
Научно-исследовательский институт
«Центрпрограммсистем»

Программные продукты и системы

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ИЗДАНИЕ

№ 3 (103), 2013

Главный редактор
С.В. ЕМЕЛЬЯНОВ, *академик РАН*

Тверь

Вниманию авторов!

Международный журнал «Программные продукты и системы» публикует материалы научного и научно-практического характера по новым информационным технологиям, результаты академических и отраслевых исследований в области использования средств вычислительной техники. Практикуется выпуск тематических номеров по искусственному интеллекту, системам автоматизированного проектирования, по технологии разработки программных средств и системам защиты, а также специализированные выпуски, посвященные научным исследованиям и разработкам отдельных вузов, НИИ, научных организаций.

Решением Президиума Высшей аттестационной комиссии (ВАК) Министерства образования и науки РФ № 8/13 от 02.03.2012 международный журнал «Программные продукты и системы» внесен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук.

Информация об опубликованных статьях по установленной форме регулярно предоставляется в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) и готовится для передачи в международные базы цитирования.

Условия публикации

К рассмотрению принимаются ранее нигде не опубликованные материалы, соответствующие тематике журнала (специализация 05.13.XX – Информатика, вычислительная техника и управление) и отвечающие редакционным требованиям.

Работа представляется в электронном виде в формате Word (шрифт Times New Roman, размер 11 пунктов с полуторным межстрочным интервалом). При обилии сложных формул обязательно наличие статьи и в формате PDF. Формулы должны быть набраны в редакторе формул Word (Microsoft Equation или MathType). Объем статьи вместе с иллюстрациями – не менее 10 000 знаков. Просьба не присылать цветные, тонированные и не подлежащие дальнейшему редактированию средствами Word рисунки, а также отсканированные формулы и тексты. Заголовок должен быть информативным, сокращения, а также терминологию узкой тематики желательно в нем не использовать. Количество авторов на одну статью – не более 4, количество статей одного автора в номере, включая соавторство, – не более 2. Список литературы (оформленный в соответствии с ГОСТ Р 7.05–2008), наличие которого обязательно, должен включать не менее 3 пунктов.

Необходимы также аннотация (100–200 слов), ключевые слова (7–10) и индекс УДК. Название статьи, аннотация и ключевые слова должны быть переведены на английский язык (машинный перевод недопустим), а фамилии авторов, названия и юридические адреса организаций (если нет официального перевода), приставочные списки литературы – транслитерированы.

Вместе со статьей следует прислать отзыв-рекомендацию в произвольной форме, экспертное заключение, лицензионное соглашение, а также сведения об авторах: фамилия, имя, отчество, название и юридический адрес организации, должность, ученые степень и звание (если есть), контактный телефон, электронный адрес, почтовый адрес для отправки бесплатного авторского экземпляра журнала.

Порядок рецензирования

Все статьи, поступающие в редакцию (соответствующие тематике и оформленные согласно требованиям к публикации), подлежат обязательному рецензированию в течение месяца с момента поступления.

В редакции есть устоявшийся коллектив рецензентов, среди которых члены международной редколлегии журнала, эксперты из числа крупных специалистов в области информатики и вычислительной техники ведущих вузов страны, а также ученые и специалисты НИИ «Центрпрограммсистем» (г. Тверь).

Рецензирование проводится конфиденциально. Автору статьи предоставляется возможность ознакомиться с текстом рецензии. При необходимости статья отправляется на доработку.

Рецензии обсуждаются на заседаниях редакционной коллегии, которая проводится один раз в месяц в НИИ «Центрпрограммсистем» или в Главной редакции международного журнала «Проблемы теории и практики управления» (г. Москва).

Решение о целесообразности опубликования статьи после рецензирования принимается редакционным советом.

Статьи, одобренные редакционным советом, публикуются бесплатно в течение года с момента одобрения, а отправленные на доработку – с момента поступления после устранения замечаний. Если принятая к публикации статья, по мнению автора, является срочной, редакция вправе опубликовать ее в текущем номере на коммерческой основе.

Редакция международного журнала «Программные продукты и системы» в своей работе руководствуется сводом правил *Кодекса этики научных публикаций*, разработанным и утвержденным Комитетом по этике научных публикаций.

