

## Внедрение электронной системы управления обучением на факультете ВМИ ЮУрГУ для обучения суперкомпьютерным технологиям

П.Ю. Мекаев, П.С. Костенецкий

Суперкомпьютерный центр ЛСМ ЮУрГУ

В статье излагается опыт внедрения системы электронного обучения на факультете Вычислительной математики и информатики (далее ВМИ) ЮУрГУ в рамках реализованной ранее облачной платформы «Персональный виртуальный компьютер». Описаны причины и этапы перехода от системы с закрытым исходным кодом «Competentum.Magister» к открытому программному обеспечению «Moodle». Описывается использование программного продукта Apache JMeter как инструмента для проведения нагрузочного тестирования электронных систем обучения. Приводятся примеры параметров для проведения оценки результатов нагрузочного тестирования. Рассматривается использование ОС Microsoft Windows Server и ОС Ubuntu в качестве платформ для установки системы управления обучением «Moodle», приводятся результаты нагрузочного тестирования системы на данных ОС.

### Введение

До недавнего времени на факультете «Вычислительная математика и информатика» ЮУрГУ в учебном процессе использовалась электронная система управления обучением «Competentum.Magister» [1], встроенная в облачную VDI-систему «Персональный виртуальный компьютер» (далее ПВК) [4, 5, 7]. Положительными сторонами системы «Competentum.Magister» является то, что работа студента происходит полностью через веб-интерфейс, в результате чего проведение обучения и тестирования не требует установки дополнительного клиентского ПО. Для создания тестов требуется установка Java-машины, которая может быть свободно загружена из Интернет. По ряду причин, со временем, система управления обучением «Competentum.Magister» перестала отвечать требованиям, предъявляемым на факультете для систем обучения и контроля знаний. Основной причиной отказа от системы стало то, что студенты направления «Информационные технологии» ВМИ ЮУрГУ регулярно находят новые уязвимости и с легкостью взламывают недостаточно защищенную подсистему тестирования знаний. Возникла необходимость в переходе на другую систему управления обучением. Были рассмотрены следующие существующие системы управления обучением:

- «SharePoint LMS»;
- «Efront»;
- «Claroline»;
- «ATutor»;
- «Moodle».

В целом можно утверждать, что все системы управления обучением предоставляют схожий функционал, однако некоторые в ходе отбора были признаны неподходящими для внедрения (по причине отсутствия бесплатных лицензий, поддержки локализаций для русскоязычных пользователей, и другим причинам).

В качестве альтернативы была выбрана система управления обучением (далее СУО) «Moodle» с открытым исходным кодом. Возможности СУО «Moodle» выдерживают сравнение с известными коммерческими СУО, а в некоторых случаях превосходят их. Система широко используется в учебных заведениях более чем 100 стран. СУО «Moodle» распространяется в открытых исходных кодах, что дает возможность доработать ее под особенности каждого конкретного образовательного проекта. Для установки системы управления обучением

«Moodle» достаточен стандартный набор открытых серверных программных продуктов LAMP (веб-сервер Apache, язык программирования PHP, СУБД MySQL).

## 1. Конфигурирование электронной системы управления обучением.

В целях расширения функционала Системы электронного обучения ВМИ ЮУрГУ были установлены следующие дополнительные компоненты (см. Таблица 1).

В зависимости от потребностей университета, на сервер СУО «Moodle» могут быть установлены более 990 дополнительных модулей, расширяющих существующий и предоставляющих новый функционал. Некоторые типы модулей:

- модули учебного курса,
- модули авторизации,
- модули составления отчетов по учебным курсам,
- темы оформления сайта.

