

УДК 004.89: 37.012

А. Л. ДАНЧЕНКО^{1*}

^{1*}Каф. «Системная инженерия», Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля, кв. Молодежный, 20 а, 91034, Луганск, Украина, тел. + 38 (0642) 47 14 44, + 38 (050) 655 07 01, эл. почта danalleo@gmail.com.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Цель. В условиях активного развития e-learning все большее значение приобретает качество электронных образовательных ресурсов обучающих систем. Быстрое устаревание информации при массовости образования обуславливает необходимость повышения эффективности процесса совершенствования качества электронных образовательных ресурсов путем автоматизации информационной поддержки принятия решений. **Методика.** Задача решена методами искусственного интеллекта путем разработки информационной структуры базы знаний системы поддержки принятия решений на основе фреймовой модели представления знаний и продукционных правил логического вывода. **Результаты.** По результатам анализа процессов жизненного цикла и требований к качеству электронных образовательных ресурсов разработаны информационная структура базы знаний системы поддержки принятия решений, правила логического вывода и программная реализация системы поддержки принятия решений. **Практическая значимость.** Установлено, что основными требованиями к качеству электронных образовательных ресурсов являются успеваемость, валидность, надежность и технологичность. Показано, что при использовании программной реализации системы поддержки принятия решений в ходе экспериментального исследования для всех курсов наблюдается рост качества по комплексному критерию. Информационная структура базы знаний системы поддержки принятия решений и правила логического вывода могут быть использованы методистами и разработчиками контента обучающих систем.

Ключевые слова: качество; образовательные ресурсы; представление знаний; правила логического вывода; лицо, принимающее решение

Введение

В условиях активного развития e-learning все большее значение приобретает качество электронных образовательных ресурсов (ЭОР) обучающих систем. Принятие эффективного решения по совершенствованию качества образовательного контента обучающих систем в условиях массовости образования и быстрого устаревания информации невозможно без автоматизации информационной поддержки принятия решений, обеспечивающей автоматизацию процессов анализа/оценки качества, визуализации результатов вычислений и формирования рекомендаций для лица, принимающего решение (ЛПР) [4]. Анализ научных исследований в области оценки качества ЭОР [3, 5–6, 13] показал, что существующие системы выполняют оценку только по отдельным показателям и не обеспечивают автоматизированную информационную поддержку принятия решений по

совершенствованию качества образовательных ресурсов на основе системной оценки априорных и статистических данных о свойствах ЭОР. Таким образом, обусловлена необходимость повышения эффективности процесса совершенствования качества ЭОР путем автоматизации информационной поддержки принятия решений. Учитывая комплексное оценивание функциональных свойств и статистические данные о результатах применения ЭОР, в ходе учебного процесса разработаны системы поддержки принятия решений (СППР).

Методика

Задача решена методами искусственного интеллекта путем разработки информационной структуры базы знаний системы поддержки принятия решений на основе фреймовой модели представления знаний и продукционных правил логического вывода. Разработана программная реализация для верификации пред-

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ ТРАНСПОРТУ ТА ЕКОНОМІКИ

ложеного рішення в ході експериментального дослідження з використанням Microsoft SQL Server 2008 в якості сервера бази даних і MS VisualStudio 2010 – в якості середовища розробки.

Результати

В даній роботі ЭОР розглядається як інструмент для досягнення навчальної мети в формі завдання. Завдання будемо розуміти як «педагогічну форму, націлену на усвоєння... виможуваного фрагмента підготовленості» [1, 2]. Комплекс ЭОР (КОР) будемо розуміти як кінцеве множинство ЭОР, застосовуваних для навчання в межах конкретної навчальної дисципліни, підлягаючих оцінці і пройдених емпіричну перевірку в ході навчального процесу.

Згідно [15–17] показники якості КОР як системи розділяються на три групи:

- якість потенціалу досягнення мети освіти, визначається на етапі проектування;
- якість навчального процесу, визначається в ході навчальної діяльності;
- якість результатів освіти.

Аналіз українських стандартів в області систем забезпечення якості [10–11], а також міжнародних стандартів по інформаційним технологіям в навчанні, освіті і підготовці [14–17] показав, що вдосконалення якості ЭОР є складним ітеративним процесом. Замкнений життєвий цикл ЭОР є послідовністю процесів: «Аналіз» → «Проектування» → «Розробка» → «Внедрення» → «Навчальний процес» → «Оцінка/Оптимізація» → «Аналіз».

Результати аналізу основних процесів і підпроцесів життєвого циклу освітніх ресурсів застосовано до задачі автоматизації оцінювання якості ЭОР докладно представлені в дослідженні А. Л. Данченко [7]. При цьому встановлено, що процеси, що визначають якість ЭОР і задовольняють умові контролюваності входних і вихідних параметрів засобами систем дистанційного навчання, класифікуються як:

- «Організація використання» (підпро-

цес основного процесу «Внедрення»);

- «Навчальна діяльність»;
- «Аналіз результатів навчальної діяльності»;
- «Оцінка»;
- «Поиск рішення по оптимізації».