УДК 004.72

ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ И СОЗДАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ УЧЕБНО-ТРЕНАЖЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ОСНАЩЕНИЯ ЦЕНТРОВ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО УПРАВЛЕНИЮ ДИНАМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

*В.Е. Шукшунов, д.т.н., профессор, генеральный директор
(Центр тренажеростроения и подготовки персонала,*

ул. Первомайская, 92, г. Москва, 115088, Россия, sekretct@gmail.com);

В.В. Янюшкин, к.т.н., начальник отдела

(Донской филиал Центра тренажеростроения,

Платовский просп., 101, г. Новочеркасск, 346400, Россия, vadim21185@rambler.ru)

Рассматриваются задачи разработки и создания интегрированных учебной и тренажерной баз на основе перспективных технологий, виртуализации и центров обработки данных для интеграции единого комплекса, создания информационного полигона для проведения тренировок и занятий, осуществления непрерывного процесса подготовки специалистов по управлению динамическими объектами. Множество разработанных поколений тренажеров, имеющих различные пользовательские и программные интерфейсы, территориально расположенные в разных помещениях и зданиях учебного центра, довольно трудно контролировать, как и осуществлять управление при все возрастающей сложности задач подготовки специалистов. При этом актуальными задачами являются проектирование и однократная разработка такой системы или комплекса, который может быть неоднократно модернизирован и использован как изделие двойного или тройного назначения, к примеру, для начальной подготовки и ознакомления обучаемых, тренажерной подготовки специалистов и восстановления навыков с использованием руководства обучением или записанных ранее занятий. Синтез передовых информационных технологий, многолетнего опыта разработки космических тренажеров и актуальных задач подготовки экипажей пилотируемых космических аппаратов позволит создать теоретические, а потом и практические основы проектирования технических средств подготовки специалистов нового поколения.

Ключевые слова: тренажер, технические средства подготовки космонавтов, центр обработки данных, VMware vSphere, Hyper-V, виртуализация ресурсов, учебная и тренажерная базы.

BASICS OF DEVELOPMENT AND CREATION OF INTEGRATED EDUCATIONAL AND TRAINING COMPLEXES FOR EQUIPPING DYNAMIC OBJECTS MANAGEMENT TRAINING CENTERS

Shukshunov V.E., Ph.D., professor, director general

(Space Simulator Center, Pervomayskaya St., 92, Moscow, 115088, Russia, sekretct@gmail.com);

Yanyushkin V.V., Ph.D., head of department

(Don Branch of the Space Simulator Center, Platovsky Av., 101, Novocherkassk, 346400, Russia, vadim21185@rambler.ru)

Abstract. The article describes design and development of integrated training and simulator framework based on advanced technologies, virtualization and datacenter for united set integration, creation of range information system for dynamic objects management trainings. It is quite difficult to control a lot of developed simulators generations that have various user and program interfaces, located in different rooms and buildings of training center. Besides, the complexity of specialists training is increasing. The relevant objective is design and single-shot development of such system or complex, which can be repeatedly upgraded and used as a product of double or triple purpose. For example, for initial preparation and acquaintance of trainees, training of specialists and restoration of skills using educational management or lessons written down earlier. Synthesis of advanced information technologies, developing space simulators experience and relevant objectives of training manned spacecraft crews will allow creating theoretical and practical basis for new generation design of training technical equipment.

Keywords: simulator, cosmonaut training technical means, datacenter, VMware vSphere, Hyper-V, virtualization of resources, training and study base.

Новые системные решения при организации процесса обучения специалистов обуславливаются современными тенденциями проектирования сложных распределенных систем и тренажеров. Немаловажной задачей является модернизация существующих учебной и тренажерной баз с учетом применения передовых программных и технических средств. Крупнейшими пользователями специализированных тренажеров являются учебные центры по подготовке космонавтов, гражданских и военных моряков, пилотов воздушных судов.

Главной задачей, решаемой с помощью российских космических тренажеров, является подготовка космонавтов для полетов на российских пилотируемых космических аппаратах (ПКА) и Российской сегменте Международной космической станции (РС МКС). Данная задача успешно решается с применением широкого спектра учебной и тренажерной баз, технических средств подготовки космонавтов (ТСПК). Множество ТСПК, разработанных в разное время, используют различные технологии обмена данными, системы виртуальной реальности (СВР), конструктивы

пультов контроля и управления (ПКУ), поэтому в настоящее время находятся на разных ступенях эволюции поколений тренажеров [1].

