

осуществления лабораторных работ. В первую очередь для выполнения лабораторной работы на сайте находится теоретический материал, а также в самом приложении присутствуют краткие справочные сведения. Для работы с установкой разработана уникальная система, позволяющая при наведении на отдельные части установки увидеть их названия и приблизить камеру к ним. Ход выполнения лабораторной работы задан программно, и лишь после выполнения определённой задачи пользователь может приступить к следующей. После проделывания лабораторной работы, все сделанные им измерения сохраняются в таблице. Таким образом, данная система полностью имитирует выполнение лабораторной работы в классе.

Экспорт приложения осуществлен под веб-ресурсы, таким образом были выполнены следующие задачи при создании комплекса лабораторных работ:

- проектирование UX интерфейса, а именно анализ пользовательского процесса поведения в ходе выполнения заданий, его последовательность действий;
- разработка UI дизайна приложения для удобного и интуитивного пользования установками;
- разработка моделей установок в программе 3DsMAX;
- импорт и настройка установок в программе Unity, их последующее программирование с созданием уникального кода;
- разработка сайта для размещения установок;
- сборка проекта под различные платформы.

В докладе утверждается, что в дальнейшем обучении студентов имеет место быть использование виртуальных лабораторных работ для подготовки к лабораторным работам или их сдаче.

УДК 004.051

А. В. Богатко, маг.; Н. И. Гурин, доц., канд. физ.-мат. наук  
(БГТУ, г. Минск)

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ**

Современное дистанционное обучение (ДО) с применением компьютерных образовательных систем (КОС), как и любая организационно-педагогическая модель получения образования, требует постоянного совершенствования и адаптации к текущим реалиям. В связи с чем существует необходимость выявления резервов повышения эффективности образовательного процесса.

В свою очередь эффективность образовательного процесса при ДО в основном базируется на эффективности функционирования КОС. С целью выявления резервов повышения эффективности функционирования КОС необходимо провести ее анализ, что позволит сделать вывод об удобстве использования КОС, целесообразности применения и принципах функционирования.

Для анализа эффективности функционирования разработана методика и инструментарий оценки КОС в результате решения задач:

- оценка возможности достижения образовательного результата, сформулированного в НПА Республики Беларусь;
- выявление, анализ и учет мнений обучающихся об организации и сопровождении процесса обучения, используемых средствах и технологиях;
- оптимизация трудозатрат обучающихся на освоение материала и трудозатрат преподавателей на разработку материалов и сопровождение систем;
- оценка влияния средств и методик обучения на конкурентоспособность обучающихся по завершению обучения.

При определении количественных значений оценок эффективности использования КОС исследовались характеристики:

- качество используемого ПО – факторы качества;
- затраты на внедрение и эксплуатацию КОС, на оборудование, необходимое для реализации ДО с использованием КОС;
- результативность обучения и причинные связи вследствие использования КОС, влияющие на успеваемость.

Для анализа вышеперечисленных характеристик разработаны критерии, показатели и методика их оценки. Разработка методики осуществлялась на основании принципов оценки, представленных в методе анкетирования, сравнения, методе экспериментальной оценки эффективности и педагогической целесообразности использования и методе экспертной оценки на соответствие требованиям регламентов и стандартов.

В соответствии с разработанной методикой оценка качества компьютерных образовательных систем осуществляется группой экспертов [2].

Для обеспечения возможности получения интегральной оценки по группам показателей качества используют факторы качества: надежность, сопровождаемость, удобство использования, эффективность, универсальность, функциональность.

Для оценки качества КОС методом экспертного опроса составляется таблица значений оценочных элементов.

Определение усредненной оценки оценочного элемента по нескольким его значениям проводится по формуле:

$$m_{kq} = \frac{\sum_{s=1}^t m_s}{t},$$

где  $t$  – число значений оценочного элемента;  $k$  – порядковый номер метрики;  $q$  – порядковый номер оценочного элемента.

Итоговая оценка  $k$ -й метрики  $j$ -го критерия ведется по формуле:

$$P_{jk}^M = \frac{\sum_{i=1}^Q m_{kq}}{Q},$$

где  $Q$  – число оценочного элемента в  $k$ -й метрике.

