

11. *Network Working Group*. RFC 5371. RTP Payload Format for JPEG 2000 Video Streams. Vved. 2008-10.01. The Internet Security (IETF), 2006, 31 p.
12. *Network Working Group*. RFC:2327. SDP: Session Description Protocol. Vved. 1998-04-01. Cambridge: Information Sciences Institute, 1998, 42 p.
13. *Network Working Group*. RFC:2974. Session Announcement Protocol. Vved. 2000-10-01. Marina del Rey: Information Sciences Institute, 2000, 18 p.
14. *The JPEG2000 Suite* / Ed. by P. Schelkens, A. Skodras, T. Ebrahimi. – John Wiley & Sons Ltd, 2009, 533 p.
15. STANAG 4609/AEDP-8. NATO Digital Motion Imagery Format. Available at: www.nato.int/structur/AC/224/standard/4609/4609.htm.
16. Unmanned aerial vehicles roadmap 2002-2027 (UAV Roadmap). Office of the Secretary of Defence. 2003, 208 p.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор В.П. Карелин.

Дроздов Сергей Николаевич – Южный федеральный университет; e-mail: drozdilla@gmail.com; 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44; тел.: 88634371746; кафедра математического обеспечения и применения ЭВМ; к.т.н.; доцент.

Жиглатый Артемий Александрович – e-mail: levitron@rambler.ru; кафедра математического обеспечения и применения ЭВМ; ассистент.

Сороход Сергей Васильевич – e-mail: sss64@mail.ru; кафедра математического обеспечения и применения ЭВМ; к.т.н.; доцент

Хусайнов Наиль Шавкятovich – e-mail: khusainov@sfedu.ru; кафедра математического обеспечения и применения ЭВМ; к.т.н.; доцент.

Кравченко Павел Павлович – e-mail: kravchenkopp@sfedu.ru; тел.: 88634314945; кафедра математического обеспечения и применения ЭВМ; д.т.н.; профессор.

Drozdov Sergey Nikolaevich – Southern Federal University; e-mail: drozdilla@gmail.com; 44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634371746; the department of software engineering; cand. of eng. sc.; associate professor.

Zhiglaty Artemy Alexandrovich – e-mail: levitron@rambler.ru; the department of software engineering; assistant.

Skorokhod Sergey Vasilievitch – e-mail: sss64@mail.ru; the department of software engineering; cand. of eng. sc.; associate professor.

Khusainov Nail' Shavkyatovich – e-mail: khusainov@sfedu.ru; the department of software engineering; cand. of eng. sc.; associate professor.

Kravchenko Pavel Pavlovich – e-mail: kravchenkopp@sfedu.ru; phone: +78634314945; the department of software engineering; dr. of eng. sc.; professor.

УДК 004.42

А.И. Костюк, М.Ю. Поленов, В.А. Лукьянов, Е.Р. Мунтян

МОДЕЛЬ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ SMART HOUSE С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИПЕРВИЗОРА

Рассмотрена модель управления системой smart house («умный дом»), цель разработки которой заключалась в централизации всей системы и упрощении процесса ее установки и настройки. На основе анализа общих проблем существующих smart house систем авторами было предложено решение с использованием гипервизора, а также были рассмотрены варианты сокращения затрат при реализации данного решения. Было проведено эксперименталь-

ное исследование возможности развертывания гипервизора на персональных компьютерах различных конфигураций. Рассмотрено программное обеспечение для создания виртуальной среды умного дома, а также обоснован выбор пакета для организации гипервизора. В результате была создана модель, которая решает все поставленные задачи и позволяет расширить функциональные возможности системы управления дома. Рассмотрены возможности использования структурированной кабельной системы дома и создания нескольких подключений к сети интернет с различными фильтрами. Разработанная модель может быть адаптирована как для индивидуальных, так и для многоквартирных домов.

Умный дом; система управления; модель системы; гипервизор.

A.I. Kostyuk, M.Yu. Polenov, V.A. Lukyanov, E.R. Muntyan

MODEL OF CENTRALIZED CONTROL IN SMART HOUSE SYSTEM WITH HYPERVISOR USAGE

The paper describes the model developed for a centralized control system of smart house, which aims to centralize entire system and simplify its installation and adjustment. The authors studied the common problems of existing smart house systems and offered solution using a hypervisor, and also examined the possibility of reducing the cost of such solution. Some experiments were made for the checking of possibility of hypervisor deploying on different PCs configurations. In paper are considered the software for implementation of smart house virtual environment, and is made the choice of the software package for the hypervisor. As a result was made the model that solves all tasks and allows to expand functionalities of house control system. Possibilities of the house's structured cable system usage and creation of several connections to Internet with various filters are considered also. The developed model can be adapted both for individual and for apartment houses.