Наличие множества задач накладывает свою специфику на разработку единой программы непрерывного обучения космонавтов, которая должна быть совмещена с имеющимися учебной и тренажерной базами. Такое единство позволит расширить методические возможности ТСПК, повысить качество подготовки космонавтов к полетам на существующих и перспективных ПКА за счет введения новых форм и методов обучения, контроля знаний, расширения имеющихся наборов виртуальных экспериментов, проводимых на борту РС МКС, создания новых возможностей управления моделями ПКА и систем РС МКС, повышающих степень адекватности реальным объектам.

В действительности компоненты учебной и тренажерной баз мало интегрированы между собой в единую информационную систему, поэтому особенно актуальными задачами являются проектирование и внедрение единого учебно-тренажерного комплекса. На смену экстенсивному пути развития по наращиванию объемов данных и вычислительных мощностей комплекса учебной и тренажерной баз, а также разобщенным локальным решениям должна прийти новая идеология построения систем, которая позволит решить следующие задачи:

- удовлетворение потребности в хранении и обработке больших объемов данных учебно-методического материала, БД тренажеров, вспомогательных систем, систем хранения архива фото- и видеоматериалов при сокращении затрат на закупку новых средств технической базы и ее размещение в условиях ограниченных площадей;

- обеспечение единства и непрерывности процесса обучения и подготовки специалистов как на существующих специализированных тренажерах, комплексе тренажеров РС МКС, *функционально-моделирующих стендах* (ФМС), так и на новых ФМС и тренажерах перспективных ПКА;

- обеспечение процесса перехода в используемых тренажерах и ФМС к приближению тренировочного процесса управления полетом РС МКС, в основе которого лежат задачи специалистов *центра управления полетами* (ЦУП) и *главной оперативной группы управления* (ГОГУ);

- организация в общей сети элементов доступа к единому информационному пространству и выделенным ресурсам для осуществления удаленного мониторинга, контроля состояния и управления, в том числе с применением беспроводных мобильных устройств.

Технологии и стандарты для решения задач разработки, проектирования и развития учебно-тренажерной базы. Некоторые вопросы проектирования тренажеров нового поколения, в том

числе интеграция различных функциональных возможностей и используемых технологий во множество архитектур, были рассмотрены в [2].

Для комплексного решения задач разработки, проектирования и развития учебно-тренажерной базы необходимо использовать прорывные инновационные технологии, охватывающие масштабные области: от новых подходов в организации серверных технологий и *центров обработки данных* (ЦОД) до всеобщей мобильности и организации защищенного сетевого доступа (рис. 1), а именно:

- создание современного ЦОД, способного обеспечить непрерывную и эффективную работу и с корпоративными ресурсами, и с комплексом учебных и тренажерных средств;

- применение технологий виртуализации, обеспечивающих выделение необходимого количества ресурсов для функционирования компонент тренажерной и учебной баз;

- переход с клиент-серверной на сервис-ориентированную архитектуру в разработке и развитии ПО тренажеров и систем обучения с применением облачных технологий в рамках организации, что позволит обеспечить всех пользователей набором универсальных интерфейсов с необходимой функциональностью;

- обеспечение всеобщей мобильности и возможности запуска сервисов и корпоративных приложений на персональных планшетах и мобильных компьютерах, а также внедрения в качестве ПКУ сенсорных мониторов.

В основе используемых технологий должна лежать виртуализация ресурсов сервера, что в ряде случаев может дать следующие положительные результаты:

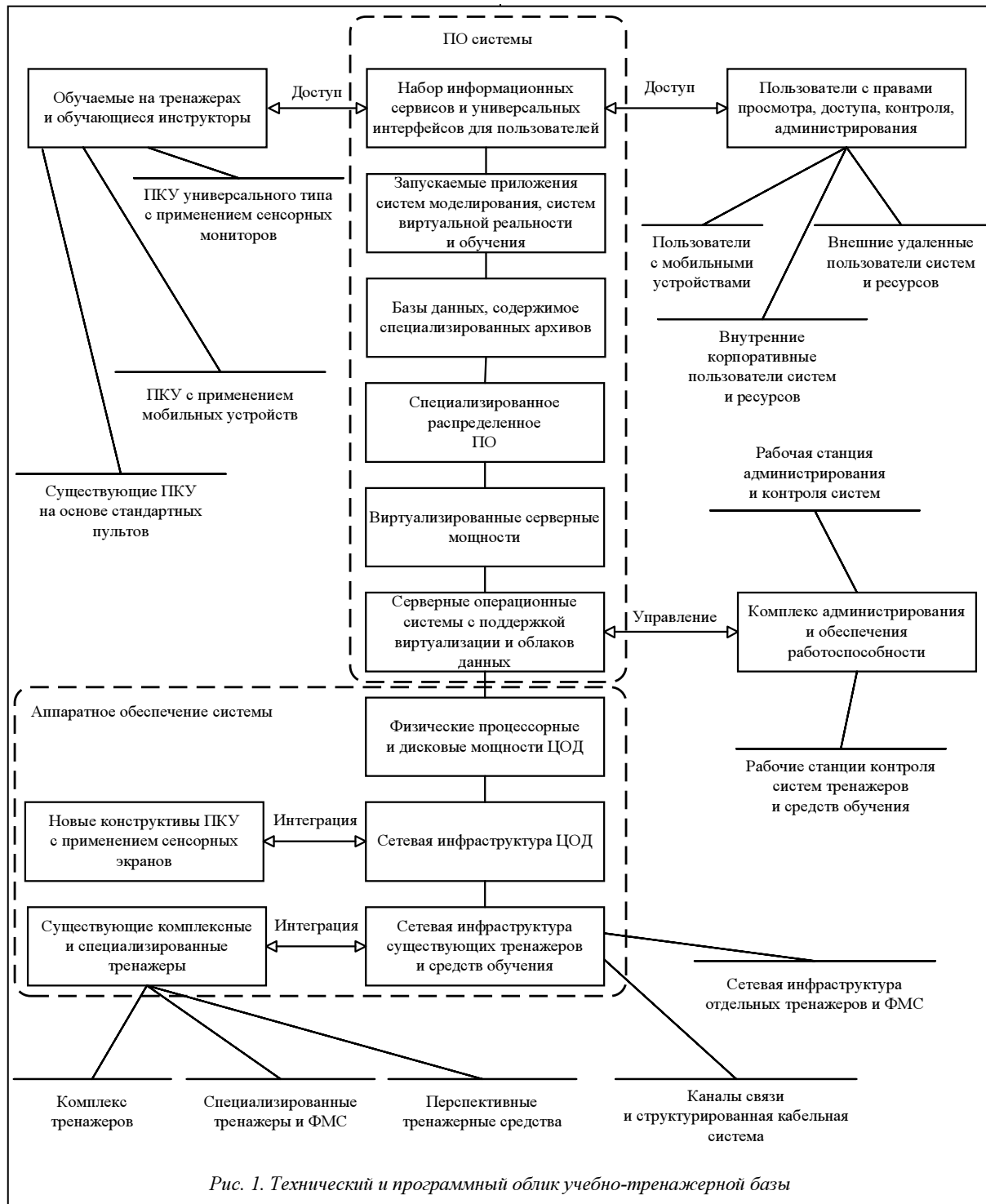
- сокращение затрат на работу и обслуживание физических серверов за счет увеличения использования оборудования (можно уменьшить количество оборудования, необходимого для выполнения моделирования и хранения информации);

- повышение эффективности разработки и тестирования за счет уменьшения времени на установку оборудования, ПО и воспроизведение среды тестирования (использование новых программных сред и систем в ТСПК);

- повышение доступности и надежности сервера без использования такого количества физических компьютеров, которое потребовалось бы в отказоустойчивой конфигурации, использующей только физические компьютеры.

Для развертывания подобной системы необходимо использование специализированных операционных систем, таких как VMware vSphere, Microsoft Hyper-V, вспомогательного ПО System Center 2012–*Virtual Machine Manager* (VMM) и технологий виртуализации приложений.