Аналіз наукових досліджень в області розробки педагогічних завдань [1, 2, 12] показав, що основними вимогами до якості КОР є:

1. Відповідність форми і змісту цілям освітнього стандарту, навчальної програми, навчального плану.
2. Забезпечення виможуваних показників успішності.
3. Валидність (відповідність) навчального контенту цільової аудиторії.
4. Надійність як ступінь завершеності освітніх ресурсів – повнота, грамотність, ясність, точність формулювань, відсутність помилок сприйняття, пов'язаних з двусмысленністю;
5. Технологічність як спосіб забезпечення індивідуалізації навчання при масовості освіти – ступінь автоматизації зворотного зв'язку і обробки результатів.

Розглянемо перераховані вимоги застосовано до задачі автоматизації інформаційної підтримки прийняття рішень по вдосконаленню якості ЭОР. Відповідність форми і змісту ЭОР цілям освітнього стандарту, навчальної програми, навчального плану встановлюється по результатам експертизи змісту навчальних матеріалів, яка, в свою чергу, забезпечується методичними відділами, кафедрами і науковими радами освітніх установ. В даній роботі будемо вважати, що в склад КОР входять тільки ЭОР, успішно пройдених процедуру даної експертизи.

Однак застосування тільки експертного аналізу на етапі розробки навчального контенту не дозволяє виявити всі недоліки ЭОР через непередбачуваність результатів сприйняття вербальної і невербальної інформації, тому для об'єктивного оцінювання якості навчальних матеріалів потрібно проведення емпіричної перевірки для урахування статистичних даних про результати застосування ЭОР в ході навчального процесу. При цьому такі вимоги

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ ТРАНСПОРТУ ТА ЕКОНОМІКИ

к качеству КОР как успеваемость и валидность являются требованиями к показателям, которые могут быть определены только по результатам обучения.

Показатель успеваемости – наиболее распространенный количественный показатель качества учебной деятельности, но, несмотря на простоту использования, является недостаточно информативным, т. к. не в полной мере характеризует подготовленность обучаемых и трудность заданий, вследствие чего успеваемость не может быть использована как основной критерий качества ЭОР.

Валидность, как степень соответствия педагогических заданий целевой аудитории, применяется в теории педагогического тестирования для решения узконаправленных задач по разработке тестов и в системах адаптивного обучения. В условиях реализации концепции индивидуализации обучения валидность является показателем, который необходимо учитывать при оценке качества ЭОР.

Надежность, как степень завершенности ЭОР, является показателем, позволяющим идентифицировать наличие скрытых дефектов учебных материалов.

Технологичность учебных материалов определяется функциональными свойствами ЭОР, которые проявляются в ходе учебного процесса и может быть оценена на этапе «Внедрение». Исходя из того, что только при высокой технологичности учебных материалов возможно обеспечение индивидуализации обучения в условиях массовости образования, это подтверждается и результатами исследований, выполненных на основе электронных ресурсов [14], технологичность выделяется как показатель, который также необходимо учитывать при оценке качества ЭОР.

Таким образом, в ходе анализа установлено, что процессы, определяющие качество ЭОР и удовлетворяющие условию контролируемости входных и выходных параметров средствами систем дистанционного обучения, подразделяются на: «Организация использования», «Учебная деятельность», «Анализ результатов учебной деятельности», «Оценка» и «Поиск решения по оптимизации», а основными требованиями к качеству ЭОР являются успеваемость, валидность, надежность и технологичность.

Разработка комплексного критерия качества ЭОР, учитывающего указанные требования к качеству представлена в работе А. Л. Данченко [9]. Качество ЭОР в виде совокупности составляющих предоставляет информацию для принятия решения по каждому из показателей и имеет вид:

$$\bar{Q}(S_{\text{кор}}) = \langle Q_1(S_{\text{кор}}); Q_2(S_{\text{кор}}); Q_3(S_{\text{кор}}); Q_4(S_{\text{кор}}) \rangle, \quad (1)$$

где $Q_1(S_{\text{кор}})$ – критерий успеваемости;

$Q_2(S_{\text{кор}})$ – критерий валидности;

$Q_3(S_{\text{кор}})$ – критерий технологичности;

$Q_4(S_{\text{кор}})$ – критерий надежности;

$S_{\text{кор}}$ – концептуальный граф изучения КОР.

