

Опыт разработки отказоустойчивого комплекса облачных сервисов для поддержки образовательной и научно-исследовательской деятельности МГТУ им Н.Э.Баумана

12, декабрь 2014

Попов А. Ю.¹, Чембаев В.Д.²

УДК 004.4+004.7

¹Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана

²IBM Восточная Европа/Азия

alexpopov@bmstu.ru

CHEMBAEV@ru.ibm.com

Проблемы, с которыми сталкиваются сегодня руководство и преподавательский состав вузов РФ, обусловлены необходимостью ускоренного изменения таких фундаментальных основ деятельности вузов, как: структура образования и образовательные стандарты; критерии оценки эффективности образовательного процесса; приоритеты в образовательной и научно-исследовательской деятельности вузов. Новыми чертами высшей образовательной системы, зафиксированными в государственных образовательных стандартах, является двухступенчатая форма подготовки, предполагающая получение базового уровня навыков и знаний в рамках бакалавриата, и нацеленность на узкую профильную подготовку в рамках магистратуры. Это, в частности, требует от вузов и преподавательского состава организации существенно большего объема практических занятий и проектной деятельности.

Положение осложняется такими факторами, как: недостаток квалифицированных педагогов; развал научных школ; отставание по ряду научных направлений; недостаточное участие бизнес-сообщества в решении проблем вузов; демографические проблемы; недостаточно эффективная подготовка абитуриентов; нарушенное межвузовское взаимодействие и многих других. Как следствие, проблемы оказываются настолько сложны и многогранны, что требуют поиска столь же комплексных подходов к их решению. Так, поиск методов и средств, способных дать положительный результат по таким направлениям, как повышение качества образовательного процесса и увеличение академической мобильности населения, приводит к вполне обоснованным выводам о целесообразности применения систем электронного обучения. Таким образом, электронные образовательные технологии на основе облачной вычислительной инфраструктуры являются тем важным инструментом, который способен приблизить решение ряда сложных академических проблем.

Для передовых вузов России, таких как МГТУ, МИИТ, МЭСИ, МЭИ, характерны уникальная специфика их образовательной деятельности. Характерной чертой МГТУ им. Н.Э. Баумана является широта охвата инженерной деятельности: факультеты и кафедры МГТУ за более чем 175-летнюю историю создавались вместе с возникновением соответствующих направлений науки и техники. Сейчас в МГТУ насчитывается более 80 кафедр, дающих образование по 13 основным направлениям, начиная с ракетно-космической отрасли и авиастроения, атомного машиностроения, робототехники и, заканчивая такими новейшими направлениями как: информационные технологии и инженерный бизнес. Вместе с тем, широта деятельности требует особого отношения к техническому оснащению лабораторий, сопровождению учебного процесса практическими занятиями, но дает возможность вести научно-исследовательскую работу на стыке технических областей.

В последние годы благодаря финансированию, поступающему в рамках программы научно-исследовательских университетов, МГТУ создал несколько новейших лабораторий, среди которых: лаборатория оптоэлектроники, вакуумных и нанотехнологий, а также современный ЦОД на основе сервера IBM System z.

Однако, даже внутри МГТУ, междисциплинарные связи не столь сильны и развиты, как это хотелось бы видеть. Деятельность исследовательских групп и start-up проектов координируется недостаточно, а возможности студентов и преподавателей по получению знаний в смежных областях существенно ограничены. Несмотря на это, потенциал вуза огромен, что можно подтвердить высокой степенью внедрения дипломных работ и востребованностью выпускников на российском рынке труда. Таким образом, наиболее полному воплощению потенциала вуза мешают, по мнению автора, такие факторы, как:

- недостаток знаний и навыков преподавателей и студентов в смежных областях инженерии, в том числе, в области информационных технологий;
- ограниченность средств для рекламы результатов научно-исследовательской деятельности;
- отсутствие систем информационной поддержки образовательной и научной деятельности. Недостаточные связи с передовыми промышленными предприятиями.