VMware vSphere – это платформа виртуализации, включающая службы инфраструктуры, ко-



которые преобразуют оборудование в общую вычислительную платформу, и службы приложений, с помощью которых можно добиться максимального уровня доступности, безопасности и масштабируемости [3]. Основные службы обеспечивают возможности надежной виртуализации, сокращения расходов для хранилищ, визуализацию, контроль и масштабируемость для сетей виртуальных машин [4]. Операционная система vSphere помогает превратить существующие ЦОД в частные

облака, обеспечивающие более эффективное и экономичное управление существующими приложениями, а также способствующие формированию гибких тренажеров и их ресурсов, предоставляемых по требованию. Внедрение vSphere в качестве платформы частного облака позволит применять новые методы организации вычислительного процесса, создавать набор гибких и эффективных методов предоставления интерфейсов доступа для управления.

Другая система, Hyper-V, предоставляет программную инфраструктуру и основные средства управления, которые можно использовать для создания виртуализированной среды сервера и управления ею [5]. Hyper-V представляет собой виртуальную среду, работающую непосредственно на аппаратном уровне, без обменов с операционной системой компьютера; архитектура Hyper-V состоит из гипервизора микроядра, родительских и дочерних разделов [6]. Гостевые виртуальные машины запускаются из дочерних разделов Hyper-V. Дочерние разделы поддерживают два типа виртуальных машин: в первую группу входят машины с системами Windows Server 2003, Windows Vista, Server 2008 и Linux (поддерживающими Xen); во вторую – с системами Windows NT, Windows 2000 и Linux (без поддержки технологии Xen, например SUSE Linux Server Enterprise 10).

Комплекс программ System Center 2012–VMM является решением для управления виртуализованным ЦОД, позволяющим настраивать и контролировать узлы виртуальных машин, сеть и ресурсы хранения с целью создания и развертывания виртуальных машин и служб в частных облаках [7]. Решения для управления облачными сервисами и ЦОД System Center 2012 предоставляют общий набор инструментов для управления частными и общедоступными облачными приложениями и службами.

Технология виртуализации приложений App-V позволяет сделать приложения доступными для компьютеров конечных пользователей без необходимости установки на них приложений. Это стало возможным благодаря процессу, называемому виртуализацией приложений, при котором каждое приложение может работать в собственной автономной виртуальной среде на клиентском компьютере [8].

Анализ и использование данного ПО для работы с аппаратной составляющей ЦОД обеспечит применение таких методик, как моделирование

служб, конфигурация служб и управление на основе образов виртуальных машин для функционирования единого комплекса учебной и тренажерной составляющих с набором различных потребителей ресурсов. На рисунке 2 представлен единый комплекс учебной и тренажерной баз, где центральной частью является программное и аппаратное обеспечение конфигурируемого ЦОД, предоставляющего необходимые ресурсы набору клиентов.

Предложенные технологии и ПО по созданию единого информационного пространства и общесистемной архитектуры тренажеров позволят решить актуальные задачи подготовки всего спектра специалистов в каждой определенной отрасли на существующих и перспективных средствах, объединить потоки данных и ресурсы всех имеющихся средств, интегрировать территориально удаленные тренажеры и комплексы, обеспечить аппаратными и программными средствами высокую надежность вычислительного процесса.

Трансформация и переход к новым технологиям в учебной и тренажерной базах. На первых этапах для решения поставленных задач модернизации и развития необходимо выбрать набор тренажеров и систем ПО (БД, систем хранения и обучения) для пилотного внедрения предлагаемых решений с последующей разработкой специализированного интегрирующего ПО. Следующим этапом станет создание технического комплекса ЦОД для размещения интегрированных пользовательских и информационных сервисов учебной и тренажерной баз с виртуализацией и выделением необходимых ресурсов.

В целом данное решение предполагает постепенный переход от клиент-серверной парадигмы взаимодействия приложений к сервис-ориентированной архитектуре (рис. 3), при котором можно управлять не только инфраструктурой центра данных или виртуальными машинами, но и жизненным циклом приложения или службы.

