

России: теория и практика: материалы междунар. науч.-практ. конф., Саратов, 2015. С. 33–36.

3. Транспрофессиональная подготовка современных специалистов: миф или реальная необходимость / С. А. Кудряков, Ю. Б. Остапченко, Е. Н. Шаповалов, В. В. Романцев // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2014. № 8. С. 94–98.

4. Современная концепция комплексной автоматизированной системы профессионального обучения и сопровождения деятельности для специалистов службы эксплуатации радиотехнического оборудования и связи / С. А. Беляев, Ю. Б. Остапченко, С. А. Кудряков, Н. В. Книжниченко, Е. Н. Шаповалов // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2015. № 10. С. 10–14.

5. Майер Р. В. Кибернетическая педагогика: имитационное моделирование процесса обучения / Глазов. гос. пед. ин-т. Глазов, 2014. 141 с.

Yu. B. Ostapchenko
JSC «SIC SPb THIS»

S. A. Kudryakov

Saint Petersburg state University of civil aviation

S. A. Belyaev

Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»

BUILD A COMPREHENSIVE AUTOMATED LEARNING SYSTEMS THAT USE ADDITIONAL SOURCES OF INFORMATION ABOUT THE QUALITY OF THE LEARNING

Describes integrated automated training system with using of psychophysiological state assessment tools to improve the quality of learning of new knowledge (and skills). The results of the experiment described, its confirms that the use in the process of operation instrument information about their current emotional state significantly increases emotional stability.

Automated training systems, training, functional state

УДК 681.5.015, 519.876.2

И. А. Хахаев, Е. Н. Шаповалов

АО «Научно-исследовательский институт программных средств»

А. И. Вайнтрауб

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

К. Г. Зиновьев

Космодром «Плесецк»

Сравнительная оценка электронных образовательных ресурсов

Рассматривается задача сравнения разнородных электронных образовательных ресурсов (ЭОР) с целью выбора оптимального решения для поддержки учебного процесса. Описываются свойства, которые могут быть выделены при сравнении, также предлагается методика экспертной оценки указанных свойств. Даются предложения по отображению результатов оценки.

Электронные образовательные ресурсы, качество программных средств, экспертное оценивание

Электронные образовательные ресурсы (ЭОР), включая платформы для создания систем дистанционного обучения, готовые сервисы (сайты) и

мультимедийные комплексы, являются существенной составной частью системы современного образования. Под ЭОР в данном случае пони-

мается то, что в Законе об образовании [1] называется «электронными образовательными и информационными ресурсами». В связи с этим задача выбора оптимального варианта решения для поддержки учебного процесса является актуальной. В данной статье рассматривается ряд свойств, позволяющих проводить оценку и оптимизацию ЭОР.

Пользователи ЭОР (включая авторов контента) в общем случае не являются специалистами в области информационных технологий, поэтому при решении задачи выбора ЭОР наряду с технологическими характеристиками должны учитываться и потребительские аспекты.

Анализ материалов по оцениванию качества ЭОР выявил следующее:

– комплексный подход к оценке и сравнению ЭОР с позиций пользователя (потребителя контента или разработчика курсов для электронного обучения) практически отсутствует (не применяется);

– многие из характеристик ЭОР являются качественными (не количественными) и допускают только субъективную оценку;

– опубликованные (например, [2]) подходы к оценке ЭОР не учитывают их технологические характеристики.

Попытка использования ГОСТ 28195–89 «Оценка качества программных средств. Общие положения» [3] показывает, что приведенная в данном стандарте номенклатура показателей качества не распространяется на ЭОР, которые попадают в группу 509 «прочие программные средства».

С учетом результатов анализа существующих вариантов ЭОР и имеющихся материалов по обсуждению качества ЭОР [4], [5] предлагается набор из шести основных свойств, существенных для сравнительной оценки ЭОР пользователем, к которым относятся:

1) адаптивность – возможность воспроизведения ЭОР на устройствах с различными параметрами систем ввода-вывода для одинаковых или различных программно-аппаратных платформ. Адаптивность ЭОР является источником больших сложностей для разработчиков [6];

2) взаимодействие с пользователем – совокупность методов и средств сопровождения пользователя и помощи при работе с программой. На взаимодействие с пользователем влияет большое количество различных факторов, а именно: дизайн, скорость взаимодействия, отслеживание результатов, эргономичный пользовательский интерфейс. Уровень взаимодействия с пользователем существенно влияет на пользовательский опыт, который и фор-