Качество ЭОР в виде функциональной зависимости имеет вид:

$$Q(S_{\text{кор}}) = \prod_{i=1}^n (Q_i(S_{\text{кор}}))^{w_i}. \quad (2)$$

Модель базы знаний СППР по совершенствованию качества ЭОР, учитывающая комплексный критерий качества, (рис. 1) является сетью фреймов. Сеть фреймов содержит 3 иерархии фреймов-прототипов («Обучаемые», «Структура курса» и «Результаты обучения»), фрейм-прототип «Обучающий элемент» для определения обучающего контента, фрейм-прототип «Журнал» для установки связей на уровне экземпляров класса «Группа» и экземпляров класса «Версия», фреймы-прототипы «Уровень усвоения», «Обратная связь», «Дефект», «Сопровождение» для определения таких характеристик образовательных ресурсов, как: уровень усвоения, тип обратной связи, дефекты и сопровождения – возможности технической поддержки ЭОР в ходе эксплуатации.

Правила логического вывода СППР (табл. 1) обеспечивают уровень детализации мониторинга $L_{S_{\text{кор}}}$ от 1 до 5. При $L_{S_{\text{кор}}} = 1$, соответствующему уровню детализации «Версия», предоставляются наиболее обобщенные рекомендации по результатам оценивания качества ЭОР, входящих в состав анализируемого курса; уровень детализации $L_{S_{\text{кор}}} = 5$ («Шаг»), напротив, наиболее точно определяет набор рекомендаций по

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ ТРАНСПОРТУ ТА ЕКОНОМІКИ

совершенствованию качества текущего элемента ЭОР. Правила оперируют фактами, полученными в результате выполнения присоединенных процедур, и эталонными значениями уровней качества единичных показателей вектора $\bar{\varphi}$ (табл. 1), который определяет для каждого показателя значение границы низкого качества, значение границы высокого качества и значение максимально допустимого качества для установки «зоны вето».

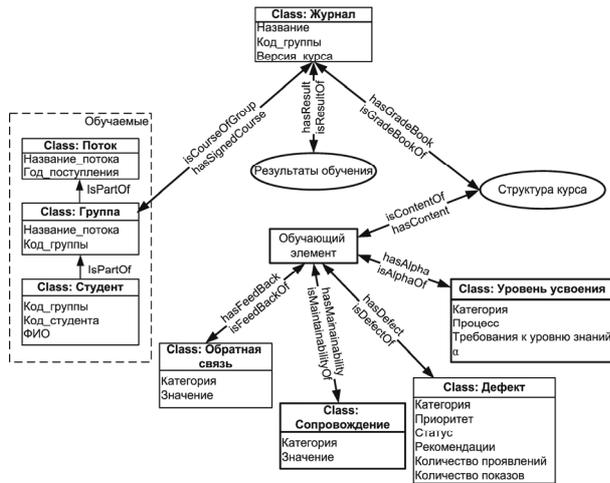


Рис. 1. Сеть фреймов базы знаний СПМР

Таблица 1

Значения параметров вектора $\bar{\varphi}$

Название	Граница низкого качества	Граница высокого качества	Максимально допустимое
j	1	2	3
Успеваемость, φ_1	0,4999	0,7999	0,9
Валидность, φ_2	0,4999	0,7999	1
Технологичность, φ_3	0,4999	0,7999	1
Надежность, φ_4	0,4999	0,7999	1

Эталонное значение φ_{ij} сравнивается с фактическим значением показателя $Q_i(S_{кор})$ полученным в результате вычисления соответствующей присоединенной процедуры на заданном уровне детализации $L_{S_{кор}}$. Приоритет правил определяется, исходя из значений функционального свойства образовательных ресурсов «Сопровождение».

Присоединенные процедуры обеспечивают такую функциональность: EvQ выполняет расчет комплексного показателя качества согласно формуле (2); $EvQ_1, EvQ_2, EvQ_3,$ и EvQ_4 выполняют расчет значений качества показателей успеваемости, валидности, технологичности и надежности соответственно; $EvExtr$ предоставляет информацию о «провалах» информационной функции образовательных ресурсов; $EvBeta$ предоставляет данные о трудности заданий β ; $Ev\delta$ вычисляет дискриминационную способность ЭОР γ ; $EvkT$ возвращает значение коэффициентов технологичности k^T , $EvAlpha$ – значения уровней усвоения α , $EvMaintain$ – значения сопровождения, $EvDef$ предоставляет информацию о дефектах и рекомендации по их устранению.

При анализе фактического показателя успеваемости в процессе автоматической генерации рекомендаций, формируемых СПМР, следует учитывать, что данный показатель недостаточно информативен сам по себе: наличие высоких показателей успеваемости может быть обусловлено как высоким уровнем подготовки обучаемых, так и слишком легкими заданиями; низкая успеваемость может наблюдаться как при низкой подготовке обучаемых, так и при наличии чрезмерно трудных заданий. В обоих случаях наблюдается несоответствие образовательных ресурсов целевой аудитории. Поэтому для корректировки показателя успеваемости применяется правило, формирующее общую рекомендацию для повышения успеваемости с учетом показателя валидности $Q_2(S_{кор})$:

$$\text{ЕСЛИ } (EvQ_1(S_{кор}, L_{S_{кор}}) < \varphi_{11} \text{ AND}$$

$$EvQ_2(S_{кор}, L_{S_{кор}}) < \varphi_{21}),$$

ТО «Требуется повысить успеваемость. Рекомендуется понижение трудности заданий или разработка дополнительных упрощенных заданий».