В настоящее время в МГТУ реализованы или проходят стадию внедрения ряд информационных систем. С 2008 году функционирует разработанная в МГТУ единая ERP система «Электронный университет», автоматизирующая различные аспекты деятельности университета: от учета контингента преподавателей и студентов, автоматизации методических задач, до контроля учебной активности [1, 2]. Система позволяет повысить эффективность управления вузом со стороны руководства, отдела кадров, бухгалтерии, методического отдела, отдела контроля качества, деканатов, кафедр. Данная системы была также инсталлирована в ЦОД МГЛУ им Мориса Тереза и адаптирована к особенностям этого вуза. Вместе с этим, сформулированные проблемы не могут быть решены исключительно повышением эффективности управления, так как помимо этого, необходима реализация специализированных сервисов, непосредственно используемых в учебном процессе и научной деятельности.

Помимо системы «Электронный университет» в МГТУ реализуется проект по масштабному применению электронной образовательной системы на основе LMS Moodle, внедряется технология тонкого клиента для реализации виртуализированных рабочих мест студента, применяется единая система мониторинга ресурсов ЦОД на основе решения xCAT.

Внедряемый программно-аппаратный комплекс электронной образовательной системы (ЭОС) должен обладать рядом свойств, воплощение которых возможно лишь на основе облачных решений:

- реализация учебных сервисов: электронных курсов, вебинаров, сообществ, систем обмена сообщениями и рассылки, каталогов проектов, новостных лент и прочих;
- возможность хранения больших объемов учебного контента;
- высокая надежность и масштабируемость решения;
- простота администрирования и возможность быстрого выделения ресурсов для реализации новых проектов.

По данным, полученным в результате анализа внедрения электронной образовательной системы в МГТУ им. Н.Э. Баумана, объем дискового пространства, занимаемого не мультимедийным статичным контентом курса увеличивается за год в среднем на 500 МБ, а количество пользователей за тот же срок достигает 80–90% от максимально возможного количества обучаемых. В настоящий момент количество дисциплин, преподаваемых в МГТУ превосходит 5 тысяч, а количество студентов около 18 тысяч. Принимая во внимание, что электронной образовательной системой будет активно использоваться примерно 10% преподавателей, а для 1% курсов будет применяться мультимедийный контент (видео и аудио лекции), объем данных будет увеличиваться, в среднем, на 2 ТБ в год. Поддержка такого роста объема хранимых данных, и в особенности ее разнородность, безусловно, станет существенной проверкой принятых инфраструктурных решений.

ЦОД МГТУ им. Н.Э.Баумана состоит из следующих аппаратных ресурсов:

- сервер IBM System z10 BC, количество процессоров CP — 3 штуки, уровень производительности — 180 MIPS, IFL — 6 штук, тактовая частота — 3.4 ГГц, zAAP — 1 штука; объем ОЗУ — 64 ГБ, ресурсы ввода-вывода: FC/FICON — 8 штук, OSA — 4 штуки;
- кластер IBM High Performance Compute Cluster 1350 на основе серверов HS-21, количество лезвий — 103, объем памяти на лезвие — 2 ГБ, коммутационные ресурсы — InfiniBand, E1000;
- сервер IBM p5 550 — 8 штук, количество процессоров — 4, объем ОЗУ — 16 ГБ, дисковый массив IBM DS8300 объемом 15 ТБ, Объем кэш — 64 ГБ, ресурсы ввода-вывода FC/FICON — 16;
- роботизированная ленточная библиотека IBM TS3584, количество приводов 4, тип привода 3592, FC/FICON.

Таким образом, ЦОД МГТУ представляет собой гетерогенную структуру (рис. 1), основанную на серверных платформах с различной микроархитектурой: s390, Power и x86. Эффективное использование данного оборудования в условиях повышенных требований к

