

УДК 378.147

Белов М.А.¹, Лупанов П.Е.¹, Токарева Н.А.¹, Черемисина Е.Н.²¹Государственный университет «Дубна», г. Дубна, Россия²Отделение «Геоинформатики «ВНИИгеосистем», ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт», г. Москва, Россия**КОНЦЕПЦИЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ АРХИТЕКТУРЫ ВИРТУАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ЛАБОРАТОРИИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО РАСПРЕДЕЛЁННЫМ ИНФОРМАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫМ СРЕДСТВАМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ****Аннотация**

Статья посвящена описанию усовершенствованной архитектуры виртуальной компьютерной лаборатории, которая используется в инновационной практике подготовки специалистов по распределённым информационным системам, а также разработчиков программного обеспечения, способных выстраивать актуальную технологическую инфраструктуру для продуктивной разработки программного обеспечения. На сегодняшний день, идеи, заложенные в архитектуру виртуальной компьютерной лаборатории и методологию обучения, являются одними из самых передовых в мире.

Ключевые слова

Виртуальная компьютерная лаборатория; виртуализация; облачные технологии; образование; инновации.

Belov M.A.¹, Lupanov P.E.¹, Tokareva N.A.¹, Cheremisina E.N.²¹Dubna State University, Dubna, Russia²Department of «Geoinformatics «VNIIGeosystem», Federal State Budgetary Institution «All-Russian Research Geological Oil Institute», Moscow, Russia**CONCEPT OF THE IMPROVED ARCHITECTURE OF VIRTUAL COMPUTER LABORATORY FOR EFFECTIVE TRAINING OF SPECIALISTS SKILLED IN DISTRIBUTED INFORMATION SYSTEMS AND DESIGN TOOLS****Abstract**

The article discusses the advanced architecture of the virtual computer laboratory, which is used in the innovative practice of training specialists in distributed information systems, as well as software developers skilled in building the actual technological infrastructure for productive software development. To date, the core ideas in the architecture of the virtual computer laboratory and the training methodology are among the most advanced in the world.

Keywords

Virtual computer laboratory; virtualization; cloud technologies; education; innovations.

При подготовке высококвалифицированных ИТ-специалистов важной задачей для ВУЗа является формирование таких профессиональных компетенций выпускников, с помощью которых они смогут успешно решать широкий спектр предметных задач, возникающих на всех этапах жизненного цикла распределённых корпоративных информационных систем. Такие информационные системы на практике, как правило, применяются для управления

деятельностью предприятия, управления потоками работ в технологических процессах, управления ИТ-инфраструктурой, построения web-решений высокой доступности, сбора, анализа и хранения данных. Очевидно, что для формирования у учащихся профессиональных компетенций им необходимо осваивать большое количество теоретического материала, выполнять практические задания и исследовательские работы по освоению современных

информационных систем, их развертыванию, сопровождению, эффективному применению для решения проблемно-ориентированных задач и т.п.

Организация эффективного процесса целевой подготовки ИТ специалистов потребовала скорейшего решения следующих проблем: не всегда достаточное количество аудиторных часов для решения необходимого и достаточного набора практических задач по освоению сложных информационных систем; на типовом персональном компьютере средней мощности невозможно получить реальную практику работы с многокомпонентными информационными системами, поскольку аппаратные требования таких систем часто выходят за рамки типовых домашних, офисных и переносных компьютеров; при установке и сопровождении некоторых информационных систем иногда возникают трудности, которые невозможно решить без опыта работы с такими системами; стоимость лицензий слишком высока для отдельно взятого пользователя, и в большинстве случаев такая лицензия необходима лишь на время учебного процесса.

Основным путем решения указанных проблем стало создание виртуальной компьютерной лаборатории, функциональность которой позволяет решать задачи предоставления вычислительных ресурсов, а также программного, технологического и методического обеспечения; обучать современным технологиям работы с распределёнными информационными системами; организовывать коллективную работу с учебным материалом, вовлекая пользователей в процесс его совершенствования и свободное общение друг с другом, построенное на принципах самоорганизации [1-18].

Виртуальная компьютерная лаборатория – это комплекс программно-аппаратных средств, основанных на технологиях виртуализации, позволяющих гибко, по запросу, предоставлять и использовать вычислительные ресурсы в виде «облачных» интернет-сервисов для выполнения научно-исследовательских работ, ресурсоемких вычислительных расчетов и заданий, связанных с освоением сложных корпоративных и иных информационных систем, предоставления выделенных виртуальных серверов для инновационных проектов, выполняемых студентами и сотрудниками Института системного анализа и управления.

