

УДК 004.414.3

ПОДХОД К ЭРГНОМИЧЕСКОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНЫХ МОДУЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОЙ МОДУЛЬНОЙ МУЛЬТИМЕДИА СИСТЕМЫ

Лавров Е.А., Барченко Н.Л.

Сумский национальный аграрный университет

В работе рассмотрена актуальная задача выбора электронного учебного модуля. Разработан метод выбора, позволяющий учитывать различные требования и предпочтения обучаемого по каждому из критериев выбора, и алгоритм реализации этого метода. Предложенный подход позволил не только получить количественные оценки для каждой из альтернатив и выбрать наилучшую, но и проверить правильность оценки.

Ключевые слова: дистанционное обучение, электронный учебный модуль, многокритериальная задача выбора, метод анализа иерархий.

1. Введение. Современная эпоха характеризуется «информационным взрывом», огромной скоростью обновления знаний, непрерывным появлением новых профессий, необходимостью постоянного повышения профессиональной квалификации. В этих условиях проблема роста количества и качества образовательных услуг становится остро актуальной. Одним из наиболее эффективных путей решения проблемы является значительное увеличение доли самостоятельной учебной работы. Это становится реальным при использовании активно-деятельностных форм обучения, обеспечиваемых компьютерными технологиями. В работе [1] рассмотрены основные положения открытой образовательной модульной мультимедиа системы (ОМС). Концептуальной основой ОМС является модульная архитектура электронного образовательного ресурса. При этом каждый модуль является автономным, содержательно и функционально полным образовательным ресурсом, предназначенным для решения определенной учебной задачи.

Модули поддерживают стандарт SCORM 2004, являющийся признанным во всем мире стандартом в сфере дистанционного обучения (e-learning), важнейшими особенностями которого являются: доступность (отсутствие необходимости установки специфического программного обеспечения), расширяемость (возможность наращивания функциональности системы), масштабируемость (неограниченное увеличение числа пользователей, одновременно работающих с системой), адаптируемость (индивидуальная настройка параметров процесса обучения под пользователя, выдача статистической и рекомендательной информации по прохождению обучения, модульная поставка системы), гибкость при использовании в различных контекстах (повторное использование объектов).

Основным принципом организации данных в ОМС является разделение совокупного контента по предмету на автономные модули по тематическим элементам и компонентам учебного процесса. При этом каждый электронный учебный модуль (ЭУМ) может иметь аналог по исполнению (технологическому, методическому, содержательному) – вариант.

Для каждого тематического элемента разрабатывается три типа ЭУМ, соответствующих основным компонентам учебного процесса:

- модуль получения информации (И – тип),
- модуль практических занятий (П – тип),
- модуль контроля (в общем случае – аттестации) (К – тип),

при этом каждый модуль автономен, представляет собой законченный интерактивный мультимедиа продукт, нацеленный на решение определенной учебной задачи.

ЭУМ представляет собой законченный интерактивный мультимедиа продукт, нацеленный на решение определенной учебной задачи. ЭУМ автономен, но для того чтобы несколько отдельно взятых модулей составили целостный электронный учебный курс по

предметной области, они должны иметь унифицированную архитектуру, стандартизованные внутренние и внешние параметры.

Вариативами называются электронные учебные модули одинакового типа (И или П или К), посвященные одному и тому же тематическому элементу учебного курса по данной предметной области. Вариативность модулей достигается за счет различий контента (разные учебные объекты/процессы, альтернативные научные взгляды), различия способов представления материала, различия технологических решений.

Вариативы позволяют реализовать свойство адаптивности системы и могут отличаться друг от друга: глубиной изложения материала, методикой, характером учебной работы, технологией представления учебных материалов, наличием специальных возможностей, способом достижения учебной цели.

С технологической точки зрения контент вариативов должен отличаться: используемыми мультимедиа компонентами (медиаэлементами), компоновкой (количеством) сцен, методами организации интерактива, формами взаимодействия пользователя с контентом.

На технологическом уровне удается формализовать критерии, по которым два ЭУМ можно рассматривать в качестве вариативов. Необходимым условием является различие их контента по указанным выше параметрам не менее, чем на 70%.