При наличии высокого показателя успеваемости $Q_1(S_{кор})$ и низкого показателя валидности $Q_2(S_{кор})$ формируется общая рекомендация вида:

$$\text{ЕСЛИ } (EvQ_1(S_{кор}, L_{S_{кор}}) = \varphi_{12} \text{ AND}$$

$$EvQ_2(S_{кор}, L_{S_{кор}}) < \varphi_{21}),$$

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ ТРАНСПОРТУ ТА ЕКОНОМІКИ

ТО «Высокая успеваемость при низком показателе валидности. Рекомендуется повышение трудности заданий или разработка дополнительных заданий повышенной трудности».

При наличии локальных максимумов информационная функция содержит «провалы» (разработка метода поиска «провалов» информационной функции представлена в [7]), поэтому для корректировки показателя валидности ЛПР будет предоставлена соответствующая рекомендация по их устранению:

$$\text{ЕСЛИ } EvExtr(S_{кор}, L_{S_{кор}}) > 1,$$

ТО «Рекомендуется разработка дополнительных заданий с трудностью, соответствующей интервалу провала информационной функции».

Для формирования более точных рекомендаций по корректировке параметров показателя валидности требуется анализ графического образа информационной функции образовательных ресурсов, трудности β и дискриминационной способности γ ЭОР. При формировании рекомендаций по корректировке трудности j -го ЭОР целесообразно использовать общепринятые категории трудности β согласно [1, 11]:

- Очень легкие задания, $\beta_j < -2,6$ логит.
- Легкие задания, $-2,6 < \beta_j < -1,5$ логит.
- Задания средней трудности, $-1,49 < \beta_j < 1,49$ логит.
- Трудные задания, $1,49 < \beta_j < 2,59$ логит.
- Очень трудные задания, $\beta_j \geq 2,6$ логит.

При этом отрицательное значение γ является явным признаком дефекта задания, что выражается в том, что подготовленные ученики выполняют задание образовательных ресурсов неверно, а неподготовленные дают правильный ответ. Причинами являются: некорректная постановка задачи; дистрактор помечен как правильный ответ. ЭОР с $\gamma < 0$ подлежит обязательной модификации или удалению. Правила для формирования рекомендаций по корректировке валидности с учетом отрицательного параметра дискриминации для заданий нетестовой формы имеют вид:

$$\text{ЕСЛИ } (EvQ_2(S_{кор}, L_{S_{кор}}) < \varphi_{21} \text{ AND } Evd(L_{S_{кор}} - 1) < 0 \text{ AND Форма} = \text{«Нетестовая»},$$

ТО «Отрицательное значение параметра дискриминации указывает на наличие ошибок в задании. Задание подлежит модификации или удалению».

Правила для формирования рекомендаций по корректировке валидности с учетом отрицательного параметра дискриминации для заданий тестовой формы и смешанной формы имеют вид:

$$\text{ЕСЛИ } (EvQ_1(S_{кор}, L_{S_{кор}}) < \varphi_{21} \text{ AND}$$

$$Evd(L_{S_{кор}} - 1) < 0 \text{ AND Форма} \neq \text{«Нетестовая»},$$

ТО «Отрицательное значение дискриминационного параметра указывает на наличие ошибок в задании. Проверьте корректность постановки задачи. Для тестовых заданий проверьте корректность дистракторов. Задание подлежит модификации или удалению».

Рекомендации для ЭОР с $0,5 \leq \gamma \leq 0,5$:

$$\text{ЕСЛИ } (EvQ_2(S_{кор}, L_{S_{кор}}) < \varphi_{21} \text{ AND}$$

$$0 \leq Evd(L_{S_{кор}} - 1) \leq 0,5$$

ТО «Задание не дифференцирует знания обучаемых. Задание подлежит удалению либо модификации».

Рекомендации для ЭОР с $0,5 < \gamma < 1$:

$$\text{ЕСЛИ } (EvQ_2(S_{кор}, L_{S_{кор}}) < \varphi_{21} \text{ AND}$$

$$(0,5 < Evd(L_{S_{кор}} - 1) < 1),$$

ТО «Задание обладает низкой дифференцирующей способностью и подлежит модификации».