Smart house; control system; model of system; hypervisor.

Введение. В настоящее время активно развивается и внедряется технология smart house («умный дом»), которая представляет собой комплекс инженерных систем жилого дома, созданный для решения задач жизнеобеспечения, максимального домашнего комфорта, безопасности и ресурсосбережения. Такие системы устанавливаются по всему дому, и каждая из них выполняет определенную задачу, что приводит к необходимости централизованного управления комплексом.

Существует несколько подходов к решению данной задачи. Одним из подходов является выделение каждой системе отдельного сервера, который организует ее работу. Преимуществом данного подхода является то, что при выходе из строя одной из систем (сервера), другие продолжают функционирование, а недостатками являются затраты необходимые на установку отдельных серверов, децентрализация всего комплекса и необходимость настройки каждой системы. Другой подход предполагает установку нескольких серверных комплексов, которые обеспечивают единое управление и работу всех систем. Как правило, такие серверы не испытывают максимальной загрузки, большая часть ресурсов не используется и, следовательно, средства затрачиваемые на покупку серверного оборудования, не всегда оправданы.

На практике также часто возникают ситуации, когда несколько систем управления не могут быть установлены и настроены на одной операционной системе сервера, поскольку данные системы используют одинаковые внутренние и внешние порты, а также несовместимое программное обеспечение. Для устранения данных проблем обычно ставятся несколько центральных серверов. Однако при этом возникает ряд вопросов: обоснованы ли дополнительные затраты, насколько полно используются ресурсы сервера, возможно ли использовать обычные пользовательские компьютеры для решения части задач управления?

Таким образом, целью работы является выбор варианта организации серверной части комплекса инженерных систем «умного дома», а также исследование возможности установки компонент комплекса на персональные компьютеры пользователей, создание серверного комплекса для управления всеми системами в доме и построение модели выбранного решения.

Методы исследования. На основе проведенного анализа информации по современному состоянию внедрения технологии smart house, авторами было предложено решение проблем и задач централизации всех систем на базе метода централизованного управления комплексом при установке нескольких серверов. Был также проведен ряд экспериментов по разворачиванию серверов на обычных пользовательских ПК, были рассмотрены варианты по устранению конфликтов с программным обеспечением. Для решения проблем с ресурсами и несовместимости некоторых приложений при работе на одной серверной ОС применялась технология виртуализации, которая позволила оптимизировать использование большей части ресурсов сервера [1]. При этом рассматривалось несколько гипервизоров, которые справлялись с поставленными задачами, а также требовали минимального количества вложений.

Также был проведен ряд экспериментов по возможности развертывания гипервизора на персональных компьютерах пользователей.

Была разработана система контроля доступа к сети интернет, с возможностью предоставления как проводного, так и беспроводного доступа.

Определение структуры модели. В результате проведенных экспериментов было установлено, что развернуть гипервизор возможно не только на сервере, но и на персональном компьютере (ПК) пользователя, но с некоторыми модификациями такого компьютера, в частности с заменой сетевой карты, поскольку гипервизор не смог обнаружить и задействовать стандартную сетевую карту, встроенную в материнскую плату. Ниже приведены основные характеристики тестового компьютера (табл. 1).

Таблица 1

Основные характеристики ПК

Процессор	Intel Core i5-2300
Материнская плата	Intel DZ68DB
ОЗУ	16 Гб
Сетевая карта	Встроенная, Intel 82579v Gigabit

После развертывания гипервизора на тестовом компьютере с встроенной сетевой картой, система не смогла корректно определить и подключить данную карту. Далее были протестированы внешние сетевые карты различных фирм-производителей. В результате экспериментов удалось установить и подключить сетевое оборудование комплекса путем установки сетевой карты фирмы IBM, список протестированных сетевых карт представлен в табл. 2.

Таблица 2

Модель сетевой карты	Результат определения карты
D-Link DFE-520TX 10/100 MBps PCI	Не определена
D-Link DFE-520TX 10/100 MBps PCI	Не определена
TP-Link TF-3239DL/TF-3283 10/100 MBps PCI	Не определена
Gigabit Ethernet 10/100/1000 MBps	Не определена
IBM Intel Ethernet Dual Port I340-T2	Определена
IBM Broadcom NetXtreme I Quad Port GbE Adapter	Определена

Здесь следует заметить, что компании, занимающиеся разработкой гипервизоров, добавляют в последних версиях своих продуктов обширную поддержку различного оборудования носителя гипервизора [2], и данная проблема уже решается.