Согласно [1], к основным преимуществам открытых образовательных мультимедиа систем относится: «Возможность построения авторского учебного курса преподавателем и создания индивидуальной образовательной траектории учащегося: благодаря наличию в ОМС вариативов электронных учебных модулей, можно выбрать их *оптимальную с персональной точки зрения* комбинацию для курса по предмету». Т.е. выбор модуля из множества вариативов происходит на основании личного опыта и субъективных предпочтений, отсутствует количественная сравнительная оценка для вариативов ЭУМ.

ЭУМ становятся все более важной компонентой информационного обеспечения учебного процесса, при этом их количество и разнообразие быстро увеличивается. Многочисленные исследования [2-9] показывают, что лица, принимающие решения (ЛПР) без дополнительной аналитической поддержки, используют упрощенные, а иногда и противоречивые решающие правила. Поэтому задача сравнительной оценки и отбора наиболее адекватных ресурсов в соответствии с предпочтениями пользователей и конкретной целью их использования является весьма актуальной.

Целью работы является разработка методического обеспечения системы рационального выбора ЭУМ.

Исходя из цели работы, сформулируем следующую *задачу*: разработать метод рационального выбора ЭУМ, позволяющий учитывать различные требования и предпочтения ЛПР по каждому из критериев выбора, и алгоритм реализации этого метода.

2. Постановка задачи. Пусть задано некоторое фиксированное множество из n электронных учебных модулей:

$$M = \{M_i\}, i=(1,n),$$

посвященных некоторой определённой тематике.

Каждый *модуль* характеризуется набором из m свойств:

$$S = \{S_j\}, j=(1,m),$$

определяющих технологическое, методическое или содержательное исполнение.

Каждое j -ое свойство принимает z разных значений: $\{s_{j1}, \dots, s_{jz}\}$.

Лицо, принимающее решение (*ЛПР*), имеет множество своих требований и предпочтений:

$$G = \{G_q\}, q=(1,u),$$

относящихся к технологическому, методическому или содержательному исполнению.

Необходимо выбрать такой модуль M_i , который в наибольшей степени соответствует требованиям и предпочтениям ЛПР G_q .

Задача является задачей выбора такого сочетания отдельных значений z всех m свойств всех n модулей, при котором качество модуля максимальное. Для решения этой

задачи нужно найти одно сочетание значений описывающих характеристик из общего их множества. Количество таких сочетаний равно z^m .

3. Результаты.

3.1. Применение метода анализа иерархий к задаче выбора ЭУМ. Указанная задача относится к классу многокритериальных задач выбора (упорядочивания) некоторого конечного множества объектов. Основной подход к решению таких задач заключается в построении интегральной оценки получаемой путем некоторой свертки оценок по отдельным критериям. Одним из методов получения интегральной оценки объектов в ситуации многокритериального выбора является метод анализа иерархий (МАИ) Т. Саати [9]. Метод позволяет получить объективные знания на основе субъективных суждений ЛПР/экспертов.

Метод базируется на следующих принципах:

1. Любая сложная проблема может быть подвергнута декомпозиции.
2. Результат декомпозиции можно представить в виде иерархической системы наслаиваемых уровней, каждый из которых состоит из многих элементов (факторов).
3. Качественные сравнения экспертами попарной значимости элементов на любом уровне иерархии (субъективные суждения) могут быть преобразованы в количественные соотношения между ними, при этом они будут отражать объективную реальность.
4. Возможен синтез отношений между различными элементами и уровнями иерархии.

Выделим следующие этапы решения данной задачи:

1. *Формирование множество альтернатив.* В качестве альтернатив зададим множество из n электронных учебных модулей $M = \{M_i\}$, $i=(1,n)$, посвященных некоторой определенной тематике.

2. *Формирование множества критериев.* В качестве критериев выберем набор из m свойств $S=\{S_j\}$, $j=(1,m)$, определяющих технологическое, методическое или содержательное исполнение учебного модуля.

3. *Построение матриц предпочтений (матриц парных сравнений).*

3.1. *Оценка модулей относительно каждого критерия.* Пользователь диалоговой системы поддержки принятия решений (эксперт) методом парных сравнений по заданной шкале строит для каждого из критериев $S_i \in S$ обратно-симметричную матрицу оценок по набору модулей $M_i \in M$. При оценивании эксперт дает сравнительную оценку двух модулей по заданному критерию в пределах фиксированной шкалы. При этом соответствующий элемент матрицы должен быть равен величине оценки, а симметричный ему элемент – обратной величине.

$$A_1(a_{ij}), A_2(a_{ij}), \dots, A_m(a_{ij}), a_{ij} = 1/a_{ji}$$

Компоненты собственных векторов этих матриц (соответствующих максимальным собственным числам λ_{max}) используются как относительные оценки модулей по соответствующим критериям. Эти векторы образуют столбцы матрицы оценок модулей по различным критериям.