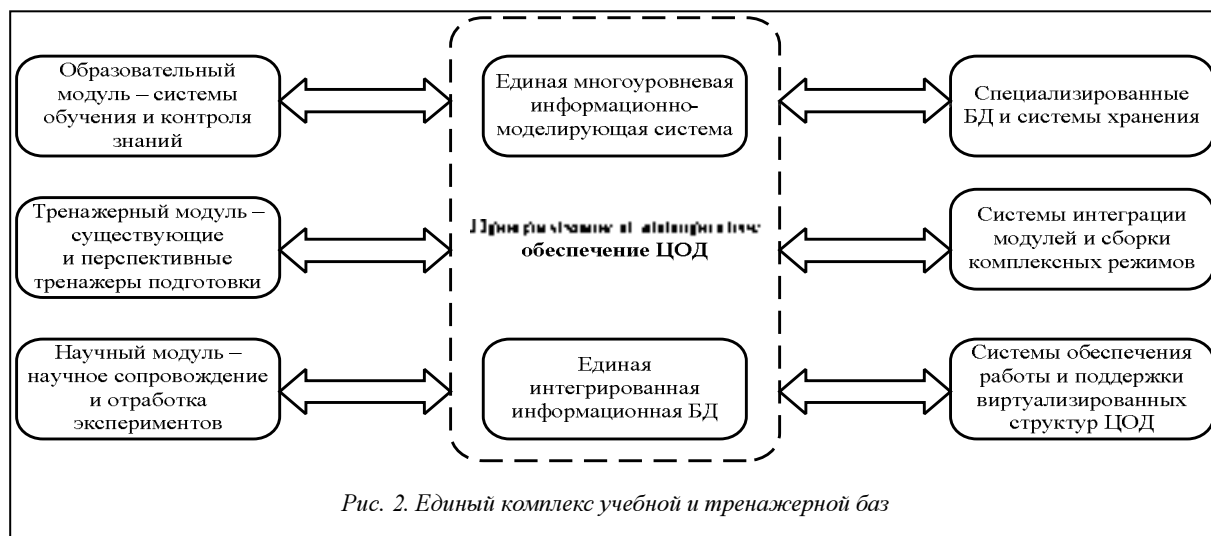


Рис. 2. Единый комплекс учебной и тренажерной баз

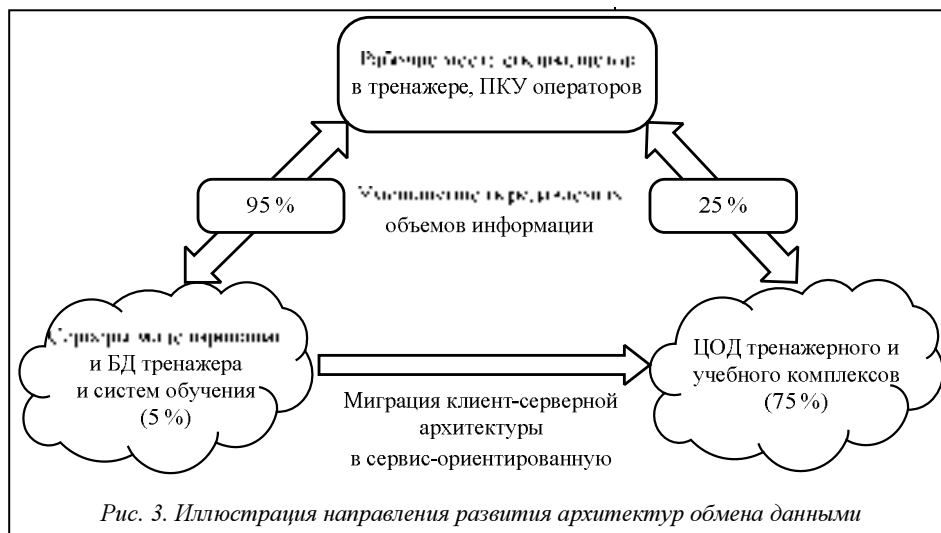


Рис. 3. Иллюстрация направления развития архитектур обмена данными

На рисунке 3 в процентном соотношении показана доля информации (результатов моделирования, обращения к БД и системам хранения), циркулирующей по каналам связи системы, при этом основные обмены осуществляются в рамках ЦОД – 75 %, в то же время с 95 до 25 % снижаются нагрузки и на каналы связи при доставке данных пользователям [9]. Таким образом, подобное решение даст преимущества при разработке и наращивании новых систем, оптимальном распределении производительности без простоев, позволит

быстро и менее ресурсоемко интегрировать новые приложения учебной и тренажерной баз, а также модернизировать существующие.