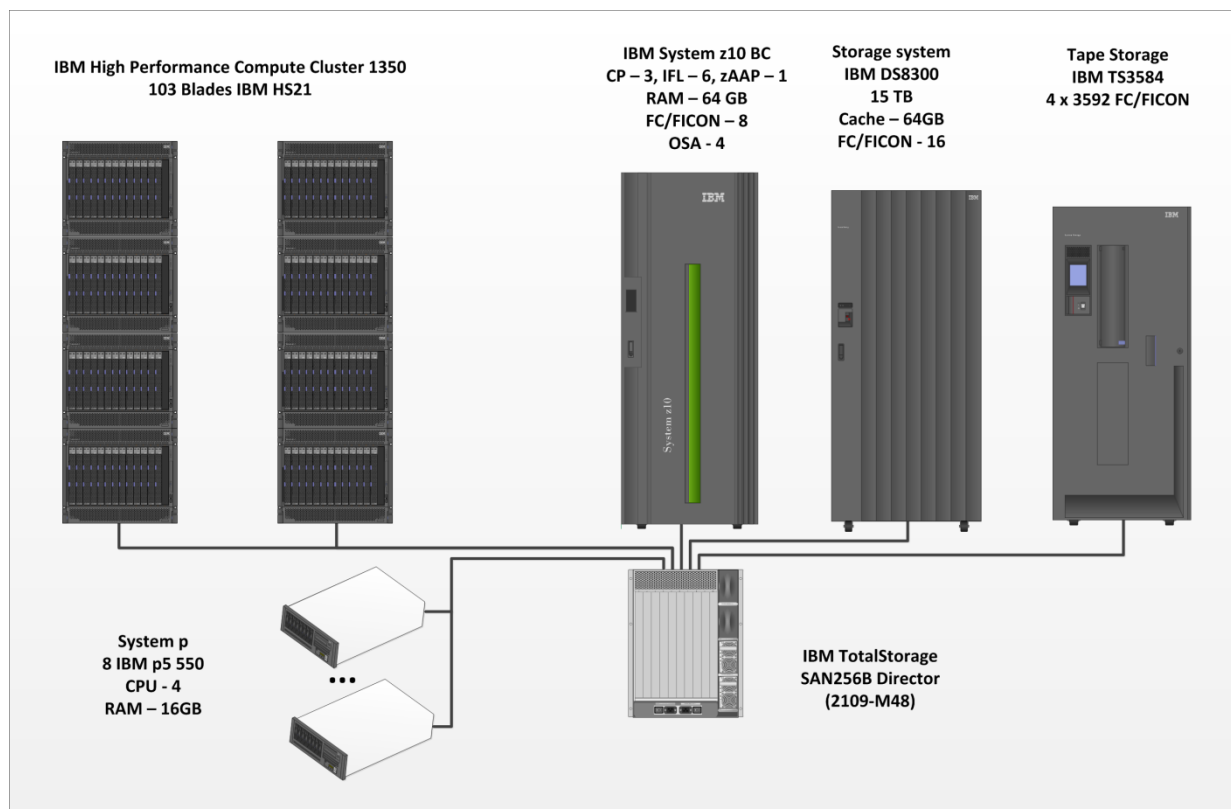


Рис. 1. Структура ЦОД МГТУ им. Н.Э.Баумана

управляемости и большому количеству различных проектов, возможно только на основе технологий виртуализации платформ, применения системы управления и мониторинга ЦОД, быстрого развертывания сервисов на основе облачного подхода. Для управления данным оборудованием используются такие средства, как zVM и VM Performance Toolkit, гипервизоры VMWare, KVM и Xen, средства управления CSM и xCAT, система резервного копирования данных IBM TSM.

Т а б л и ц а 1

Распределение сервисов по аппаратным платформам

IBM System z10 BC	Общее управление ЦОД; реализация сервисов ЭОС; управление долговременным хранением образовательного контента; реализация научно-исследовательских проектов и start-up на платформе Debian Linux и RHEL s390x
Кластер IBM High Performance Compute Cluster 1350 на основе серверов HS-21	Параллельные вычисления; виртуализация рабочих мест студентов; Технология тонкого клиента.
IBM p5 550	Реализация научно-исследовательских проектов и start-up на платформе Debian Linux и RHEL on Power.

