эксплуатации и дополнительного тестирования.

По завершении работ первого этапа была спроектирована и внедрена схема модернизации программно-аппаратного комплекса образовательного космоцентра «Астрон», для чего были подробно проанализированы его организационная структура и перспективы применения средств ЦОД, рассмотрены требования к сопровождающим системам космоцентра.

Были рассмотрены основные концепции технологии виртуализации рабочих станций, произведен анализ различных систем управления виртуальной инфраструктурой и разработана схема интеграции такой системы в сеть ЦОД. В качестве сопровождающих систем космоцентра использованы система видео-конференц-связи Openmeetings, система дистанционного обучения Moodle, галерея Resourcespace, система видеонаблюдения Macroscop, система голосовой связи TeamSpeak. Управление виртуальной инфраструктурой организовано средствами ПО VMware Horizon View. Помимо



этого, проведено тестирование альтернативной платформы Citrix XenDesktop, оба решения показали свою высокую эффективность. Для обеспечения функционирования данных подсистем используются ОС Microsoft Windows [9].

Решение Citrix обладает широким функционалом и множеством гибких политик конфигурации, на его основе возможно создание больших распределенных сред. Отличается эффективным протоколом доставки рабочих столов – работа с трехмерной графикой возможна даже через Интернет с шириной канала 2 Мбит/с. Однако решение от VMWare показало лучшую производительность и отзывчивость при работе с тренажерами.

Модернизация космического центра проводилась с целью решения ряда проблем:

- необходимость выделения больших площадей под технологические стойки для каждого объекта космического центра;

- невозможность обеспечения мобильности пользователей космического центра;

- большая трудоемкость в обслуживании инфраструктуры;

- повышенное энергопотребление и шумовой фон в помещении.

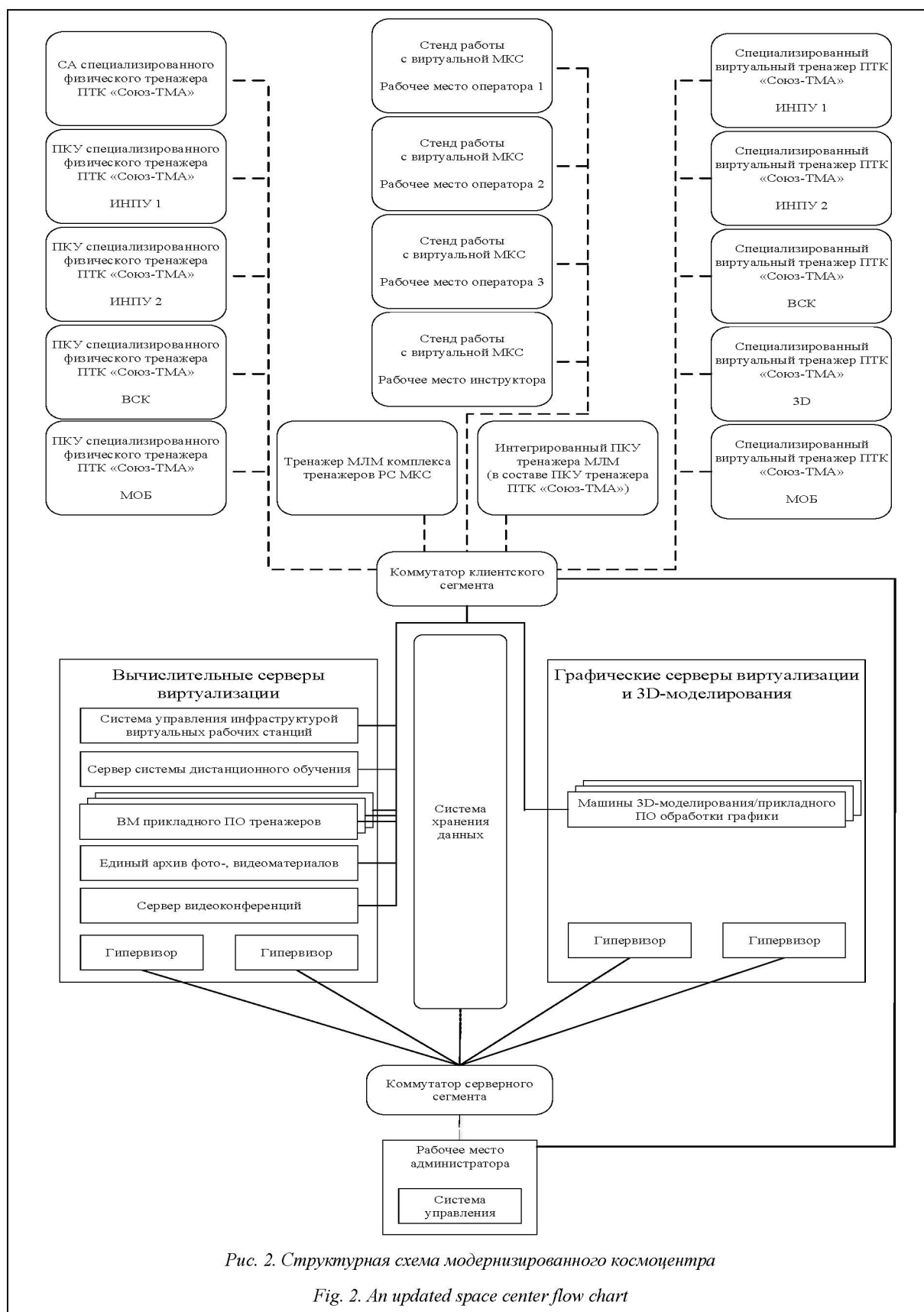
Структура модернизированного космического центра представлена на рисунке 2.