мируется на основе уровня взаимодействия [6]. Для рядового пользователя учитываются поддержка при помощи системы обратной связи с разработчиками, а также сопровождение программой пользователя и оценка его результатов (например, советы по изучению чего-либо);

3) содержательность ресурса (контент) – полезность в решении задач пользователя. Важнейшими составляющими контента ЭОР являются насыщенность информации и ее качество, включающее также и достоверность [7];

4) управление/администрирование – управление ролями пользователей (наличие ролевой модели). Оценка управления/администрирования образовательного ресурса показывает устойчивость и работоспособность этого ресурса в различных режимах использования, а также возможности и ограничения для конечного пользователя;

5) функциональная расширяемость – возможность наращивания функций программы. Понятие расширяемости постепенно изменялось с развитием программирования, и лишь со временем было внедрено понятие модульности системы. Модульность ЭОР возможно оценить по количеству функций, которые можно добавлять после установки программы в комплекте поставки (установка плагинов);

6) ценовая политика, под которой в данном случае понимается наличие и способ оплаты использования ЭОР. Для Web-ресурсов права на использование ресурса продаются, поэтому данное свойство отражает экономическую составляющую использования ЭОР.

С точки зрения поставленной задачи эти оценки должны отражать предпочтения пользователя, поэтому предлагается применить дискретную пятибалльную шкалу: от 1 (самой низкой оценки свойства) до 5 – наивысшего уровня в конкретном случае. Оценка 0 («ноль») означает отсутствие какого-либо свойства у оцениваемого ЭОР.

При этом могут быть установлены следующие диапазоны значений характеристик свойств:

- Для адаптивности: 1 – ЭОР предназначен для воспроизведения только на экране с указанным разрешением; 5 – ЭОР может воспроизводиться (отображаться) на любых цифровых устройствах, имеющих экраны.

- Для взаимодействия с пользователем: 1 – ЭОР не позволяет настраивать внешний вид и расположение элементов управления; 5 – для ЭОР настраиваются все возможные параметры отображения и режимы просмотра для каждого пользователя (максимальная персонализация).

• Для содержательности ресурса: 1 – контент изначально отсутствует (требуется самостоятельное наполнение контентом); 5 – имеется актуальный и достоверный контент, полностью соответствующий назначению ЭОР.

• Для управления/администрирования: 1 – конечный пользователь не имеет никаких возможностей по управлению режимами работы ЭОР, кроме просмотра; 5 – конечный пользователь имеет возможность управлять всеми режимами работы ЭОР без всяких ограничений.

• Для функциональной расширяемости: 1 – возможности наращивания функций программы полностью отсутствуют; 5 – пользователь имеет все возможности наращивания функций как по их количеству, так и по реализации (представлению).

• Для экономической составляющей: 1 – ежемесячная абонентская плата и дополнительное платное приобретение прав на использование модулей расширений; 5 – полностью бесплатные ЭОР.

Получение оценок ЭОР по различным показателям предполагает проведение процедуры экспертного опроса и обработку его результатов. При этом получают среднюю оценку ЭОР по каждому из показателей, а также определяют степень согласованности экспертов в оценивании ЭОР.

В данном случае важен выбор экспертов из профессионального сообщества, поскольку оценке подвергаются не только потребительские, но и технологические качества, которые опосредованно влияют на потребительские качества [8].

Соответственно, согласованность мнений экспертов по каждому показателю оценивается по разбросу оценок вокруг среднего значения (дисперсий) с применением критерия Фишера. Методика определения согласованности приведена в [9].

Средняя оценка ЭОР по каждому показателю \bar{x} вычисляется как

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^m x_i}{m},$$

где x_i – оценка, выставленная i -м экспертом по данному показателю; m – количество экспертов.

Согласованность мнений экспертов оценивается по разбросу x_i вокруг среднего значения. Для этого необходимо рассчитать дисперсию оценки и сравнить значимость ее отличия от минимально возможной дисперсии по критерию Фишера [9].