Если для ЭОР наблюдается недостаточно высокий уровень показателя технологичности $Q_3(S_{кор})$ при уровне усвоения α менее 5 и коэффициенте технологичности $k^T < 1$, то правила формирования рекомендаций имеют вид:

ЕСЛИ

$$\left((EvQ_3(S_{кор}, L_{S_{кор}}) < \varphi_{31}) \text{ AND } (\alpha < 5) \text{ AND } (k^T < 1) \right),$$

ТО «Рекомендуется повышение технологичности путем усовершенствование способа организации обратной связи».

Если для ЭОР наблюдается недостаточно высокий уровень показателя технологичности $Q_3(S_{кор})$ при уровне усвоения менее 5 и коэффициенте технологичности $k^T = 1$, то правила формирования рекомендаций имеют вид:

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ ТРАНСПОРТУ ТА ЕКОНОМІКИ

ЕСЛИ

$$\left((EvQ_3(S_{кор}, L_{S_{кор}}) < \varphi_{31}) AND(\alpha < 5) AND(k^T = 1) \right),$$

ТО «Рекомендуется повышение технологичности путем повышения уровня усвояемости заданий».

Для ЭОР с высоким уровнем усвояемости низкими значениями коэффициента технологичности k^T рекомендации формируются в зависимости от формы заданий:

$$\text{ЕСЛИ} \left(\begin{array}{l} (EvQ_3(S_{кор}, L_{S_{кор}}) < \varphi_{31}) AND(\alpha \geq 5) \\ AND(k^T < 1) AND(\Phi_{орма} = "H\Phi") \end{array} \right),$$

ТО «Рекомендуется повышение технологичности путем перевода в тестовую форму отдельных этапов задания».

$$\text{ЕСЛИ} \left(\begin{array}{l} (EvQ_3(S_{кор}, L_{S_{кор}}) < \varphi_{31}) AND(\alpha \geq 5) \\ AND(k^T < 1) AND"Т\Phi" \end{array} \right),$$

ТО «Рекомендуется повышение технологичности путем автоматизации обратной связи отдельных этапов задания».

Для корректировки показателя надежности общая рекомендация имеет вид:

$$\text{ЕСЛИ} (EvQ_4(S_{кор}, L_{S_{кор}}) < \varphi_{41}),$$

ТО «Рекомендуется устранение дефектов на уровне детализации $L_{S_{кор}} - 1$ ».

Детализированные рекомендации формируются путем анализа текущего списка зафиксированных дефектов данного ЭОР. Рекомендации формируются в соответствии с уровнем приоритета дефектов в убывающем порядке.

Наличие встроенных функциональных возможностей и визуальных средств для работы со сложными иерархическими структурами данных, свободный доступ к документации, а также возможность использования коммерческого программного обеспечения Microsoft в рамках лицензии Microsoft Academic Alliance обусловили выбор Microsoft SQL Server 2008 в качестве сервера базы данных и MS VisualStudio 2010 – в качестве среды разработки. Программная реализация СППР по совершенствованию качества ЭОР включает три подсистемы:

– OLTP-база для хранения фактов о ходе

учебного процесса и метаданных образовательных ресурсов, реализованная средствами MS SQL Server 2008.

– Хранилище данных автоматизированной системы мониторинга, выполненное средствами MS SQL Server 2008 на основе материализованных представлений и денормализованных таблиц для хранения плоских данных.

– Приложение-клиент для взаимодействия с ЛПР, OLTP-базой и хранилищем данных, выполненное средствами MS VisualStudio 2010.

Рекомендации по совершенствованию качества ЭОР предоставляются как в графической (рис. 2), так и в текстовой, и в табличной форме по каждому показателю, что обеспечивает визуализацию результатов вычислений для ЛПР.



Рис. 2. Графическое представление результатов вычислений по валидности

Пример автоматически сгенерированных рекомендаций по экспериментальному курсу ТАУ для показателя валидности представлен на рис. 3. Поиск провалов информационной функции выполнен согласно методу, представленному в [7].

Детализированные рекомендации по валидности:

Интервалы провалов функции

Рекомендуется разработка дополнительных заданий с трудностью, соответствующей интервалу провала информационной функции

№ п.п.	Значение экстремума	Тип экстремума	Начальная точка провала	Конечная точка провала
1.	5,1564	Локальный экстремум	-0,5	0
2.	11,7972	Глобальный экстремум	1	---

На интервале подготовленности от -3 до -1,4 логит информационная функция меньше 2,35944 логит. Рекомендуется разработка дополнительных заданий данной трудности.

На интервале подготовленности от 2 до 3 логит информационная функция меньше 2,35944 логит. Рекомендуется разработка дополнительных заданий данной трудности.

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ ТРАНСПОРТУ ТА ЕКОНОМІКИ

Рис. 3. Рекомендации по устранению провалов информационной функции

При использовании программной реализации СППР в ходе экспериментального исследования были получены результаты по динамике показателей качества для трех курсов: «Основы дискретной математики (ОДМ)», «Проектирование технических средств систем управления» (ПТССУ) и «Теория автоматического управления» (ТАУ). При этом для всех учебных дисциплин наблюдается рост качества по комплексному критерию (рис. 4).