Появление технологий виртуализации графических адаптеров сделало возможным перенос тренажерных комплексов в виртуальную среду, обеспечивая тем самым возможность создания интегрированного УТМК нового поколения [2, 10]. При этом в силу новизны технологии, ее малой распространенности и нестандартной сферы применения должны быть сделаны соответствующие корректировки при проектировании виртуальной среды.

Существуют типовые конфигурации внедрения, разработанные задолго до появления виртуализации.

лизации графических адаптеров, например, при организации колл-центра могут использоваться наборы связанных клонов виртуальных машин

(ВМ), при этом оператору может выделяться случайная машина из уже созданных, генерироваться новая и удаляться по завершении работы. ВМ



также может быть закреплена за конкретным оператором. Особенность такой конфигурации в том, что ВМ генерируется на основе базового образа, а все пользовательские данные сохраняются на дельта-диске. Такой подход позволяет значительно экономить дисковое пространство.

При другом подходе на основе единого образа полностью сконфигурированной ВМ создаются полноценные копии, при этом для создания любого количества типовых рабочих мест выполняется минимум административных действий.

Однако в случае с тренажерами эти подходы неприменимы, поскольку каждая ВМ имеет различные задачи и требует разного набора ПО. Кроме того, имеются технические ограничения на реализацию данных подходов в связи с виртуализацией графических адаптеров. Единственная возможность автоматизации – создание базового образа, на основе которого создаются машины тренажеров и в дальнейшем происходят корректировка параметров ВМ, установка и настройка ПО тренажеров. Таким образом, использование виртуализации в тренажерах не позволяет в полной мере применять автоматизированное управление. Ограничением также является невозможность миграции ВМ во время исполнения, что уменьшает гибкость управления ресурсами и ограничивает возможности обеспечения отказоустойчивости.

Технологии графической виртуализации нацелены прежде всего на организацию рабочих мест пользователей систем автоматизированного проектирования и трехмерного моделирования, однако в силу различий в рабочих нагрузках рекомендации по распределению ресурсов для таких сред почти неактуальны при создании тренажеров [8]. Требуемые характеристики ВМ тренажеров были определены экспериментально, и, таким образом, было выработано несколько типовых конфигураций для различных компонентов тренажерных комплексов. Так, для тренажеров виртуальной реальности, таких как «Виртуальная МКС», «Научные Эксперименты», оптимальным оказалось выделение профиля графического процессора GRID K240Q, 6 Гб оперативной памяти и 4 ядер ЦП. Для тренажеров ТМА, МЛМ достаточными являются профиль гра-

фического процессора GRID K220Q, 4 Гб оперативной памяти и 2 ядра ЦП. Помимо этого, потребовалась корректировка параметров протокола доступа к виртуальной рабочей станции.

Интегрированный УТМК создавался с использованием существующих версий ПО тренажеров, при этом были получены хорошие результаты, однако модернизация ПО с ориентацией на виртуализацию позволит оптимизировать потребление ресурсов и повысить эффективность внедрения.

Таким образом, по результатам внедрения и опытной эксплуатации можно говорить об успешной отработке принципов интегрированного УТМК. Применение технологий виртуализации в сфере создания тренажерных комплексов оправданно, они могут использоваться при проектировании решений для заказчиков.

Литература

1. Графическое ускорение для виртуализации десктопов. URL: <http://www.nvidia.ru/object/grid-virtual-desktops-ru.html> (дата обращения: 19.07.2015).
2. Шукшунев В.Е., Янюшкин В.В. Основы разработки и создания интегрированных учебно-тренажерных комплексов для оснащения центров подготовки специалистов по управлению динамическими объектами // Программные продукты и системы. 2013. № 3. С. 3–10.
3. Шукшунев В.Е., Янюшкин В.В. Основы разработки образовательных космоцентров. М.: Машиностроение, 2012. 96 с.
4. Михеев М.О. Администрирование VMware vSphere 5. М.: ДМК-Пресс, 2012. 504 с.
5. Performance Best Practices for VMware vSphere 6.0. URL: <http://www.vmware.com/files/pdf/techpaper/VMware-PerfBestPractices-vSphere6-0.pdf> (дата обращения: 21.08.2015).
6. VMware vSphere 6 Documentation. URL: <https://www.vmware.com/support/pubs/vsphere-essxi-vcenter-server-6-pubs.html> (дата обращения: 19.08.2015).
7. Лэнгоу Д., Лейбовичи А. Виртуализация настольных компьютеров с помощью VMware View 5. М.: ДМК-Пресс, 2013. 280 с.
8. VMware Horizon 6 with View Performance and Best Practices. URL: <http://www.vmware.com/files/pdf/view/vmware-horizon-view-best-practices-performance-study.pdf> (дата обращения: 21.08.2015).
9. Моримото Р., Ноэл М., Драуби О., Мистри Р., Амарис К. Microsoft Windows Server 2008 R2. Полное руководство; [пер. с англ.]. М.: Вильямс, 2012. 1456 с.
10. Янюшкин В.В. Использование технологий виртуализации вычислительных и графических серверов при проектировании тренажеров, тренажерно-моделирующих комплексов и систем обучения операторов // Программные продукты и системы. 2013. № 3. С. 21–27.