3.2. *Оценка важности каждого критерия посредством определения предпочтений ЛПР.* ЛПР оценивает предпочтительность и важность каждого свойства $S_i \in S$. Аналогично п. 3.1. строится матрица с относительными оценками самих критериев и определяются компоненты собственного вектора этой матрицы, которые используются в качестве весовых коэффициентов критериев.

4. *Проверка согласованности.* Расчет индекса и отношения согласованности (ИС, ОС)

5. *Построение интегральной оценки.* Интегральные оценки модулей получаются умножением матрицы оценок объектов по отдельным критериям на вектор весов критериев.

6. *Выбор альтернатив.*

В общем случае, иерархическая модель для выбора может быть представлена следующим образом: иерархия исходит из фокуса (глобальной цели) к критериям, далее к подкритериям, и, наконец, к альтернативам, из которых нужно сделать выбор.

Предположим, что по интересующей теме предлагается три модуля –А, В, С. Для каждого модуля определены свойства: стиль представления материала (аудио; текст, видео), свобода навигации (возможность менять обучающую траекторию во время изучения), уровень интерактивности, сложность учебного материала. Необходимо, на основании заданных ЛПР требований и предпочтений относительно свойств учебного материала, выбрать наиболее подходящий из имеющихся модуль.

На рис. 1 приведена многоуровневая модель выбора ЭУМ, где критериями 1-го уровня являются требования, которым должен удовлетворять ЭУМ (предпочтения пользователя): стиль представления материала, свобода навигации, уровень интерактивности, сложность учебного материала.

Подуровневый критериев может быть сколько угодно. Так, критерий 1-го уровня «стиль представления материала» раскрывается 2-м уровнем: аудио, текст, видео.

Альтернативами являются несколько вариантов по заданной теме: А, В, С.