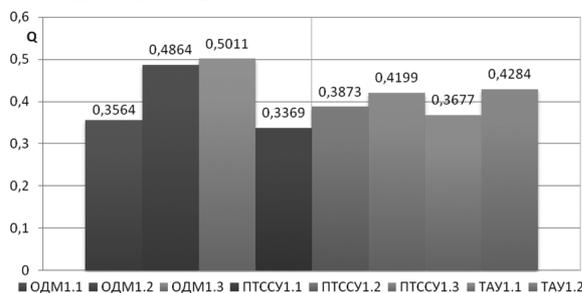


Рис. 4. Динамика показателей качества курсов

Практическая значимость

Применительно к задаче автоматизации информационной поддержки принятия решений по совершенствованию качества ЭОР разработана модель информационной структуры базы знаний СППР, правила логического вывода и программная реализация СППР, обеспечивающая автоматизацию процессов анализа, оценки качества, визуализации результатов вычислений и формирования рекомендаций для ЛПР.

Разработанная информационная структура базы знаний системы поддержки принятия решений и правила логического вывода могут быть использованы методистами и разработчиками контента обучающих систем.

Выводы

Выполнен анализ процессов жизненного цикла и требований к качеству ЭОР, установлено, что основными требованиями к качеству ЭОР являются успеваемость, валидность, надежность и технологичность. Для всех исследуемых учебных дисциплин зафиксирован рост качества по комплексному критерию.

В будущем планируются дополнительные исследования для обеспечения возможности

оценки качества КОР с учетом качества содержания учебных программ и формирования соответствующих рекомендаций СППР.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аванесов, В. С. Основы теории педагогических заданий / В. С. Аванесов // Педагогические измерения. – 2006 – № 2. – С. 26–62.
2. Беспалько, В. П. Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия) / В. П. Беспалько. – М. : МПСИ, МОДЭК. – 2002. – 352 с.
3. Білик, О. О. Інформаційна технологія моніторингу якості загальноосвітніх навчальних закладів : автореф. дис.... канд. техн. наук : 05.13.06 / Білик Олег Олександрович; Черкаський держ. технол. ун-т. – Черкаси, 2009. – 19 с.
4. Боднар, Б. Є. Системи управління якістю по стандарту ISO 9000 в вищих навчальних закладах / Б. Є. Боднар, О. О. Матусевич // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д., 2012. – Вип. 40. – С. 167–172.
5. Боцула, М. П. О проблеме экспертизы качества материалов дистанционных курсов / М. П. Боцула, И. А. Моргунов // Наукові праці ВНТУ. – 2008. – № 4. – С. 1–6.
6. Воробкалов, П. Н. Оценка качества электронных обучающих систем / П. Н. Воробкалов, В. А. Камаев // Управление большими системами : сб. трудов. – М. : ИПУ РАН, 2009. – Вып. 24. – С. 99–112.
7. Данченко, А. Л. Анализ процессов совершенствования качества электронных образовательных ресурсов / А. Л. Данченко // Інженерія програмного забезпечення. – 2011. – № 2 (6). – С. 73–77.
8. Данченко, А. Л. Исследование информационной функции Бирнбаума применительно к задаче мониторинга образовательных ресурсов обучающих систем / А. Л. Данченко, В. А. Ульшин // Изв. Волгоградского гос. техн. ун-та. – 2012. – № 13. – Т. 4 – С. 113–117.
9. Данченко, А. Л. Разработка комплексного критерия качества образовательных ресурсов / А. Л. Данченко, В. А. Ульшин // Вісник СНУ ім. В. Даля. – 2012. – № 4 (175). – С. 117–122.
10. ДСТУ ISO 9000-2007. Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів. – На заміну ДСТУ ISO 9000-2001 ; введ. 2008-01-01. – К : Держспоживстандарт України, 2008. – 29 с.
11. ДСТУ ISO 9004-2001. Системи управління