В рамках проекта предусмотрено внедрение ряда программных и технических решений, позволяющих существенно упростить администрирование ЦОД. В частности, применяется программный продукт Extreme Cloud Administration Toolkit (xCAT) с открытым исходным ко-

дом, представляющий собой инструмент управления масштабируемыми распределенными вычислительными ресурсами. xCAT обеспечивает единый интерфейс для управления аппаратными платформами IBM System z, System p и System x, а также управления и мониторинга операционных систем AIX или Linux на их основе. Более подробно остановимся на структуре Электронной образовательной системы МГТУ (рис. 2).

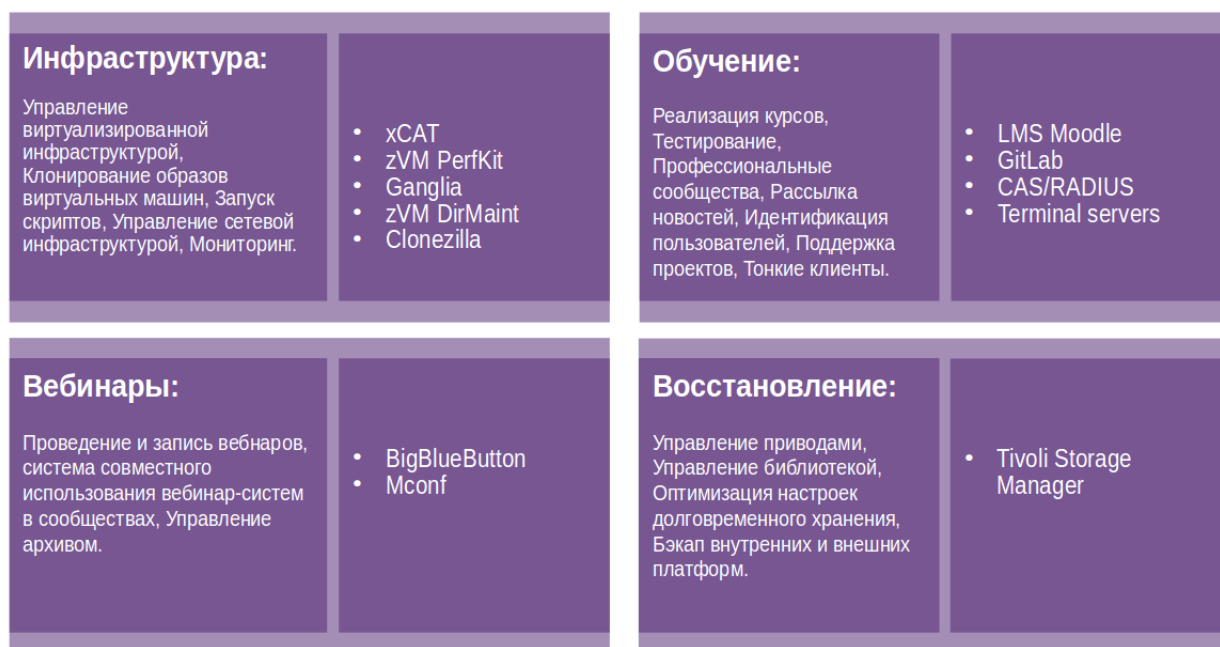


Рис. 2. Подсистемы ЭОС МГТУ им. Н.Э.Баумана

ЭОС МГТУ содержит следующие функциональные подсистемы:

- подсистема управления инфраструктурой;
- подсистема управления обучением;
- подсистема организации и планирования вебинаров;
- подсистема резервного копирования и восстановления.

Подсистема управления инфраструктурой состоит из технических и программных решений, обеспечивающих функции контроля и управления вычислительными и сетевыми ресурсами. Ключевое место в наборе средств занимают технологии виртуализации на основе среды виртуальных машин zVM. В составе продукта имеется управляющий модуль zVM DirMaint, упрощающий низкоуровневое администрирование системы виртуальных машин: создание, клонирование, настройку сети, выделение дисков и пр. Однако, данный продукт требует участия высококвалифицированного администратора во всех операциях в системе, что не всегда оправдано. При росте количества систем целесообразно автоматизировать выполнение многих задач администрирования и реализовать большее количество ролей. Для решения подобных задач было решено использовать систему управления инфраструктурой гетерогенных кластеров xCAT, которое обеспечивает единый интерфейс управления всеми имеющимися в ЦОД аппаратными платформами: System z, System p, System x. Для мо-

мониторинга состояния виртуальных машин применяется пакеты zVM Performance Toolkit и средства мониторинга ОС Linux с открытым исходным кодом, такие как Ganglia. Решение Clonezilla позволяет оперативно управлять большими компьютерными классами, и представляет собой сервер, обеспечивающий функции сетевого клонирования образцовой системы на неограниченное количество компьютеров.