Важнейшей особенностью виртуальной компьютерной лаборатории являются принципы самоорганизации, где осуществляется переход от жёсткой системы групповых политик безопасности с большим количеством ограничений к формированию личной ответственности, уважения к коллегам,

толерантности каждого учащегося, что должно являться прочным фундаментом для укрепления и развития базовых культурных, общественных и социальных ценностей в образовательной среде. Очевидно, что образование находится вне политики, поэтому уже сегодня требуется закладывать в учебный процесс такие технологии, которые прививают учащимся целостную систему взглядов коллективного и интеграционного взаимодействия на различных мета уровнях и взаимного уважения на уровне межличностных взаимодействий.

Обучение распределённым информационным системам является приоритетной задачей, мы рассмотрим на примере отказоустойчивого кластера, который выбран не случайно, т.к. подобные программные решения становятся неотъемлемой частью современного бизнеса. Реализация аппаратно-программных комплексов надёжного хранения данных имеет высокую актуальность, поэтому задача проектирования и развёртывания отказоустойчивых кластеров входит в несколько спецкурсов, в силу востребованности современными компаниями. При проектировании корпоративных информационных систем обеспечение доступности критических приложений вне зависимости от состояния аппаратного обеспечения и программной среды является залогом успешного выполнения многих ключевых бизнес-процессов. Простои, в том числе запланированные, приводят к затратам и потере клиентов, а длительные отключения просто недопустимы для современных высокотехнологичных предприятий.

В рамках выполнения данной практической задачи учащиеся формируют требования к отказоустойчивому кластеру, определяют критические компоненты, для которых требуется резервирование, конфигурируют виртуальные машины, знакомятся с современными средствами и технологиями хранения данных, принципами построения распределённых систем, различными видами серверных операционных систем (Windows и Unix) и способами их взаимодействия, протоколами передачи данных, на примере iSCSI, настраивают компьютерные сети, формируют политику безопасности, решают задачи интеграции компонентов системы.

Задача развёртывания отказоустойчивого кластера демонстрирует возможности виртуальной компьютерной лаборатории и наглядно показывает, что её использование в рамках практических занятий и внеаудиторной работы позволяет готовить ИТ-специалистов в соответствии с требованиями самых современных образовательных и профессиональных стандартов.

В основе аппаратной части виртуальной компьютерной лаборатории используются сервера

лезвийной архитектуры, которые имеют компактные размеры и позволяют более эффективно использовать помещение серверной.

На сегодняшний день часть мощностей виртуальной компьютерной лаборатории была переориентирована на виртуальные рабочие среды, своеобразные бесплатные виртуальные инкубаторы, по разработке мобильных приложений. Разработка мобильных приложений может являться не только источником дополнительного дохода для учащихся, но и существенно повышает их профессиональный и творческий потенциал. Такой подход также способствует и дальнейшему удержанию этих подготовленных специалистов на территории Российской Федерации, т.к. зарплата на предприятии и дополнительный доход от реализации своей интеллектуальной собственности делает жизнь более комфортной, позволяет уменьшить длительность ипотеки, а также выбирать комфортный регион для жизни. В некоторых случаях результат работы студентов в виртуальных инкубаторах позволяет создавать малые инновационные предприятия, привлекать венчурные инвестиции.

Программная структура такого виртуального инкубатора как правило проста, т.к. базируется на итерационном подходе к разработке программного обеспечения Agile и требует лишь установки сред разработки, эмуляторов мобильных устройств, баз данных и веб-сервера, системы контроля версий, системы управления релизами на основе непрерывной интеграции, а также любых других программно-инструментальных средств, которые необходимы для проекта, где важным фактором является возможность сделать это учащимися самостоятельно или командой. Связующим звеном является информационная среда управления знаниями, которая включает в себя средства коммуникации, коллаборации и совместной работы с объектами инфраструктуры и артефактами.

Опишем далее более подробно основные компоненты среды виртуальной компьютерной лаборатории.