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ ТРАНСПОРТУ ТА ЕКОНОМІКИ

- якістю. Настанови щодо поліпшення діяльності. – На заміну ДСТУ ISO 9004-1-95 ; введ. 2001-27-06. – К : Держспоживстандарт України, 2001. – 60 с.
12. Ким, В. С. Тестирование учебных достижений : монография / В. С. Ким. – Уссурийск : Изд-во УГПИ, 2007. – 214 с.
 13. Краснюк, А. В. Модульна система як засіб підвищення якості під час вивчення нарисної геометрії студентами технічних ВНЗ / А. В. Краснюк, Т. В. Ульченко // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д., 2011. – Вип. 36. – С. 185–188.
 14. Advanced Distributed Learning [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.adlnet.gov/Pages/Default.aspx>. – Title from the screen.
 15. ISO/IEC 19796-3:2009 (2009). Information Technology - Learning, Education, and Training – Quality Management, Assurance and Metrics – Part 3: Reference Methods and Metrics [Electronic resource] / International Organisation for Standardization (ISO). – Geneva. – 2009. – Access mode: http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=46159. – Title from the screen.
 16. Pawlowski, J. M. The Quality Adaptation Model: Adaptation and Adoption of the Quality Standard ISO / IEC 19796-1 for Learning, Education, and Training [Electronic resource] / J. M. Pawlowski // Educational Technology & Society. – 2010. – № 10 (2). – P. 3–16. – Access mode: http://www.ifets.info/journals/10_2/2.pdf. – Title from the screen.
 17. Plaza, I. Quality and innovation in Higher Education: Code of Good Practices [Electronic resource] / I. Plaza, F. Arcega, F. Ibáñez // Frontier in Education. – 2010. – Access Mode: <http://fieconferrence.org>. – Title from the screen.

А. Л. ДАНЧЕНКО^{1*}

АВТОМАТИЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ З ВДОСКОНАЛЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОННИХ ОСВІТНІХ РЕСУРСІВ

^{1*}Каф. «Системна інженерія», Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, кв. Молодіжний, 20 а, 91034, Луганськ, Україна, тел. + 38 (0642) 47 14 44, + 38 (050) 655 07 01, ел. пошта danalleo@gmail.com.

Мета. В умовах активного розвитку e-learning все більшого значення набуває якість електронних освітніх ресурсів систем дистанційного навчання. Швидке старіння інформації та масовість освіти обумовлюють необхідність підвищення ефективності процесу вдосконалення якості електронних освітніх ресурсів шляхом автоматизації інформаційної підтримки прийняття рішень з вдосконалення якості електронних освітніх ресурсів. **Методика.** Задачу розв'язано методами штучного інтелекту шляхом побудови інформаційної структури бази знань системи підтримки прийняття рішень на основі фреймової моделі подавання знань та продукційних правил логічного виведення. **Результати.** За результатами аналізу процесів життєвого циклу та вимог до якості електронних освітніх ресурсів розроблено інформаційну структуру бази знань системи підтримки прийняття рішень, правила логічного виведення та програмну реалізацію системи підтримки прийняття рішень; виконано аналіз динаміки показників якості версій курсів. **Практична значимість.** Встановлено, що основними вимогами до якості електронних освітніх ресурсів є успішність навчання, валідність контенту, технологічність та надійність. Показано, що при використанні програмної реалізації системи в ході експериментального дослідження для всіх курсів, що досліджувалися, зафіксовано зростання якості за комплексним критерієм. Інформаційна структура бази знань підтримки прийняття рішень та правила логічного виведення можуть бути використані методистами та розробниками контенту систем навчання.

Ключові слова: якість; електронні освітні ресурси; представлення знань; правила логічного виведення; особа, що приймає рішення

A. L. DANCHENKO^{1*}

^{1*}Dep. "Systems Engineering", East Ukrainian National University named after Volodymyr Dahl, Molodizhnyi Quarter, 20 a, 91034, Luhansk, Ukraine, tel. + 38 (0642) 47 14 44, + 38 (050) 655 07 01, e-mail danalleo@gmail.com.

AUTOMATION OF INFORMATION DECISION SUPPORT TO IMPROVE E-LEARNING RESOURCES QUALITY

Purpose. In conditions of active development of e-learning the high quality of e-learning resources is very important. Providing the high quality of e-learning resources in situation with mass higher education and rapid obsolescence of information requires the automation of information decision support for improving the quality of e-learning resources by development of decision support system. **Methodology.** The problem is solved by methods of artificial intelligence. The knowledge base of information structure of decision support system that is based on frame model of knowledge representation and inference production rules are developed. **Findings.** According to the results of the analysis of life cycle processes and requirements to the e-learning resources quality the information model of the structure of the knowledge base of the decision support system, the inference rules for the automatically generating of recommendations and the software implementation are developed. **Practical value.** It is established that the basic requirements for quality are performance, validity, reliability and manufacturability. It is shown that the using of a software implementation of decision support system for researched courses gives a growth of the quality according to the complex quality criteria. The information structure of a knowledge base system to support decision-making and rules of inference can be used by methodologists and content developers of learning systems.