Например, современный комплекс тренажеров РС МКС обладает существенными недостатками, такими как относительная разобщенность технологий разработки, наличие множества локальных тренажеров, отсутствие взаимосвязи с другими тренажерами и объектами. Предлагаемое решение позволит интегрировать работу персонала, связать с новыми задачами, возможностями других комплексов, получить качественно новые режимы проведения занятий. Предлагается ввести интегрирующий комплекс с набором единых интерфейсов доступа, который обеспечит возможности работы с ресурсами тренажеров удаленным клиентам для контроля и наблюдения за проведением тренировок (рис. 4).

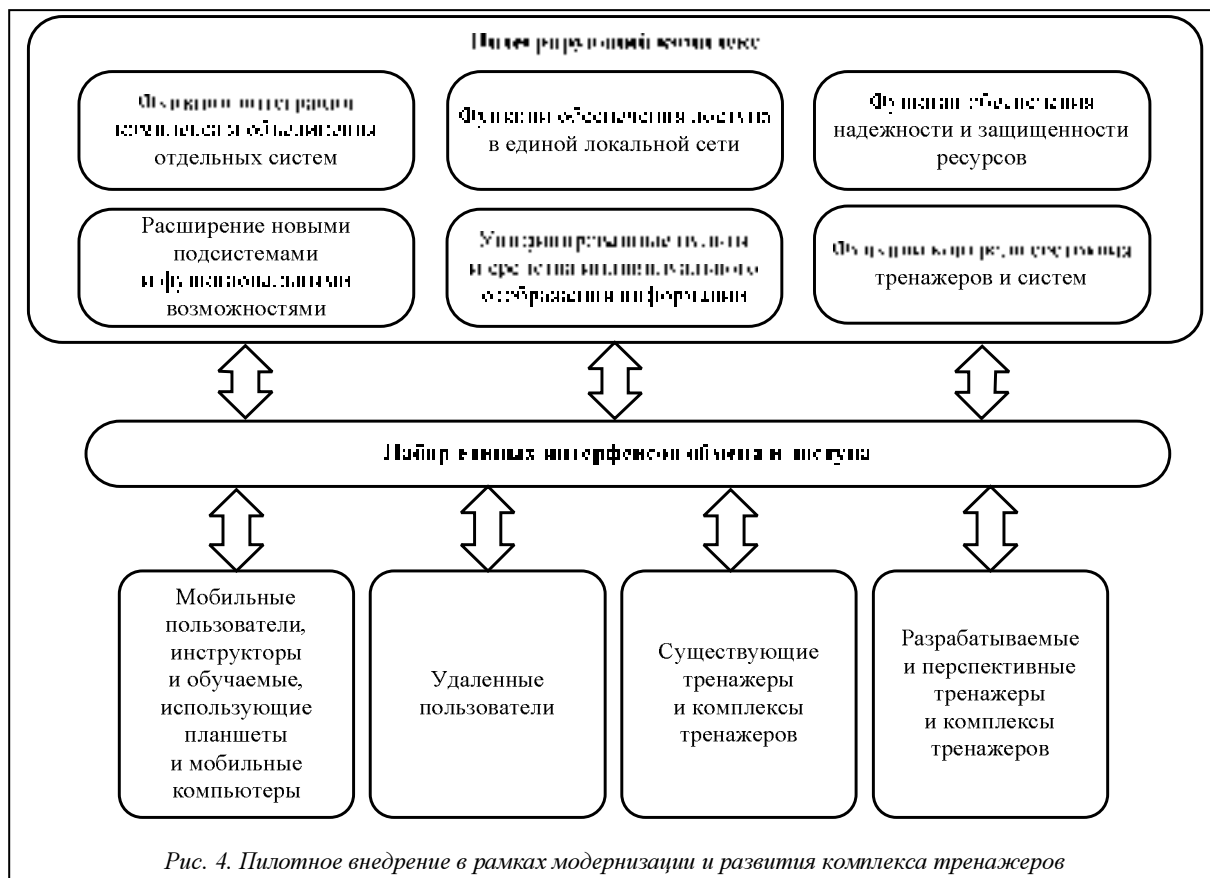


Рис. 4. Пилотное внедрение в рамках модернизации и развития комплекса тренажеров