Абсолютные показатели критериев  $i$ -го фактора качества определяются по формуле:

$$P_{ij} = \sum_{k=1}^n (P_{jk}^M \times V_{jk}^M),$$

где  $n$  – число метрик, относящихся к  $j$ -му критерию;  $V_{jk}^M$  – весовые коэффициенты  $k$ -й метрики  $j$ -ого критерия качества.

Сумма весовых коэффициентов показателей уровня, относящихся к  $i$ -му показателю вышестоящего уровня, есть величина постоянная. Сумма весовых коэффициентов принимается равной 1.

Относительный показатель  $j$ -го критерия  $i$ -го фактора качества вычисляется по формуле:

$$K_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_{ij}^{\text{баз}}},$$

Фактор качества ( $K_i^\Phi$ ) вычисляется по формуле:

$$K_i^\Phi = \sum_{j=1}^N (K_{ij} \times V_{ij}^k),$$

где  $N$  – число критериев качества, относящихся к  $i$ -му фактору.

Затраты на внедрение и эксплуатацию КОС определяются путем определения совокупной стоимости владения (ТСО) – общей величины материальных и временных затрат, связанных с приобретением, развертыванием и обслуживанием программного и аппаратного обеспечения [3, 4].

Совокупная стоимость владения включает затраты на обновление ПО и оборудования, обучение, обслуживание, администрирование и техническую поддержку и определяется по формуле:

$$ТСО_{КОС} = I + E_{\text{мес}} \times T_{\text{план}},$$

где  $I$  – размер первоначальных инвестиций в КОС;  $E_{\text{мес}}$  – ежемесячные затраты;  $T_{\text{план}}$  – период оценки в месяцах.

Первоначальные инвестиции складываются из стоимостей ПО КОС; вспомогательного ПО; компьютерного оборудования; сетевой инфраструктуры; интеграции КОС с информационными системами учреждения; обучения сотрудников работы с КОС.

Затраты на интеграцию определяются по формуле:

$$I_{\text{интегр}} = I_{\text{интегр}}^{\text{КОС}} + I_{\text{интегр}}^{\text{УЧР}}$$

где  $I_{\text{интегр}}^{\text{КОС}}$  – стоимость доработок КОС, выполняемых поставщиком;  $I_{\text{интегр}}^{\text{УЧР}}$  – стоимость внедрение выполненных доработок в информационные системы учреждения.

Стоимость обучения определяется по формуле:

$$I_{\text{обуч}} = \sum N_i \times t_i \times C_i,$$

где  $N_i$  – количество обучающихся сотрудников  $i$ -й категории;  $t_i$  – время их обучения;  $C_i$  – затраты за единицу времени обучения сотрудников  $i$ -й категории.

Эти затраты складываются из затрат на оплату труда сотрудников за время обучения и стоимости проведения самого обучения.

Ежемесячные затраты складываются из прямых ежемесячных затрат на обеспечение работы; ежемесячных затрат на обеспечение интеграции КОС с информационными системами учреждения.

Цель оценки результатов обучения – подтверждение достижения целей обучения, включая оценку результативности обучения. Используемый метод оценки результативности – анкетирование.

В результате проведенного исследования КОС на основе разработанной методики анализа и оценки эффективности функционирования КОС, предложены методические и практические рекомендации по использованию КОС в учреждениях образования, осуществляющих подготовку специалистов на дистанционной форме обучения.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Экспертиза программных продуктов для системы образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ise.stavsu.ru/?IdSec=4&IdItem=7>.

2 Об утверждении Инструкции о порядке осуществления экспериментальной и инновационной деятельности в сфере образования и признании утратившими силу некоторых постановлений Министерства образования Республики Беларусь : постановление Министерства образования Респ. Беларусь от 01 сент. 2011 г., № 251 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2011. – № 127. – 8/24371.

3 Путковская С.А. Оценка экономической эффективности систем дистанционного обслуживания на рынке банковских услуг //Сборник научных трудов Балтийской академии туризма и предпринимательства. СПб.: Издательство «АСТЕРИОН», 2007. – С. 109–114.

4 Путковская С.А. Оценка внедрения системы дистанционного банковского обслуживания как инвестиционного проекта /Гуманитарное знание. - СПб.: Астерион, 2008. Выпуск 10. – С. 158–163.