**Таблица 1.** Дополнительные компоненты Системы электронного обучения ВМИ ЮУрГУ

Компонент	Назначение	Описание
Configurable Reports	Модуль пользовательских отчетов	Необходим для мониторинга активности студентов и создания пользовательских отчетов по учебному курсу/сайту в целом
Ad-hoc database queries		Необходим для создания и использования пользовательских запросов к БД. Запросы составляются на языке SQL. Требуется для работы предыдущего модуля.
Cloze Editor	Модуль элемента курса	Упрощает создание вопросов типа «Cloze» («Вложенные ответы») элемента учебного курса «Quiz» («Опрос»).
Attendance	Модуль элемента курса	Позволяет вести журнал посещаемости занятий в рамках учебного курса, а также отслеживать посещаемость обучающегося по выбранному курсу/всем учебным курсам

Для определения оптимальной конфигурации СУО «Moodle» была развернута на двух одинаковых виртуальных машинах (6 ГБ ОЗУ, 4 ядра Intel Xeon E5472, iSCSI СХД) на базе вычислительных узлов суперкомпьютера «СКИФ Урал» [4]. Первая инсталляция была выполнена на базе ОС Microsoft Windows 2012 R2, вторая на базе ОС Ubuntu 14.04. Использование ОС Microsoft Windows было предпочтительным, так как требовалась интеграция с системой ПВК, реализованной на базе технологий Microsoft и Citrix, возникали вопросы совместимости при синхронизации с Microsoft Active Directory и единой аутентификации. Далее было выполнено нагрузочное тестирование и сравнение результатов на двух инсталляциях.

## 2. Тестирование электронной системы управления обучением

Среди существующих трудов по нагрузочному тестированию можно выделить статью «Методика и инструментарий проведения нагрузочного тестирования». В статье авторами рассмотрен процесс проведения нагрузочного тестирования программного комплекса для оценки его работоспособности при одновременном использовании заявленного количества пользователей. Описаны разработанная методика проведения нагрузочного тестирования, в качестве примера инструментария проведения такого тестирования приведен подсистема «Workflow» продукта «Евфрат-Документооборот». Авторами была разработана утилита на языке программирования C++, позволяющая провести модульное тестирование целевой системы с помощью библиотеки для проведения модульного тестирования CppUnit и сценариев проведения тестирования, разработанных специально для этой библиотеки [9].

Данный подход к проведению нагрузочного тестирования также может быть реализован в рамках задачи тестирования СУО «Moodle», однако целесообразнее проведение тестирования

**Таблица 2.** Результаты нагрузочного тестирования инфраструктуры Системы электронного обучения ВМИ ЮУрГУ на базе ОС Windows и Linux.

Количество пользователей	MS Windows 2012 R2			Linux Ubuntu 14.04		
	RAM (%)	CPU (%)	Время отклика (с)	RAM (%)	CPU (%)	Время отклика (с)
50	95.00	88.37	1.41	50.67	72.64	1.03
100	89.83	82.00	2.32	43.83	91.00	1.91
150	93.83	87.27	3.65	43.83	81.90	2.77
200	92.83	87.55	7.82	95.33	64.30	5.63
250	95.50	77.15	9.42	95.67	78.32	6.04
300	93.33	95.01	10.14	96.00	71.19	6.46
350	93.33	88.60	10.73	93.33	78.16	6.83
400	95.33	82.63	11.01	96.50	79.11	7.21
450	99.83	92.73	11.48	98.00	78.88	7.22
500	95.50	87.97	12.68	97.33	75.51	7.29

методом наиболее близким к реальному использованию системы. В связи с этим, было решено провести тестирование web-интерфейса СУО; инструментом для проведения тестирования был выбран Apache JMeter. Средствами данного программного продукта был разработан сценарий проведения тестирования web-интерфейса СУО, также были настроены механизмы авторизации пользователей на веб-сайте СУО и сеансы работы пользователей [8].

При нагрузочном тестировании варьировалось количество пользователей, одновременно использующих СУО. Выполнялась оценка следующих параметров:

- максимальный объем используемой оперативной памяти,
- средний объем использования ресурсов процессора,
- среднее время отклика веб-сервера при загрузке страницы сайта.

Результаты нагрузочного тестирования (см. Таблица 2) показали следующее:

- 1) при любых уровнях нагрузки на СУО, инфраструктура на базе ОС Windows использует практически все доступные аппаратные ресурсы, а система на базе ОС Linux тратит ресурсы более рационально, по мере повышения нагрузки,
- 2) СУО «Moodle» на базе ОС Linux работает быстрее,
- 3) во время проведения тестирования в СУО «Moodle» на базе ОС Windows, при количестве виртуальных пользователей более 200, происходили аварийные остановки службы СУБД MySQL; изменение настроек MySQL, обновление и замена версий СУБД ситуацию не исправили.