Базовая программная платформа виртуальной компьютерной лаборатории, на которой реализованы интеллектуальные методические и технологические надстройки, реализована на базе программного обеспечения VMware vSphere и состоит из гипервизоров vSphere ESXi, на которых выполняется вся вычислительная работа виртуальными машинами и сервера централизованного управления vCenter Server.

vCenter Server состоит из следующих ключевых компонентов:

- vCenter Single Sign-On

Данный компонент является критически важным для всего окружения, т.к. он

предоставляет сервисы безопасной аутентификации для многих компонентов vSphere. Single Sign-On создает внутренний безопасный домен, в котором различные компоненты и решения, входящие в экосистему vSphere, регистрируются в процессе установки или обновления и впоследствии получают базовые инфраструктурные ресурсы. В архитектуре ВКЛ данный компонент отвечает не только за внутренние сервисы аутентификации, но также служит для аутентификации пользователей из внутреннего домена университета, использующих учетные записи из Microsoft Active Directory университета.

- vCenter Server

Компонент vCenter Server является центральным компонентом для управления окружением vSphere. Данный модуль предоставляет интерфейсы управления и мониторинга множества узлов vSphere, а также дает возможность использования таких технологий, как VMware vSphere vMotion и VMware vSphere High Availability.

- vCenter Inventory Service

Приблизительно девяносто процентов запросов vSphere Web Client к серверу являются лишь запросами на чтение текущей конфигурации системы и её состояния. Inventory Service является компонентом, кэширующим большую часть информации о текущем состоянии окружения, для ответов на запросы vSphere Web Client, в целях уменьшения нагрузки на базовые процессы vCenter.

- vSphere Server for Web Client (vSphere Web Client)

vSphere Web Client является основным интерфейсом централизованного управления окружением, его можно условно разделить на две части: первая – серверная часть, обслуживающая запросы второй части, которой является Adobe Flex, совместимый браузер конечного пользователя с поддержкой NPAPI-plugins. Стоит отметить, что управление ВКЛ также может осуществляться и с использованием установленного на компьютере конечного пользователя vCenter Server Desktop Client.

- vCenter Server Database

База данных является одним из ключевых модулей в архитектуре стека vCenter Server. Практически каждое обращение к vCenter Server ведет к его коммуникации с базой данных. Данная база данных является основным местом хранения параметров vCenter Server, а также хранилищем статистических данных. Сохраняемые данные статистики при последующем анализе позволяют оптимизировать работу системы.

Ключевым компонентом современной виртуальной компьютерной лаборатории является система виртуализации 3D графики. Мы

используем видеокарты Nvidia Kepler и программный пакет VMware Horizon Suite для удалённых VDI подключений, а также формирования образов виртуальных серверов и рабочих станций, разделённых на слои с помощью VMware ThinApp. Это позволяет организовывать виртуальные рабочие места САПР с возможностью 3D моделирования. Технические ресурсы университета позволяют учащимся самостоятельно создавать виртуальные машины с поддержкой 3D графики из образов и использовать сервера лицензий, выдающие лицензии на подключение, а не на конкретную копию программного продукта. Такой подход позволяет организовать внеаудиторную работу учащихся без необходимости личных затрат на дорогостоящее техническое оборудование и программное обеспечение.

Для управления виртуальной компьютерной лабораторией был сформирован централизованный портал управления, а также реализована система (среда) управления знаниями. Необходимость создания такой системы обусловлена тем, что освоение сложных программных продуктов и технологий может происходить дистанционно, поэтому очень важно создать социальную сеть между всеми участниками, а также сформировать такую среду, чтобы учащийся имел возможность самостоятельного вхождения в такие процессы, как идентификация, приобретение, представление и использование (распространение) знаний без непосредственного участия преподавателя.

Способы использования (распространения)

непосредственно связаны со способами его хранения и, соответственно, для передачи формализованных знаний могут быть использованы такие технологические средства, как базы знаний с различными поисковыми механизмами, блоги, вики, социальная сеть, «Вики-учебник» с возможностью коллаборации всех участников для совместного создания и актуализации учебного контента, биржу практических задач (в том числе и от реальных компаний), блоги пользователей, форумы и систему групповых чатов. Наличие этой системы, позволило нам стать идейными лидерами в мире в области подготовки ИТ-специалистов с применением облачных технологий.

Одним из важнейших компонентов виртуальной компьютерной лаборатории является экспертная система на основе производственной модели, основанной на правилах, которая позволяет с помощью вопросов и ответов автоматически определять количество необходимых виртуальных машин и формировать их конфигурацию для внедрения той или иной системы или целой программной инфраструктуры. Такой подход позволяет не только эффективно обеспечивать информационное обеспечение аудиторной, внеаудиторной (домашней) работы и исследовательской работы, но и существенно нарастить функциональность системы дистанционного обучения университета Дубна. Для её реализации была реализована интеграция с технологической платформой VMware vSphere, рассмотренной выше.