Дисперсия вычисляется по формуле

$$s_1^2 = \frac{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2}{m-1}. \quad (1)$$

Абсолютная согласованность экспертов обеспечивается в том случае, когда все они выставили одинаковые оценки. Средняя оценка \bar{x}_2 при этом совпадает с оценкой каждого эксперта ($\bar{x}_2 = x_i = a$), а дисперсия в соответствии с формулой (1) равна нулю, что делает невозможным использование критерия Фишера. Минимально возможная дисперсия обусловлена наличием только одной оценки, отличающейся от других на 1 балл. В этом случае средняя оценка

$$\bar{x}_2 = \frac{\sum_{i=1}^{m-1} x_i + (x_i \pm 1)}{m} = \frac{(m-1)a + a \pm 1}{m} = a \pm \frac{1}{m}. \quad (2)$$

В соответствии с (2) при $m > 7$ можно приближенно считать, что наличие одной отличающейся на 1 балл оценки практически не повлияет на значение средней оценки показателя, т. е. $\bar{x}_2 \approx x_i = a$.

Подставив это значение в (1), получим:

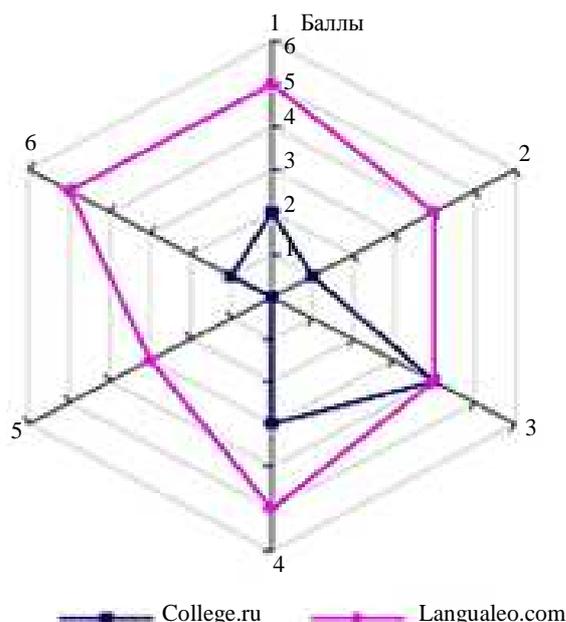
$$s_2^2 = \frac{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2}{m-1} \approx \frac{1}{m-1}. \quad (3)$$

Значение дисперсии, полученное по формуле (3), является минимально возможным, поскольку оно связано с минимальным разбросом мнений экспертов.

Применяя критерий Фишера для сравнения дисперсий s_1^2 и s_2^2 , получим, что гипотеза о согласованности мнений экспертов верна (дисперсия s_1^2 значимо не отличается от дисперсии s_2^2), если соблюдается условие

$$\frac{s_1^2}{s_2^2} = \frac{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2}{m-1} \cdot \frac{1}{m-1} = \sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2 \leq F_{1-p}(f_1, f_2), \quad (4)$$

где $F_{1-p}(f_1, f_2)$ – квантиль распределения Фишера (табл. VII прил. к [9]); p – принятый уровень значимости (как правило, $p \in [0.001; 0.1]$); $f_1 = f_2 = m-1$ – число степеней свободы.



Если условие (4) не выполняется (гипотеза о согласованности мнений экспертов неверна), следует либо провести второй тур оценивания, либо снизить требования к уровню значимости, либо привлечь дополнительных экспертов.

Помимо оценки свойств в данном случае существенными представляются отображение и интерпретация результатов. С учетом когнитивного подхода [10] и более высокой эффективности

симультантного режима анализа изображения [11] предлагается отображать результаты оценки в виде двумерных диаграмм типа «радар». Пример сравнительной оценки двух образовательных сервисов (оцениваемые свойства указаны по ранее приведенным номерам) представлен на рисунке.

Кроме графического отображения, позволяющего оценить преимущества ЭОР по указанным ранее свойствам, предлагается приводить также и интегральную числовую оценку, вычисляемую как длина вектора, нормированная на количество оцениваемых свойств:

$$L = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^N x_i^2}}{N}, \quad (5)$$

где N – количество оцениваемых свойств.