## Заключение

Полученные результаты показали необходимость выбора операционной системы ОС Linux для установки сервера СУО «Moodle». Несмотря на то, что СУО «Moodle» была установлена на ОС Linux, она была успешно интегрирована в VDI-систему ПВК ЮУрГУ [1, 2], базирующуюся на технологиях виртуализации Microsoft и Citrix. СУО «Moodle» была интегрирована с MS Active Directory, а также была настроена автоматическая синхронизация учетных записей Moodle с учетными записями Active Directory и беспарольный вход студентов с использованием NTLM аутентификации.

В целях ускорения процесса внедрения СУО «Moodle» в образовательный процесс факультета «Вычислительная математика и информатика» и улучшения качества работы преподавателей с этой системой, были разработаны базовые инструкции для пользователей системы:

- общая инструкция по работе с СУО «Moodle»;

- инструкция по созданию тестов оценки знаний;
- инструкция по работе с дополнительными компонентами.

На текущий момент в Системе электронного обучения ВМИ ЮУрГУ активно используется для обучения студентов, в системе уже размещены следующие учебные курсы:

- Многопоточное программирование;
- Объектные базы данных;
- Распределенные объектные технологии;
- Технологии анализа данных;
- Геоинформационные системы;
- Программная инженерия;
- Компьютерные сети;
- Игровой искусственный интеллект.

## Литература

1. Иванова О.Н. Методические рекомендации по организации контроля знаний в системах электронного обучения на примере системы Competentum // Вестник ЮУрГУ. Серия "Вычислительная математика и информатика". 2013. Т. 2. № 2. С. 97–103.
2. Козырев В.И., Костенецкий П.С. Опыт использования VDI-системы «Персональный виртуальный компьютер» в ЮУрГУ // Научный сервис в сети Интернет: поиск новых решений: Труды Международной суперкомпьютерной конференции (17–22 сентября 2012 г., г. Новороссийск). М.: Изд-во МГУ, 2012. С. 285–286.
3. Костенецкий П.С., Бородулин К.В. Исследование производительности вычислительных кластеров на базе четырехъядерных процессоров Intel Xeon E5472 по системе тестов TopCrunch // Научный сервис в сети Интернет: решение больших задач: Труды всероссийской научной конференции (22–27 сентября 2008 г., г. Новороссийск). М.: Изд-во МГУ, 2008. С. 109–113.
4. Костенецкий П.С., Семенов А.И. Организация виртуальных персональных компьютеров студентов на базе суперкомпьютера // Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ'2011): Труды международной научной конференции (28 марта – 1 апреля 2011 г., г. Москва). Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. С. 699.
5. Костенецкий П.С., Семенов А.И., Соколинский Л.Б. Создание образовательной платформы «Персональный виртуальный компьютер» на базе облачных вычислений // Научный сервис в сети Интернет: экзафлопсное будущее: Международной суперкомпьютерной конференции (19–24 сентября 2011 г., г. Новороссийск). М.: Изд-во МГУ, 2011. С. 374–377.
6. Семенов А.И., Костенецкий П.С. Проектирование системы «Персональный виртуальный компьютер» // Научный сервис в сети Интернет: экзафлопсное будущее: Труды Международной суперкомпьютерной конференции. (19–24 сентября 2011 г., г. Новороссийск). М.: Изд-во МГУ, 2011. С. 288–289.
7. Шестаков А.Л., Иванова О.Н., Соколинский Л.Б., Костенецкий П.С. Использование "облачной" образовательной платформы "Персональный виртуальный компьютер" в обучении программированию студентов ИТ-направлений // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации: материалы Одиннадцатой открытой Всероссийской конференции (16–17 мая 2013 г., г. Воронеж). Воронеж: Воронежский государственный университет, 2013. С. 56–58.
8. Halili E.H. Apache JMeter: A practical beginner's guide to automated testing and performance measurement for your websites. Packt Publishing, 2008. 140 p.
9. Долгоруков А.Ю. Методика и инструментарий проведения нагрузочного тестирования / А.Ю. Долгоруков, Д.С. Порай // Труды ИСА РАН т.23, 2006, С. 174-189.