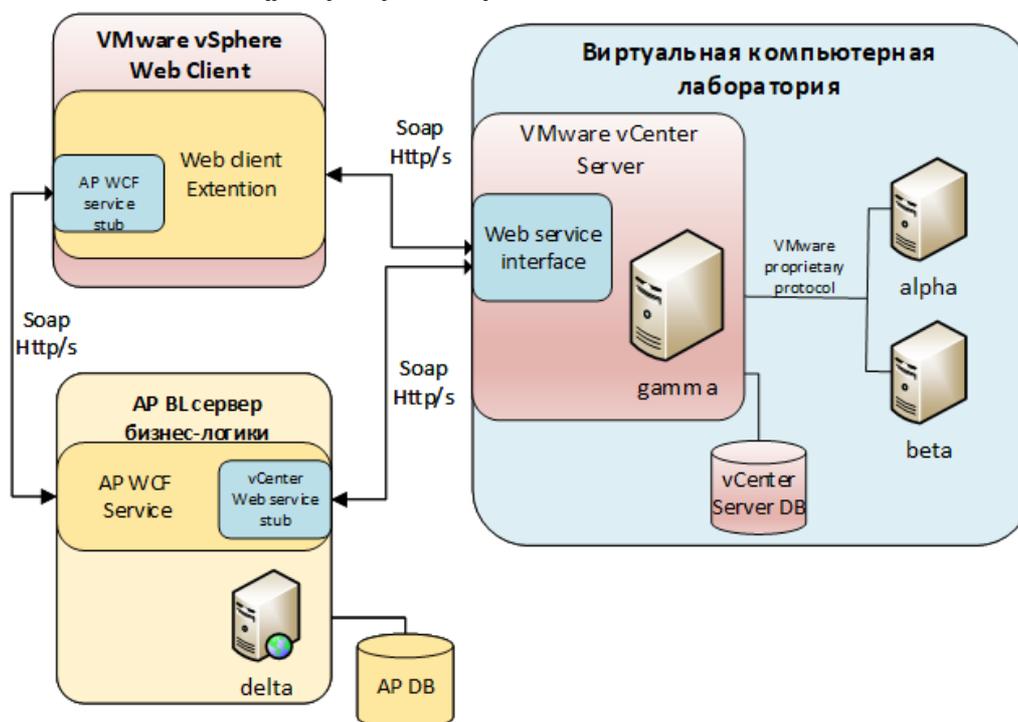


Рисунок 1. Концептуальная модель интеграции экспертной системы с базовой программной платформой виртуальной компьютерной лаборатории

Для простоты понимания модели в ней используется 3 сервера, где сервера Alpha и Beta являются гипервизорами, а сервер Gamma является сервером управления и авторизации на основе подключения к центральному LDAP каталогу учётных записей учащихся университета «Дубна».

Компоненты AP BL (Applied Problem (AP) business logic) Service и AP DB выполняют функции сервиса бизнес логики и базы данных.

Основным преимуществом такого варианта является то, что в нём коммуникация между сервисом бизнес логики и программной платформой ВКЛ происходит посредством использования веб сервиса, предоставляемого VMware vCenter Server.

Обмен сообщениями производится на базе SOAP, и Https. SOAP (Simple Object Access Protocol) — протокол обмена структурированными сообщениями в распределённой вычислительной среде. Первоначально SOAP предназначался в основном для реализации удалённого вызова

процедур (RPC). Сейчас протокол используется для обмена произвольными сообщениями в формате XML, а не только для вызова процедур. SOAP может использоваться с любым протоколом прикладного уровня: SMTP, FTP, HTTP, HTTPS и др.

VMware vSphere Web Client — основной инструмент управления архитектурой стека VMware. С точки зрения архитектуры его можно разделить на два слоя, слой интерфейса пользователя и сервисный слой.

Слой интерфейса состоит из Adobe Flex приложения, которое отображается в веб браузере пользователя. Данное приложение содержит все элементы пользовательского интерфейса, на сегодняшний день осуществляется переход к более унифицированному решению на HTML5 и JavaScript.

Сервисный слой состоит из коллекции Java сервисов, которые запущены в рамках vSphere Web Client application server, в основе которого лежит Virgo server.