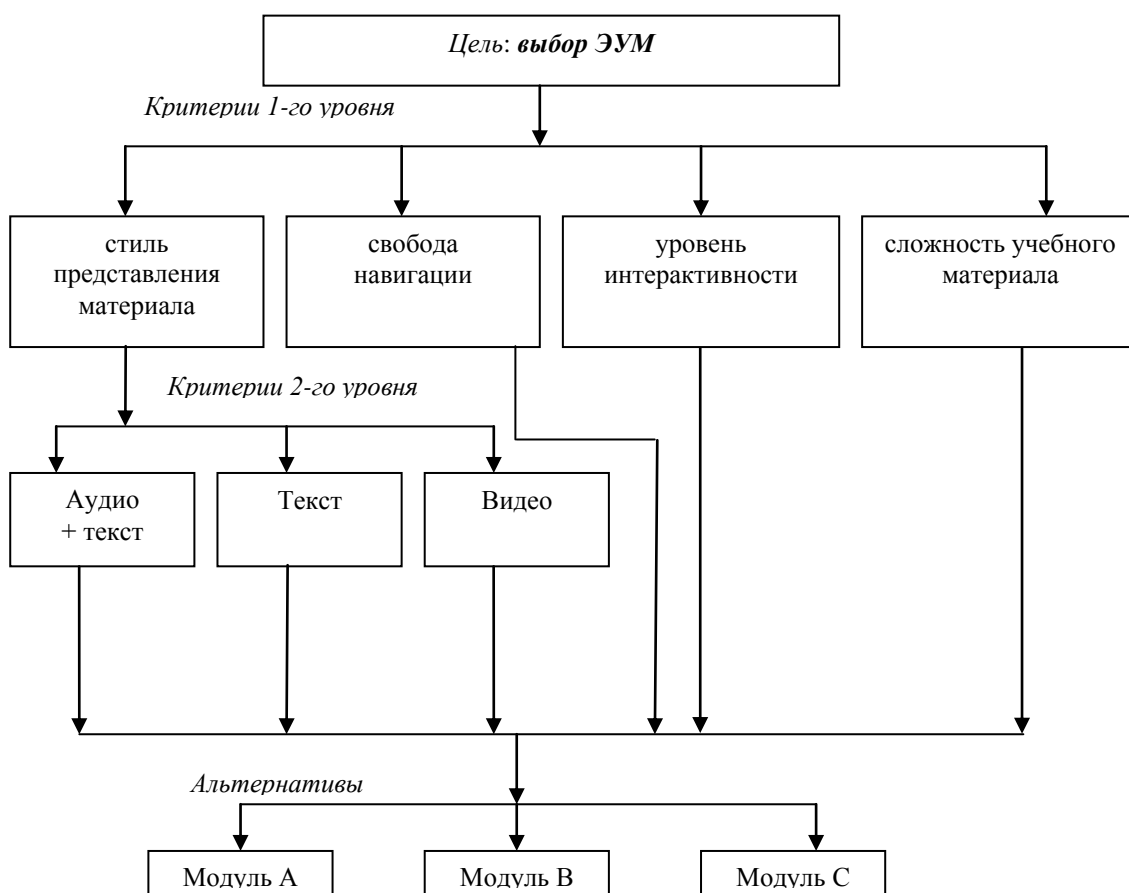


Рис. 1. Многоуровневая модель выбора ЭУМ

3.2. Программная реализация задачи выбора ЭУМ. Расчёты производились в СППР «Выбор»[10]. Система поддержки принятия решений, основанная на МАИ, является простым и удобным средством, которое поможет структурировать проблему, построить набор альтернатив, выделить характеризующие их факторы, задать значимость этих факторов, оценить альтернативы по каждому из факторов, найти неточности и противоречия в суждениях ЛПР/эксперта, проранжировать альтернативы, провести анализ решения и обосновать полученные результаты.

На первом шаге ЛПР оценивает значимость критериев по парным сравнениям критериев между собой. Нужно ответить на следующие вопросы:

- Насколько стиль представления информации в модуле больше влияет на выбор, чем свобода навигации?
- Насколько стиль представления информации в модуле больше влияет на выбор, чем степень интерактивности?
- Насколько стиль представления информации в модуле больше влияет на выбор, чем сложность учебного материала?

Для ответа на поставленные вопросы экспертам предлагается девятибалльная вербальная шкала относительной важности (табл.1).

Таблица №1.

Шкала относительной важности

Количественная оценка интенсивности относительной важности	Качественная оценка интенсивности относительной важности	Пояснения
1	Равная важность	Равный вклад двух объектов
3	Умеренное превосходство одного над другим	Опыт и суждения дают легкое превосходство одного объекта над другим
5	Существенное или сильное превосходство	Опыт и суждения дают сильное превосходство одного объекта над другим
7	Значительное превосходство	Один объект имеет настолько сильное превосходство, что оно становится практически значительным
9	Очень сильное превосходство	Очевидность превосходства одного объекта над другим подтверждается наиболее сильно
2,4,6,8	Промежуточные решения между двумя соседними суждениями	Применяются в компромиссном случае
Обратные величины приведенных выше чисел	Если объекту i при сравнении с объектом j приписывается одно из приведенных выше чисел, то действию j при сравнении с i приписывается обратное значение	

Результаты заполнения матрицы парного сравнения представлены на рис.2.

Относительно фактора			Матрица парных сравнений:				
Цель.Цель				1	2	3	4
необходимо провести парное сравнение следующих факторов уровня			1	1	5	1/4	1/3
Свойства модуля			2	1/5	1	1/9	1/3
№	Фактор	Вес	3	4	9	1	3
1	Стиль представле...	0,149	4	3	3	1/3	1
2	Навигация	0,053					
3	Интерактивность	0,555					
4	Сложность	0,243					

Рис. 2. Матрицы парного сравнения предпочтений ЛПР

Следующий шаг – определение предпочтения по типу представления информации. ЛПР определяет, что для него предпочтительнее: аудио, текст или видео (рис.3).

Относительно фактора Свойства модуля. Стил ь представле необходимо провести парное сравнение следующих факторов уровня Критерии			Матрица парных сравнений:			
				1	2	3
1			1	1/3	1/7	
2			3	1	1/7	
3			7	7	1	
№	Фактор	Вес				
1	Аудио	0,076				
2	Текст	0,158				
3	Видео	0,766				

Рис. 3. Матрицы парного сравнения предпочтений ЛПР

В данном случае модули уже оценены по заданным критериям, а ЛПР определяет, какой критерий для него важнее или предпочтительнее?