Подсистема управления обучением реализована на основе системы управления обучением с открытым исходным кодом LMS Moodle. Достоинствами данного продукта является: расширяемость решения и возможность разработки собственных модулей; наличие большого числа функциональных модулей (несколько сотен); развитость сообщества пользователей; наличие большого количества методических публикаций по использованию; простота администрирования. Для поддержки программных проектов в ЭОС реализован сервис совместной разработки и контроля версий GitLab. Также, для реализации единой системы аутентификации пользователей используются серверы CAS и RADIUS, связанные с ранее описанной системой «Электронный университет». Данные серверы позволяют выполнить централизованную аутентификацию пользователей, что избавляет от необходимости многократного прохождения процедуры аутентификации во всех подсистемах.

Подсистема организации и планирования вебинаров реализует сервисы планирования, проведения видео и аудио трансляций лекций и семинаров, их запись и последующее воспроизведение. В основе данной системы лежит решение с открытым исходным кодом BigBlueButton, интегрируемой с системой управления обучением LMS Moodle. Благодаря этому вебинары могут быть использованы для записи видеолекций, проведения вебинаров с привлечением профессионалов и многое другое. Для организации профессиональных сообществ, не связанных с инфраструктурой вуза, а относящихся к научно-исследовательской деятельности или start-up проектам, инсталлирована система поддержки конференц-сообществ Mconf.

Подсистема резервного копирования и восстановления представляет собой сервис для бэкапирования больших объемов (до 100 ТБ) информации с возможностью ее последующего прочтения и восстановления. Данный сервис применяется как для серверных платформ, так и для рабочих станций. Решение выполнено на основе продукта IBM Tivoli Storage manager.

Электронная образовательная система МГТУ реализует следующие основные функции:

- обеспечение виртуальной инфраструктуры для работы LMS систем;
- обеспечение сетевой инфраструктуры необходимой для функционирования всех LMS систем;
- обеспечение средств удаленного управления и обслуживания LMS системам;
- создание, клонирование, управление и удаление виртуальных серверов;
- автоматизированное резервное копирование пользовательских данных систем управления обучением;
- обеспечение средств мониторинга физических и виртуальных ресурсов всей системы в целом и отдельных ее компонентов.

Заключение

В МГТУ разработан и проходит внедрение программно-аппаратный комплекс, отвечающий требованиям, предъявляемым к функциональности, надежности, масштабируемости и быстродействию образовательных систем, позволяющий развертывать и управлять электронными образовательными сервисами. Применение ЭОС позволяет реализовать комплекс мер по развитию академической и научно-исследовательской деятельности МГТУ им. Н.Э. Баумана:

- совершенствование учебных дисциплин;
- контроль качества образования;
- информационная поддержка очного обучения;
- повышение доступности и открытости образования;
- организация дистанционного обучения;
- вовлечение ведущих специалистов в образовательный процесс;
- сертификация специалистов;
- поддержка проведения масштабных научных исследований;
- поддержка студенческих start-up проектов;
- предоставление вычислительных и тестовых платформ для spin-off проектов под руководством преподавателей;
- организация междисциплинарных проектов и проектов с привлечением сторонних специалистов;

Список литературы

1. Концепция развития интернет-портала МГТУ им. Н.Э.Баумана. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.bmstu.ru/content/documents/portal-concept-2012.pdf> (Дата обращения: 30.10.2014)
2. Программа развития государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» на 2009–2018 годы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.bmstu.ru/content/niu/program.pdf> (Дата обращения: 30.10.2014)