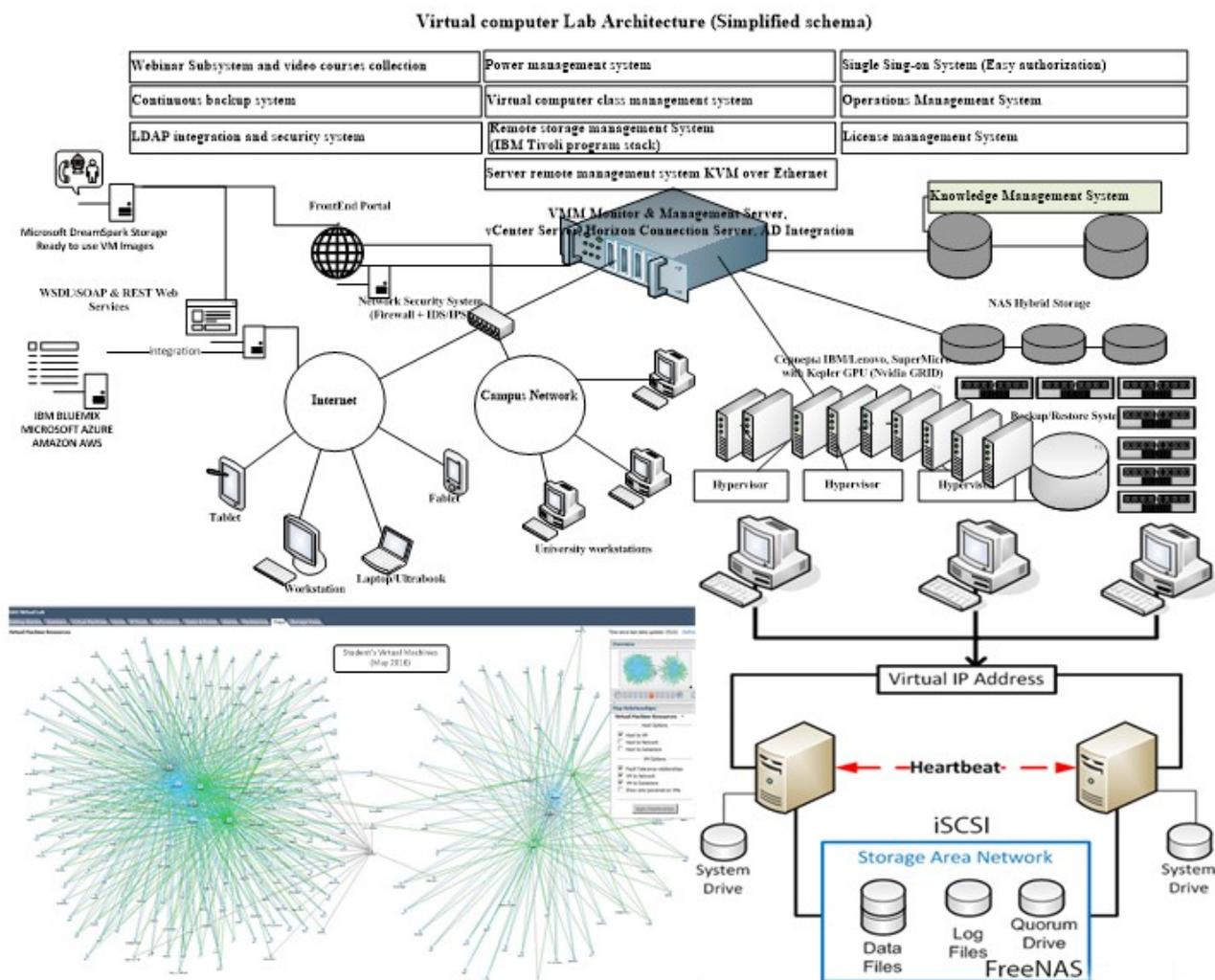


Рисунок 2. Концептуальная модель виртуальной компьютерной лаборатории с примером лабораторной работы по созданию отказоустойчивого кластера

Java сервисы взаимодействуют с vCenter Server и другими частями окружения vSphere. vSphere Web Client application server включает в себя Spring Framework, который отвечает за управление коммуникацией между слоем интерфейса и сервисным слоем.

Архитектура vSphere Web Client допускает возможность расширения за счет добавления плагинов с использованием технологий Adobe Flex, Html и JavaScript. На схеме архитектуры информационной системы данное расширение обозначено как Web Client Extension.

Именно данное расширение в рассматриваемом варианте архитектуры предоставляет конечному пользователю интерфейс для успешного выполнения прикладной задачи и во взаимодействии с сервисом бизнес логики позволяет обеспечить полноценное функционирование экспертной системы, позволяющей генерировать конфигурацию виртуальных машин автоматически, по результату ответов пользователя на ключевые вопросы.