Keywords: quality; e-learning resources; knowledge representation; the inference rules; decision-maker

REFERENCES

1. Avanesov V.S. Osnovy teorii pedagogicheskikh zadaniy [Fundamentals of the training task theory] *Pedagogicheskie izmereniya – Pedagogical dimensions*, 2006, no. 2, pp. 26-62.
2. Bospalko V.P. *Obrazovaniye i obucheniye s uchastiyem kompyuterov (pedagogika tretyego tysyacheletiya)* [Education and training with computers (the pedagogy of the third millennium)]. Moscow, MPSI, MODJeK Publ., 2002. 352 p.
3. Bilyk O.O. *Informatsiina tekhnolohiia monitorynhu yakosti zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladiv* [Information technology for monitoring of schools quality]. Avtoreferat Diss. [Information technology for monitoring of the schools quality. Author's abstract.]. Cherkasy, 2009. p. 19.
4. Bodnar B.Ye., Matusevich O.O. Sistemy upravleniya kachestvom po standartu ISO 9000 v vysshikh uchebnykh zavedeniyakh [Systems for quality management according to the standard ISO 9000 in high school]. *Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazaryana* [Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan], 2012, issue 40, pp. 167-172.
5. Botsula M.P., Morgun I.A. O probleme ekspertizy kachestva materialov distantsionnykh kursiv [About the problem of quality assessment materials online courses]. *Naukovi praci VNTU – Scientific Works of Vinnytsia National Technical University*, 2008, vol. 4, pp. 1-6.
6. Vorobkalov P.N., Kamayev V.A. Otsenka kachestva elektronnykh obuchayushchikh sistem [Assessment of quality of e-learning systems]. *Upravleniye bolshimi sistemami* [Management of large systems], 2009, vol. 24, pp. 99-112.
7. Danchenko A.L. Analiz protsessov sovershenstvovaniya kachestva elektronnykh obrazovatelnykh resursov [Analysis of the process of improving the quality of e-learning resources]. *Inzheneriia prohramnoho zabezpechennia – Software engineering*, 2011, no. 2 (6). pp. 73-77.
8. Danchenko A.L., Ulshin V.A. Issledovaniye informatsionnoy funktsii Birnbauma primenitelno k zadache monitoringa obrazovatelnykh resursov obuchayushchikh sistem [The study of the information function of Birnbaum referenced to the problem of monitoring e-learning resources]. *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta – News of Volgograd State Technical University*, 2012, no 13, vol. 4, pp. 113-117.
9. Danchenko A.L., Ulshin V. A. Razrabotka kompleksnogo kriteriya kachestva obrazovatelnykh resursov [Development of a comprehensive quality criterion of educational resources]. *Visnyk Shkhidnoukrainskoho natsion-*

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ ТРАНСПОРТУ ТА ЕКОНОМІКИ

- alnoho universytetu imeni V. Dalia* [Bulletin of East Ukrainian National University named after Volodymyr Dahl], 2012. no. 4 (175). pp. 117-122.
10. DSTU ISO 9000-2007. Systemy upravlinnia yakistiu. Osnovni polozhennia ta slovnyk terminiv (Vymogy ISO 9000:2007, IDT) [Quality management systems. Key terms and glossary]. Kyiv, Derzhspozhivstandart Publ., 2008, 29 p.
 11. DSTU ISO 9004-2001. Systemy upravlinnia yakistiu. Nastanovy shchodo polipshennia diialnosti. (Vymogy ISO 9000:2007, IDT) [Quality management systems. Guidelines for the improvement]. Kyiv, Derzhspozhivstandart Publ., 2001. 60 p.
 12. Kim V.S. Testirovaniye uchebnykh dostizheniy [Testing educational achievements]. Ussuriysk, UGPI Publ., 2007. pp. 214.
 13. Krasnyuk A.V., Ulchenko T.V. Modulna systema yak zasib pidvyshchennia yakosti pid chas vyvchennia narysnoi heometrii studentamy tekhnichnykh VNZ [Modular system as a means of improving during the study descriptive geometry students of technical universities]. *Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazariana* [Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan], 2011, issue 36, pp. 185-188.
 14. Advanced Distributed Learning, 2010. Available at: <http://www.adlnet.gov/Pages/Default.aspx>. (Accessed 11 June 2013).
 15. ISO/IEC 19796-3:2009 (2009). Information Technology - Learning, Education, and Training – Quality Management, Assurance and Metrics – Part 3: Reference Methods and Metrics. International Organization for Standardization (ISO). Geneva, 2009. Available at: standards.iso.org. (Accessed 11 June 2013).
 16. Pawlowski J.M. The Quality Adaptation Model: Adaptation and Adoption of the Quality Standard ISO/IEC 19796-1 for Learning, Education, and Training. *Educational Technology & Society*, 2010. no. 10 (2). pp. 3-16. Available at: http://www.ifets.info/journals/10_2/2.pdf. (Accessed 11 June 2013).
 17. Plaza I., Arcega F., Ibáñez F. Quality and innovation in Higher Education: Code of Good Practices *Frontier in Education*, 2010. Available at: <http://fie-conference.org>. (Accessed 11 June 2013).

Статья рекомендована к публикации д.т.н., проф. В. А. Ульшиным (Украина); д.т.н., проф. В. В. Скалозубом (Украина)

Поступила в редколлегию 28.03.2013

Принята к печати 18.06.2013