Предложенный подход позволяет получить количественную оценку разнородных ЭОР и сравнивать их между собой не только по интегральному показателю в соответствии с (5), но и по частным показателям. Это позволит пользователю сделать обоснованный выбор. При этом возможна оценка существующих видов и реализаций ЭОР и обеспечивается возможность оценивания вновь появляющихся реализаций ЭОР.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 30.12.2015).
2. Исследование возможностей использования философии и технологии Web 2.0 для разработки интеллектуальных образовательных ресурсов. URL: http://portal.tpu.ru/departments/otdel/oit_ic/nauka/Tab2/report_ith_2012.pdf (дата обращения 14.11.2014).
3. ГОСТ 28195–89. Оценка качества программных средств. Общие положения. М.: Изд-во стандартов, 1989.
4. Обзор мирового и российского рынка электронного обучения / ООО «СиМедиа», 2012. URL: <http://mag-union.ru/wp-content/uploads/2013/06/E-learning.pdf> (дата обращения 24.02.2016).
5. Осин А. В. Электронные образовательные ресурсы нового поколения: открытые образовательные модульные мультимедиа системы. URL: <http://www.ict.edu.ru/ft/005559/12-29.pdf> (дата обращения 24.02.2016).
6. Буркхардт Т. Хуфнагель. Взаимодействие с пользователем: тайное искусство, которое у всех на виду. URL: <http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/ee914375.aspx> (дата обращения 26.02.2016).
7. Оценка достоверности и качества онлайн-информации. URL: http://www.nnre.ru/kompyutery_i_internet/internet_razvedka_rukovodstvo_k_deistviyu/p7.php (дата обращения 26.02.2016).
8. Зарубин В. С., Хахаев И. А., Шаповалов Е. Н. Возможность сравнительной оценки электронных образовательных ресурсов // Материалы 11-й конф. «Свободное программное обеспечение в высшей школе», Переславль, 30–31 янв. 2016 г. М.: Альт ЛИНУКС, 2016. С. 23–25.
9. Пустыльник Е. И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М.: Наука, 1968. 288 с.
10. Солсо Р. Л. Когнитивная психология. М.: Трифола, 1996.
11. Parondjanov V. D. Intensification of the Students' Intellect and the Theory of Intensive Distance Education // Distance Learning and New Technologies in Education: Proc. Of the First Intern. Conf. on Distance Education in Russia / Association for International Education. M., 1994. P. 415.

I. A. Khakhaev, E. N. Shapovalov
JSC «Research Institute of software»
A. I. Weintraub
Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»
K. G. Zinoviev
Cosmodrome «Plesetsk»

COMPARATIVE ESTIMATION OF RESOURCES FOR E-LEARNING

The task of comparison of different resources for e-Learning is described. The goal is to select optimized solution for learning process support by e-Learning system. Some generalized properties which may be taken into consideration at the comparison are discussed. The approach to above mentioned comparison and to visualization of comparison results is also proposed.

Resources for e-Learning, software quality, expert assessment

УДК 004.82, 004.89

И. И. Холод, И. В. Петухов
Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Метод оценки эффективности анализа данных в распределенной среде

Описывается метод конфигурирования сети акторов для выполнения интеллектуального анализа данных в распределенной среде. Исходными данными для метода являются характеристики набора данных, алгоритма анализа и среды выполнения. В результате применения метода вычисляются количество кластеров сети акторов, количество акторов разных типов, а также определяется размещение акторов в среде выполнения.

Интеллектуальный анализ данных, распределенный анализ, распределенные системы, модель акторов

В последнее время наблюдается существенный рост интереса к технологиям больших данных [1] и Интернета вещей [2]. Общим для них является необходимость обработки данных, получаемых из разных источников в режиме реального времени в распределенной среде. До недавнего времени основными системами, решающими эти задачи, являлись системы, основанные на парадигме Map Reduce [3], такие, как Apache Hadoop [3], Apache Spark [4], Apache Mahout [5] и др. Принципиальным аспектом их работы является централизованная обработка на базе вычислительных кластеров (например, в «облачной» вычислительной среде [6]) заранее собранных данных в едином хранилище. Данный принцип имеет следующие основные недостатки:

– высокие требования к ресурсам (как вычислительным, так и дисковым), которые растут с увеличением объемов собираемой информации;

– большой сетевой трафик, связанный с переносом данных от источников информации к единому хранилищу;

– высокие требования к защите информации, хранящейся в едином хранилище, так как ее гриф секретности повышается по совокупности.

Кроме того, концепция Map Reduce имеет концептуальный недостаток – с ее помощью естественно решаются только задачи, обладающие свойством списочного гомоморфизма [7]. В противном случае или требуется существенная модификация стандартных методов решения задачи, или использование другой концепции выполнения распределенных вычислений.

В противовес централизованной обработке, на базе облачных вычислений (cloud computing), в последнее время все большую популярность набирает технология «туманных вычислений» (fog computing) [8]. Она предполагает перенос части вычислений от центрального кластера в среду передачи данных, «ближе» к источнику информации. Такой подход становится более актуальным в связи с интеллектуализацией любого устройства (наличием у него вычислительного