После экспериментальной проверки возможности установки компонент комплекса на обычный ПК, была разработана базовая структура модели системы (рис. 1).

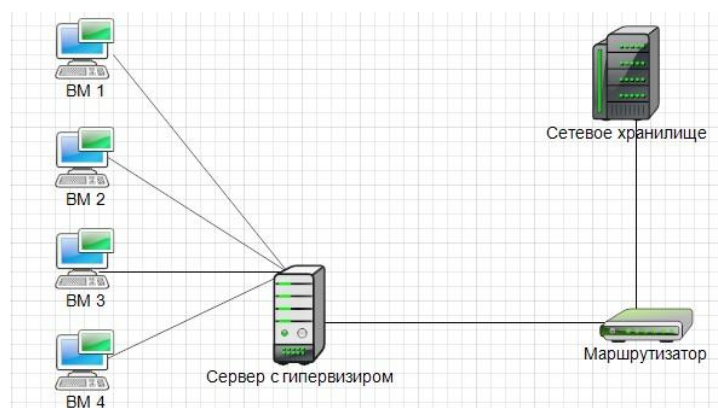


Рис. 1. Базовая структура модели системы

На структуре модели изображен сервер с размещенным гипервизором, на котором установлено несколько виртуальных машин, выполняющих определенные задачи управления.

В исследуемом варианте построения системы используются четыре виртуальные машины:

- ◆ виртуальная машина BM1 управляет доступом к интернет. Она может предоставлять беспроводной доступ к интернет с различными настройками. Например, можно организовать две Wi-Fi сети, одна из которых предназначена для детей, с установленными фильтрами, которые перекрывают доступ к определенному контенту, вторая сеть предназначена для родителей и фильтры могут отсутствовать;
- ◆ виртуальная машина BM2 является сервером видео наблюдения. На ней работают системы видеокamer, установленные в доме и на территории вокруг дома, где могут храниться записи с камеры, также она может предоставлять удаленный доступ к камерам;
- ◆ виртуальная машина BM3 служит сервером для различных датчиков. К ней подключаются датчики, которые установлены по всему дому. Данный сервер может обеспечивать единый контроль всех датчиков, вести мониторинг и предоставлять возможность настройки датчиков;
- ◆ виртуальная машина BM4 служит сервером резервного копирования. В задачу BM4 входит создание резервных копий всех виртуальных машин, установленных на сервере.

После создания резервных копий BM4 отправляет их в сетевое хранилище. В случае сбоя или выхода из строя одной или нескольких виртуальных машин с помощью данного сервера их можно легко восстановить из копий [3]. Данный сервер может быть настроен на мониторинг всех важных системных файлов и, в случае их повреждения, программа автоматически заменит поврежденные файлы и перезагрузит систему. Связь сервера с сетевым хранилищем обеспечивает маршрутизатор, который также может обеспечивать главный сервер подключением к сети интернет.

При проектировании домашних компьютерных сетей современным сетевым решением является организация и построение структурированной кабельной системы (СКС) [4], которая обеспечит подключение компьютеров и оборудования, не имеющих Wi-Fi адаптера, к домашней сети. Также к данной СКС можно подключать различные датчики для находящегося в доме оборудования, состояние кото-

рого необходимо отслеживать. Доступ к интернет также может контролироваться при помощи специального маршрутизатора. Структура модели с использованием СКС приведена на рис. 2.

Как видно из рисунка, в основу данной модели положена базовая модель (см. рис. 1) с дополнительной организацией структурированной кабельной системы, которая размещается по всему дому, объединяет все оборудование и обеспечивает подключение устройств посредством кабелей и беспроводного доступа.

В качестве примера использования в модели имеющихся в доме вычислительных ресурсов и организации доступа к внешним сетям, к системе были подключены три пользовательских компьютера, которые не содержат Wi-Fi модуля и не могут подключаться к беспроводной сети. Благодаря СКС данные компьютеры получают доступ к интернет и также могут находиться в одной сети с устройствами, использующими беспроводное соединение [5]. В данном случае доступ к проводному интернету контролируется не VM1, а самим маршрутизатором, но это не мешает использовать одинаковые фильтры в обеих подсетях. Также к сети могут быть подключены датчики и камеры, которые с помощью СКС связываются со своими серверами (VM2, VM3).