При желании функциональность сервиса бизнес логики может быть перенесена во внутренний Java service в компоненте Virgo server, в этом случае необходимость в отдельном сервере бизнес логики отпадает, но, по мнению авторов, это может несколько усложнить поддержку, обслуживание и миграцию компонентов системы на новое оборудование.

Полностью концептуальная модель

виртуальной компьютерной лаборатории представлена на рисунке 2. Внедрение виртуальной компьютерной лаборатории делает возможным превращение инноваций в жизнь и способствует существенному отрыву вперед от традиционных образовательных подходов.

Также следует особо отметить, что внедрение виртуальной компьютерной лаборатории позволило организовать создание оптимальной и устойчивой технической, технологической, учебно-организационной, научно-методической и нормативно-административной среды, обеспечивающей поддержку инновационных подходов к компьютерному образованию, что способствует интеграции научно-образовательного потенциала Государственного университета «Дубна», отраслевой и академической науки, установление партнерских отношений с ведущими компаниями – потенциальными работодателями для выпускников Института системного анализа и управления.

Достиженные Институтом системного анализа и управления результаты в области совершенствования учебного процесса являются стратегическим фундаментом для преодоления, пожалуй, одной из самых острых проблем современного образования – слабой и замедленной реакции на изменение внешней среды.

Литература

1. Белов М.А., Антипов О.Е. Принципы проектирования виртуальной компьютерной лаборатории на основе технологии облачных вычислений. // Сборник трудов международной конференции «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании'2010». Одесса: УКРНИИМФ, 2010.
2. Добрынин В.Н. Концепция опережающего применения информационных систем в учебном процессе. / В.Н. Добрынин, Г.Л. Мазный, Е.Н. Черемисина // Компьютерные технологии в образовании: научный семинар на IV съезде Российского союза ректоров высших учебных заведений. – М.: МГУ – 1996.
3. Черемисина Е.Н., Крейдер О.А. Инновационная практика подготовки IT-специалистов в университете «Дубна». // Сборник научных трудов / Под ред. Е.Н. Черемисиной. Вып. 2 – М.: ООО «Центр информационных технологий в природопользовании», 2008.
4. Белов М.А., Антипов О.Е. Разработка и внедрение программно-аппаратной платформы виртуальной компьютерной лаборатории в образовательный процесс высшей школы. // Сборник трудов VII международной научно-практической конференции «Наука и современность - 2010». Новосибирск: ЦРНС, 2010.
5. Белов М.А., Антипов О.Е. Опыт использования открытого программного обеспечения в виртуальной компьютерной лаборатории на основе технологии облачных вычислений. // Сборник трудов VI международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития образования в России». Новосибирск: ЦРНС, 2010.
6. Белов М.А., Бугров А.Н., Антипов О.Е. Создание и опыт эксплуатации виртуального компьютерного класса как компонента виртуальной компьютерной лаборатории, основанной на ЦОД с применением серверов лезвийной архитектуры. // Сборник трудов IV международной научно-практической конференции «Наука в современном мире». М.: «Спутник+», 2010.
7. Белов М.А., Антипов О.Е. Разработка и внедрение программно-аппаратной платформы виртуальной лаборатории в образовательный процесс высшей школы. Наука и современность – 2010: сборник материалов VII Международной научно-практической конференции: в 2-х частях. Часть 2. / Под общ. Редакцией С.С. Чернова. Новосибирск: Издательство НГТУ, 2010.
8. Белов М.А., Токарева Н.А., Антипов О.Е. Архитектура виртуальной компьютерной лаборатории для подготовки специалистов в области информационных технологий // Компьютерные инструменты в образовании, 2011. №4.
9. Черемисина Е.Н., Белов М.А., Антипов О.Е., Роль виртуальной компьютерной лаборатории на основе технологии облачных вычислений в современном компьютерном образовании // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2012. №1(55).
10. Белов М.А., Антипов О.Е. Технология применения виртуальной компьютерной лаборатории в учебных курсах ВУЗа // Естественные и технические науки. 2012. №1.
11. Белов М.А., Антипов О.Е. Контрольно-измерительная система оценки качества обучения в виртуальной компьютерной лаборатории // Качество. Инновации. Образование. 2012. №3.
12. Черемисина Е.Н., Белов М.А., Сорокин А.В., Антипов О.Е. Инновационная практика компьютерного образования в университете «Дубна» с применением виртуальной компьютерной лаборатории на основе технологии облачных