Модули оценены следующим образом (рис.4-5):

Относительно фактора Критерии.Аудио необходимо провести парное сравнение следующих факторов уровня Модули			Матрица парных сравнений:			
				1	2	3
1			1	7	1/4	
2			1/7	1	1/9	
3			4	9	1	
№	Фактор	Вес				
1	А	0,253				
2	В	0,053				
3	С	0,694				

а)

Относительно фактора Критерии.Текст необходимо провести парное сравнение следующих факторов уровня Модули			Матрица парных сравнений:			
				1	2	3
1			1	5	7	
2			1/5	1	3	
3			1/7	1/3	1	
№	Фактор	Вес				
1	А	0,731				
2	В	0,188				
3	С	0,081				

б)

Относительно фактора Критерии.Видео необходимо провести парное сравнение следующих факторов уровня Модули			Матрица парных сравнений:			
				1	2	3
1			1	1/5	1/3	
2			5	1	3	
3			3	1/3	1	
№	Фактор	Вес				
1	А	0,105				
2	В	0,637				
3	С	0,258				

в)

Рис.4 Матрицы парного сравнения модулей относительно стиля представления учебного материала: а) аудио; б) текст; с) видео.

Относительно фактора Свойства модуля.Навигация необходимо провести парное сравнение следующих факторов уровня Модули			Матрица парных сравнений:			
				1	2	3
1			1	7	5	
2			1/7	1	2	
3			1/5	1/2	1	
№	Фактор	Вес				
1	А	0,744				
2	В	0,150				
3	С	0,106				

а)

Относительно фактора			Матрица парных сравнений:		
Свойства модуля. Сложность необходимо провести парное сравнение следующих факторов уровня					
Модули					
№	Фактор	Вес	1	2	3
1	А	0,766	1	7	7
2	В	0,158	1/7	1	3
3	С	0,076	1/7	1/3	1

б)

Рис.5. Матрицы парного сравнения модулей относительно: а) свободы навигации; б) сложности учебного материала.

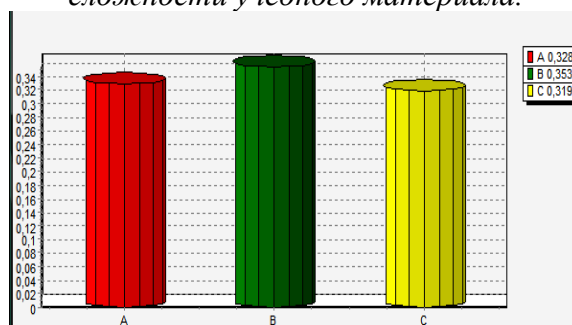


Рис.6. Гистограмма компонентов вектора приоритетов

Посредством МАИ была сформирована матрицы парных сравнений, на основании которых были рассчитаны компоненты вектора приоритетов и общий индекс согласованности. Компоненты вектора имеют следующие значения (рис.6): модуль А – 0,328, В – 0,353, С – 0,319. Общий индекс согласованности 0,075 (меньшее 0,10) считается приемлемым для полученных результатов

Как видно из приведённых результатов, наибольшее значение из компонент вектора приоритетов имеет модуль В, т.е. этот модуль в наибольшей степени соответствует требованиям и предпочтениям ЛПР.

Выводы. Предложенный подход позволил не только получить количественные оценки для каждой из альтернатив и выбрать наилучшую, но и проверить правильность оценки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Осин А.В Создание учебных материалов нового поколения// Информатизация общего образования: Тематическое приложение к журналу «Вестник образования» – М.: Просвещение, 2003. – №2.
2. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.
3. Блюмин С.Л., Шуйкова И.А. Модели и методы принятия решений в условиях неопределенности.– Липецк: ЛЭГИ, 2000.– 139 с.
4. Ириков В.А., Тренев В.Н. Распределенные системы принятия решений. Теория и приложения.– М.: Наука. Физматлит, 1999.– 288 с.
5. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. – М.: Наука, 1981.– 194 с.
6. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений: Научно-практическое издание. Сер. Информатизация России на пороге XXI века.– М: СИНТЕГ, 1998.– 376 с.
7. Ларичев О. И., Петровский А. В. Системы поддержки принятия решений. Современное состояние и перспективы их развития. // Итоги науки и техники. Сер. Техническая кибернетика. – Т.21. М.: ВИНТИ, 1987. – С. 131–164.
8. Сараев А. Д., Щербина О. А. Системный анализ и современные информационные технологии //Труды Крымской Академии наук. – Симферополь: СОНАТ, 2006. – С. 47-59
9. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993.
10. www.freesoft.ru