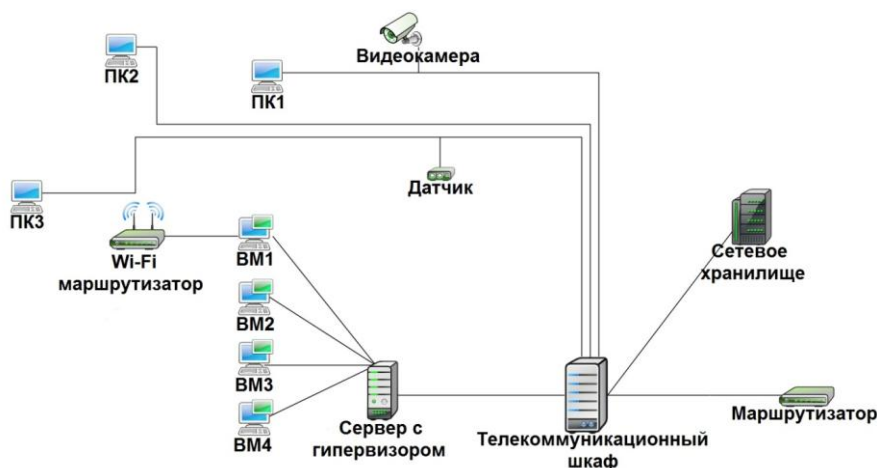


Рис. 2. Структура модели системы на основе СКС

Также в данной модели был изменен порядок подключения устройств. В первой модели к маршрутизатору подключался главный сервер и сетевое хранилище, а сам маршрутизатор подключался к интернет. Во второй модели сервер и сетевое хранилище подключаются к телекоммуникационному шкафу [6], а сам шкаф подключается к маршрутизатору.

Выбор средств для среды виртуализации. В рассматриваемой модели целесообразно использовать гипервизор в качестве основной операционной системы, т.е. программная среда для виртуализации должна устанавливаться на сервер как базовая ОС. Это позволяет не затрачивать дополнительные ресурсы на запуск пользовательской операционной системы, установленной на серверной машине, а также появляется возможность более полного использования и распределения имеющихся ресурсов между виртуальными машинами.

При анализе существующих средств были рассмотрены следующие пакеты для организации виртуальной среды: VMware vSphere, Xen server и Microsoft Hyper V.

VMware vSphere – один из самых популярных гипервизоров компании VMware. Представляет собой dos оболочку, посредством которой можно настроить базовые опции для сервера [7]. Программа управляется через клиентское приложение, которое устанавливается на пользовательский компьютер и осуществляет подключение, как по локальной сети, так и посредством сети интернет [2]. Одним из главных преимуществ этого пакета является возможность гибкой настройки резервного копирования, а также возможность добавления виртуального хранилища работающих виртуальных машин без прерывания работы и простоев сервера.

Гипервизор поддерживает дополнительные продукты и модули, разработываемые компанией VMware, а также имеет дружественный и интуитивно понятный интерфейс. Наличие специального модуля резервного копирования и восстановления данных [8], исключает необходимость в развертывании VM4, показанной в базовой модели на рис. 1. Гипервизор поддерживает большинство операционных систем для виртуальных машин, а также имеет конвертор, который позволяет конвертировать виртуальные машины с других гипервизоров и позволяет мигрировать на vSphere без потери данных с предыдущей системы. В качестве недостатка этой виртуальной среды можно отметить стоимость продукта. Однако пакет имеет несколько редакций, которые отличаются количеством поддерживаемых физических процессоров и другими параметрами. Дополнительные продукты и модули приобретаются за отдельную плату.

Xen server – программное обеспечение для организации виртуализации, разработанное компанией Citrix. Данный пакет также является одним из самых популярных гипервизоров. Он имеет возможность активной миграции, а также содержит инструменты, необходимые для перемещения существующих нагрузок с физической среды в виртуальную [3]. Позволяет пользователям создавать неограниченное число серверов и виртуальных машин, которыми можно безопасно и надежно управлять с помощью единой консоли управления [9], как и в гипервизоре vSphere, описанным выше.

Гипервизор Xen server поддерживает оптимизацию памяти, перераспределяя неиспользуемую память сервера между виртуальными машинами, что снижает затраты и повышает производительность и степень защищенности приложений [10], также организована система балансировки нагрузки виртуальных машин на основе политики, определяемой администратором системы [1]. Самым большим достоинством пакета является наличие бесплатной версии, но с ограниченным функционалом, что приводит к необходимости в развертывании VM4 (см. рис. 1.).