DOI: 10.15827/0236-235X.112.022-027

Received 09.09.15

SPECIAL FEATURES OF DATA-PROCESSING CENTER AND SPACE CENTER UPGRADE

Snytko A.S., 2nd class Engineer, a.snytko@simct.ru;

Ternikov A.A., 2nd class Engineer, a.ternikov@simct.ru

(Don Branch of the Space Simulator Center, Platovsky Ave. 101, Novocherkassk, 346400, Russian Federation)

Abstract. The article describes an advanced virtualization technology which helps to solve many consolidation problems of computing resources within data center. It also considers subsequent creation of the united educational training and simulation system based on computing resources in a modernization project for the space center “Astron” named after cosmonaut Georgiy Shonin. The paper describes the current technology state and development, the main advantages of changing traditional network infrastructure model into server and desktop virtualization. Desktop virtualization technology provides previously unavailable possibility of computing system dynamic distribution, provides information system fault tolerance, and the most important thing for implementing the concept of educational training and simulation complex – it provides user mobility by graphics adapters virtualization and remote advanced protocols to connect virtual desktops. This project uses the solutions

of leading world hardware and software manufacturers, which meet all the requirements to performance and reliability. The result is a united environment with a high degree of automation and simplified administration. The paper describes the composition and application of hardware components in the hardware and software package. The article shows a flow chart describing a data center structure and the quantity of virtual machines in simulators. It also highlights the update process and all problems which are successfully solved in the space center "Astron". The paper describes typical solutions for a virtual environment and special features of virtualization application in space center workstations. The experience of this project and its results can be successfully used in other works and new simulators.

Keywords: data center, geographically dispersed organizations, educational training and simulation complex, desktop virtualization, fail-safety, resource virtualization technology, GPU virtualization, Nvidia GRID, reliability, IT-infrastructure, availability.

References

1. *Accelerated Virtual Desktop*. Available at: <http://http://www.nvidia.com/object/nvidia-grid.html> (accessed July 19, 2015).
2. Shukshunov V.E., Yanyushkin V.V. Basics of development and creation of integrated educational and training Complexes for equipping dynamic objects management training centers. *Programmnye produkty i sistemy* [Software & Systems]. 2013, no. 3, pp. 3–10 (in Russ.).
3. Shukshunov V.E., Yanyushkin V.V. *Osnovy razrabotki obrazovatelnykh kosmotsentrov* [The Basics of Education Space Centers Development]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 2012, 96 p.
4. Mikheev M.O. *Administrirovanie VMware vSphere 5* [Mastering VMware vSphere 5]. Moscow, DMK-Press, 2013, 504 p.
5. *Performance Best Practices for VMware vSphere 6.0*. Available at: <http://www.vmware.com/files/pdf/techpaper/VMware-PerfBest-Practices-vSphere6-0.pdf> (accessed August 21, 2015).
6. *VMware vSphere 6 Documentation*. Available at: <https://www.vmware.com/support/pubs/vsphere-esxi-vcenter-server-6-pubs.html> (accessed August 19, 2015).
7. Langone J., Leibovici A. *VMware View 5 Desktop Virtualization Solutions*. Packt Publ., 2012, 288 p. (Russ. ed.: Moscow, DMK-Press, 2013, 280 p.).
8. *VMware Horizon 6 with View Performance and Best Practices*. Available at: <http://www.vmware.com/files/pdf/view/vmware-horizon-view-best-practices-performance-study.pdf> (accessed August 21, 2015).
9. Morimoto R., Noel M., Droubi O., Mistry R., Amaris C. *Microsoft Windows Server 2008 R2 Unleashed*. Sams Publ., 2010, 1680 p. (Russ. ed.: Moscow, Williams, 2012, 1456 p.).
10. Yanyushkin V.V. Using virtualization technologies of computing and graphics servers when designing complex simulators and operator training systems. *Programmnye produkty i sistemy* [Software & Systems], 2013, no. 3, pp. 21–27.

Реклама

В Центре тренажеростроения и подготовки персонала организован Центр космического образования молодежи

Школьники имеют возможность получить углубленные знания в области математики, физики, астрономии, истории пилотируемой космонавтики. Практические занятия проводятся на интерактивных аналогах космических и авиационных аппаратов (космических тренажерах).

Информация на сайте
www.simct.ru