- вычислений // Программная инженерия. 2012. №5.
13. Черемисина Е.Н., Белов М.А., Митрошин П.А. Комплексные системы электронного обучения как инструментарий оценки компетенций учащихся // Наука и бизнес: Пути развития. 2013, №5.
 14. Черемисина Е.Н., Белов М.А., Лишилилин М.В. Анализ ключевых активностей жизненного цикла управления знаниями в ВУЗе и формирование концептуальной модели архитектуры системы управления знаниями // Открытое образование. 2013, №3.
 15. Черемисина Е.Н., Белов М.А., Лишилилин М.В. Концепция инновационной подготовки ИТ-специалистов с применением виртуальной компьютерной лаборатории на основе технологий облачных вычислений и виртуального знаниевого пространства // Вестник Международного университета природы, общества и человека «Дубна», №1, 2014.
 16. Белов М.А., Лишилилин М.В., Токарева Н.А., Антипов О.Е. От виртуальной компьютерной лаборатории к управлению знаниями. Итоги и перспективы // Качество. Инновации. Образование. №9, 2014.
 17. Белов М.А., Лишилилин М.В., Токарева Н.А., Сорокин А.В. Концептуальная модель системы управления знаниями для формирования профессиональных компетенций в области ИТ в среде виртуальной компьютерной лаборатории // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 11.
 18. Cheremisina E.N., Belov M.A., Potemkina S.V. Distance learning through distributed information systems using a virtual computer lab and knowledge management system // Journal of Emerging Research and Solutions in ICT №2, Bitola, Macedonia, 2016.