Microsoft Hyper V. В выпускаемых серверных продуктах фирма Microsoft активно продвигает свою технологию виртуализации Hyper V, которая впервые появилась в Windows Server 2008 и продолжает развиваться. Эта технология также поддерживается и Windows Server 2012 [11]. Помимо выполнения определенной роли в серверной операционной системе, Hyper-V существует и как отдельный продукт – Microsoft Hyper-V Server.

Данный гипервизор поддерживает механизм реплики, который позволяет организовать на соседнем с Windows Server 2012 хосте реплицируемую копию виртуальной машины [12], которая периодически синхронизируется с исходной VM по сети. Также имеется поддержка общих виртуальных дисков (VHDX), которые располагаются либо на SMB 3.0 Scale-Out файл-сервере, либо на основе технологии разделения томов Cluster Shared Volume (CSV) [13] в целях обеспечения отказоустойчивости самой системы хранения данных. Эта функция исключает необходимость в дорогом оборудовании для сетей хранения данных (SAN) [14] и предоставляет возможность реализовать собственное решение, используя виртуальные машины и удобный способ хранения данных. Однако использовать поддержку механизма качества обслуживания Storage QoS для общих виртуальных дисков нельзя. Администратор системы может уменьшать или увеличивать размер диска виртуальной машины, даже если она уже

запущена [7], а также выполнять миграцию работающей ВМ без необходимости приостановления работы. Значительным недостатком Hyper-V является поддержка малого количества дистрибутивов Linux, т.е. в основном, гипервизор ориентирован на поддержку операционных систем семейства Windows.

В результате проведенного сравнительного анализа рассмотренных выше пакетов для предлагаемой модели был выбран гипервизор на основе Xen server. Достоинствами пакета является достаточный для решения поставленных задач набор функций и наличие бесплатной версии программы, что значительно снижает затраты для организации виртуальной среды.

Гипервизор от компании Citrix является очень надежной и безопасной платформой виртуализации, которая обеспечивает производительность приложений и требуемую функциональность виртуальных машин.

Заключение. В представленной модели решается проблема неиспользуемых серверных ресурсов, поскольку гипервизор позволяет задействовать все ресурсы физической системы, а также решает проблемы несовместимости некоторых программ. Данная модель достаточно универсальна, ее можно адаптировать под любые нужды системы smart house, количество виртуальных машин, устанавливаемых на физический сервер. Она зависит напрямую от характеристик сервера, чем мощнее сервер, тем больше виртуальных машин можно на него поставить. Гипервизор можно контролировать с помощью программы клиента, которая может быть установлена на любой пользовательский компьютер, находящийся в одной сети с сервером. Сервер резервного копирования и восстановления обеспечивает самообслуживание системы, благодаря чему система может следить за своим состоянием и в случае возникновения проблем провести автоматическое восстановление без вмешательства пользователя. Сетевое хранилище при этом обеспечивает надежное хранение резервных копий виртуальных машин, оно не зависит от состояния главного сервера и в случае его отказа, и замене все виртуальные машины, существовавшие на старом сервере, могут быть восстановлены на новом сервере с сохранением всех параметров.

Стоимость комплекса можно сократить, путем использования вместо серверной платформы стационарного пользовательского персонального компьютера, использования бесплатного программного обеспечения для организации виртуальной среды. На виртуальные машины можно установить бесплатные дистрибутивы Linux, но следует обратить внимание на то, что выбор дистрибутивов, полностью зависит от администратора комплекса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Josyula V., Orr V., Page G.* Cloud Computing: Automating the Virtualized Data Center. – Cisco Press, 2012. – 336 p.
2. *Михеев М.* Администрирование VMware vSphere 5. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 504 с.
3. *Chisnall D.* Definitive Guide to Xen Hypervisor. – Prentice Hall, 2007. Pearson Education, Inc – 320 p.
4. *Самарский П.А.* Основы структурированных кабельных систем. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 228 с.
5. *Семенов А.Б.* Системы интерактивного управления СКС. – М.: АйТи Пресс, 2011. – 224 с.
6. *Кларк К., Гамильтон К.* Принципы коммутации в локальных сетях Cisco. – М.: Вильямс, 2003. – 976 с.
7. *Лэнгоун Д., Лейбовичи А.* Виртуализация настольных компьютеров с помощью VMware View 5. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 280 с.
8. *Bunch C.* Automating vSphere: With VMware vCenter Orchestrator. – VMware Press, 2012. – 312 p.
9. *Tosatto D.* Citrix XenServer 6.0 Administration Essential Guide. – Packt Publishing, 2012. – 364 p.

10. *Williams D., Garcia J.* Virtualization with Xen: Including Xenenterprise, Xenserver, and Xenexpress. – Syngress, 2007. – 384 p.
11. *Carvalho L.* Windows Server 2012 Hyper-V Cookbook. – Packt Publishing, 2012. – 304 p.
12. *Линн С.* Администрирование Microsoft Windows Server 2012. – М.: Питер, 2014. – 304 с.
13. *Siron E.* Microsoft Hyper-V Cluster Design. – Packt Publishing, 2013. – 462 p.
14. *Tulloch M.* Optimizing and Troubleshooting Hyper-V Networking. – Microsoft Press, 2013. – 134 p.

REFERENCES

1. *Josyula V., Orr V., Page G.* Cloud Computing: Automating the Virtualized Data Center. Cisco Press, 2012. 336 p.
2. *Mikheev M.* Administrirovanie VMware vSphere 5 [Administration VMware vSphere 5]. Moscow: DMK Press, 2012, 504 p.
3. *Chisnall D.* Definitive Guide to Xen Hypervisor. Prentice Hall, 2007. Pearson Education, Inc, 320 p.
4. *Samarskiy P.A.* Osnovy strukturirovannykh kabelnykh system [The basics of structured cable systems]. Moscow: DMK Press, 2005, 228 p.
5. *Semenov A.B.* Sistemy interaktivnogo upravleniya SKS [System of interactive control of RAS]. Moscow: AyjTi Press, 2011, 224 p.
6. *Klark K., Gamilton K.* Printsipy kommutatsii v lokalnykh setyakh Cisco [Switching concepts in local networks Cisco]. Moscow: Vilyams, 2003. 976 p.
7. *Lehgoun D., Leybovichi A.* Virtualizatsiya nastolnykh kompyuterov s pomoshchyu VMware View 5 [Desktop virtualization with VMware View 5]. Moscow: DMK Press, 2013. 280 p.
8. *Bunch C.* Automating vSphere: With VMware vCenter Orchestrator. VMware Press, 2012, 312 p.
9. *Tosatto D.* Citrix XenServer 6.0 Administration Essential Guide. Packt Publishing, 2012, 364 p.
10. *Williams D., Garcia J.* Virtualization with Xen: Including Xenenterprise, Xenserver, and Xenexpress. Syngress, 2007, 384 p.
11. *Carvalho L.* Windows Server 2012 Hyper-V Cookbook. Packt Publishing, 2012, 304 p.
12. *Linn S.* Administrirovanie Microsoft Windows Server 2012 [Administering Microsoft Windows Server 2012]. Moscow: Piter, 2014, 304 p.
13. *Siron E.* Microsoft Hyper-V Cluster Design. Packt Publishing, 2013, 462 p.
14. *Tulloch M.* Optimizing and Troubleshooting Hyper-V Networking. Microsoft Press, 2013, 134 p.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор Н.И. Витиска.

Костюк Андрей Иванович – Южный федеральный университет; e-mail: aikostyuk@sfedu.ru; 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44; тел.: 88634371608; кафедра вычислительной техники; к.т.н., доцент.

Поленов Максим Юрьевич – e-mail: mypolenov@sfedu.ru; тел.: 88634371550; кафедра вычислительной техники; к.т.н.; доцент.

Лукьянов Владислав Анатольевич – e-mail: sith@pochta.ru; тел.: 88634371656; кафедра вычислительной техники; магистрант.

Мунтян Евгения Ростиславна – e-mail: evgenia_muntyan@mail.ru; тел.: 88634371550; кафедра вычислительной техники; старший преподаватель.

Kostyuk Andrey Ivanovich – Southern Federal University; e-mail: a_kostyuk@mail.ru; 44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634371608; the department of computer engineering; cand. of eng. sc.; associate professor.

Polenov Maxim Yuryevich – e-mail: mypolenov@sfedu.ru; phone: +78634371550; the department of computer engineering; cand. of eng. sc.; associate professor.

Lukyanov Vladislav Anatolyevich – e-mail: sith@pochta.ru; phone: +78634371656; the department of computer engineering; graduate student.

Muntyan Evgenia Rostislavna – e-mail: evgenia_muntyan@mail.ru; phone: +78634371550; the department of computer engineering; senior lecturer.