References

1. Belov M.A., Antipov O.E. Principy proektirovaniya virtual'noj komp'yuternoj laboratorii na osnove tehnologii oblachnyh vychislenij. // Sbornik trudov mezhdunarodnoj konferencii «Sovremennye problemy i puti ih reshenija v nauke, transporte, proizvodstve i obrazovanii'2010». Odessa: UKRNIIMF, 2010.
2. Dobrynin V.N. Konceptija operezhashushhego primeneniya informacionnyh sistem v uchebnom processe. / V.N. Dobrynin, G.L. Maznyj, E.N. Cheremisina // Komp'yuternye tehnologii v obrazovanii: nauchnyj seminar na IV s#ezde Rossijskogo sojuza rektorov vysshih uchebnyh zavedenij. – M.: MGU – 1996.
3. Cheremisina E.N., Krejder O.A. Innovacionnaja praktika podgotovki IT-specialistov v universitete «Dubna». // Sbornik nauchnyh trudov / Pod red. E.N. Cheremisinoj. Vyp. 2 – M.: OOO «Centr informacionnyh tehnologij v prirodopol'zovanii», 2008.
4. Belov M.A., Antipov O.E. Razrabotka i vnedrenie programmno-apparatnoj platformy virtual'noj komp'yuternoj laboratorii v obrazovatel'nyj process vysshej shkoly. // Sbornik trudov VII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Nauka i sovremennost' - 2010». Novosibirsk: CRNS, 2010.
5. Belov M.A., Antipov O.E. Opyt ispol'zovanija otkrytogo programmno obespechenija v virtual'noj komp'yuternoj laboratorii na osnove tehnologii oblachnyh vychislenij. // Sbornik trudov VI mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Problemy i perspektivy razvitiya obrazovanija v Rossii». Novosibirsk: CRNS, 2010.
6. Belov M.A., Bugrov A.N., Antipov O.E. Sozdanie i opyt jekspluatatsii virtual'nogo komp'yuternogo klassa kak komponenta virtual'noj komp'yuternoj laboratorii, osnovanno na COD s primeneniem serverov lezviyjnoy arhitektury. // Sbornik trudov IV mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Nauka v sovremennom mire». M.: «Sputnik+», 2010.
7. Belov M.A., Antipov O.E. Razrabotka i vnedrenie programmno-apparatnoj platformy virtual'noj laboratorii v obrazovatel'nyj process vysshej shkoly. Nauka i sovremennost' – 2010: sbornik materialov VII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii: v 2-h chastjah. Chast' 2. / Pod obshh. Redakciej S.S. Chernova. Novosibirsk: Izdatel'stvo NGTU, 2010.
8. Belov M.A., Tokareva N.A., Antipov O.E. Arhitektura virtual'noj komp'yuternoj laboratorii dlja podgotovki specialistov v oblasti informacionnyh tehnologij // Komp'yuternye instrumenty v obrazovanii, 2011. №4.
9. Cheremisina E.N., Belov M.A., Antipov O.E., Rol' virtual'noj komp'yuternoj laboratorii na osnove tehnologii oblachnyh vychislenij v sovremennom komp'yuternom obrazovanii // Distancionnoe i virtual'noe obuchenie. – 2012. №1(55).
10. Belov M.A., Antipov O.E. Tehnologija primeneniya virtual'noj komp'yuternoj laboratorii v uchebnyh kursah VUZa // Estestvennye i tehniczeskie nauki. 2012. №1.
11. Belov M.A., Antipov O.E. Kontrol'no-izmeritel'naja sistema ocenki kachestva obuchenija v virtual'noj komp'yuternoj laboratorii // Kachestvo. Innovacii. Obrazovanie. 2012. №3.
12. Cheremisina E.N., Belov M.A., Sorokin A.V., Antipov O.E. Innovacionnaja praktika komp'yuternogo obrazovanija v universitete «Dubna» s primeneniem virtual'noj komp'yuternoj laboratorii na osnove tehnologii oblachnyh vychislenij // Programmaja inzhenerija. 2012. №5.
13. Cheremisina E.N., Belov M.A., Mitroshin P.A. Kompleksnye sistemy jelektronno obuchenija kak instrumentarij ocenki kompetencij uchashhhsja // Nauka i biznes: Puti razvitiya. 2013, №5.
14. Cheremisina E.N., Belov M.A., Lishilin M.V. Analiz kljuchevyh aktivnostej zhiznennogo cikla upravlenija znanijami v VUZe i formirovanie konceptual'noj modeli arhitektury sistemy upravlenija znanijami // Otkrytoe obrazovanie. 2013, №3.
15. Cheremisina E.N., Belov M.A., Lishilin M.V. Konceptija innovacionnoj podgotovki IT-specialistov s primeneniem virtual'noj komp'yuternoj laboratorii na osnove tehnologij oblachnyh vychislenij i virtual'nogo znanieвого prostranstva // Vestnik Mezhdunarodnogo universiteta prirody, obshhestva i cheloveka «Dubna», №1, 2014.
16. Belov M.A., Lishilin M.V., Tokareva N.A., Antipov O.E. Ot virtual'noj komp'yuternoj laboratorii k upravleniju znanijami. Itogi i perspektivy // Kachestvo. Innovacii. Obrazovanie. №9, 2014.
17. Belov M.A., Lishilin M.V., Tokareva N.A., Sorokin A.V. Konceptual'naja model' sistemy upravlenija znanijami dlja formirovanija professional'nyh kompetencij v oblasti IT v srede virtual'noj komp'yuternoj laboratorii // Fundamental'nye issledovanija. – 2015. – № 11.
18. Cheremisina E.N., Belov M.A., Potemkina S.V. Distance learning through distributed information systems using a virtual computer lab and knowledge management system // Journal of Emerging Research and Solutions in ICT №2, Bitola, Macedonia, 2016.

Поступила 20.05.2017

Сведения об авторах:

Белов Михаил Александрович, к.т.н., доцент кафедры системного анализа и управления ГБОУ ВО Московской области «Университет «Дубна», mbelov@live.ru

Лупанов Павел Евгеньевич, аспирант кафедры системного анализа и управления ГБОУ ВО Московской области «Университет «Дубна», lupanov@uni-dubna.ru

Токарева Надежда Александровна, к.ф.-м.н., заведующий кафедрой информационных технологий ГБОУ

ВО Московской области «Университет «Дубна», tokareva@uni-dubna.ru

Черемисина Евгения Наумовна, доктор технических наук, профессор, заведующий отделением «Геоинформатики «ВНИИгеосистем», ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт», lena@geosys.ru

Note on the authors:

Belov Mihail, Candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department of System Analysis and Control, Dubna State University, mbelov@live.ru

Lupanov Pavel, postgraduate student of the Department of System Analysis and Control, Dubna State University, lupanov@uni-dubna.ru

Tokareva Nadezhda, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, head of the Department of Information Technologies, Dubna State University, tokareva@uni-dubna.ru

Cheremisina Evgeniya, doctor of technical sciences, professor, head of the Department of «Geoinformatics «VNIIGeosystem», Federal State Budgetary Institution «All-Russian Research Geological Oil Institute», lena@geosys.ru