

*Представлений метод вибору електронного учбового модуля в умовах відкритої освітньої модульної мультимедіа системи. Використовується підхід, що заснований на теорії нечітких множин, та дозволяє перейти до єдиної шкали вимірювання із збереженням сенсу параметрів. Прийняття рішення про вибір модуля проводиться на основі значень функції приналежності опуклої комбінації нечітких множин, відповідних вимірюваним параметрам*

*Ключові слова: людино-машинна система, діалог, людина-оператор, адаптація, індивідуальні характеристики*

*Представлен метод выбора электронного учебного модуля в условиях открытой образовательной модульной мультимедиа системы. Используется подход, основанный на теории нечетких множеств, позволяющий перейти к единой шкале измерения с сохранением смысла параметров. Принятие решения о выборе модуля производится на основе значений функции принадлежности выпуклой комбинации нечетких множеств, соответствующих измеряемым параметрам*

*Ключевые слова: человеко-машинная система, диалог, человек-оператор, адаптация, индивидуальные характеристики*

*The method of the electronic educational module choice in the open educational module multimedia system conditions is presented. Taken approach, based on the theory of fuzzy sets, allowing to pass to the single scale of measuring with saving of parameters sense. A decision-making about a choice module is made on the basis of membership function values of fuzzy sets protuberant combination, proper the measured parameters*

*Keywords: human-machine system, dialog, man-operator, adaptation, individual descriptions*

# ПОДХОД К ВЫБОРУ ТИПА ДИАЛОГА ДЛЯ АДАПТИВНЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ «ЧЕЛОВЕК- КОМПЬЮТЕР» НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ПРЕДПОЧТЕНИЙ ОПЕРАТОРА

**Е. А. Лавров**

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой\*

Контактный тел.: 8 (050) 691-37-33

E-mail: lav@sau.sumy.ua

**Н. Л. Барченко**

Аспирант\*

\*Кафедра кибернетики и информатики  
Сумской национальной аграрный университет  
ул. Кирова, 160, г. Сумы, Украина, 40020

## 1. Введение

В работе [1] поставлена задача создания пошагового механизма адаптации человеко-машинной системы (ЧМС) к особенностям человека-оператора, целью которой является максимизация показателя прагматической эффективности. Разнообразие возможных форм диалога и большое количество управляемых параметров делают актуальной задачу поэтапной реализации механизмов адаптации. Реализация процедур «тонкой» подстройки системы «под человека» в зависимости от его особенностей и факторов среды рассмотрена в работах [2,3] и состоит в изменении рекомендуемого

алгоритма взаимодействия человека и компьютера. Однако, на первых этапах необходимо отбросить неперспективные для данного человека-оператора формы диалога, т.е. такие, при которых человек-оператор не может обеспечить высокую эффективность или может отказываться от продолжения деятельности.

Для решения этой задачи возможны следующие подходы:

1) оценка индивидуальных характеристик человека-оператора (психофизиологических, профессиональных и др.) и построение экспертной системы, позволяющей на основе этих оценок получить желательную форму диалога;

2) непосредственная оценка оператором желательности реализации тех или иных свойств диалога путём предоставления ему возможности пробной работы с вариантами диалога с различной степенью реализации того или иного свойства;

3) предоставление человеку-оператору возможности работы с разными вариантами диалога с последующим сбором и обработкой надёжных характеристик и определением совокупности параметров, которые обеспечивают наибольшую эффективность деятельности.

Очевидно, что все три подхода могут работать в комплексе. Кроме того, собранные данные о надёжности необходимо использовать для подтверждения правильности выбора типа диалога.

Целью данной статьи является описание одного из возможных вариантов реализации второго подхода - непосредственная оценка оператором желательности реализации тех или иных свойств диалога путём предоставления ему возможности пробной работы с различными вариантами диалога с различной степенью реализации того или иного свойства.

Рассмотрим реализацию предложенного подхода в условиях открытой образовательной модульной мультимедиа системы (ОМС) [4]. 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.

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) – вариатив.

Актуальность настоящего исследования обусловлена отмеченной в [4] проблемой - при принятии решения о выборе необходимого модуля возникают некоторые трудности в связи с тем, что разные пользователи системы в силу индивидуальных особенностей (психофизиологических, профессиональных и др.) показывают разную эффективность работы. Различие в индивидуальных особенностях обуславливает различие в требованиях и предпочтениях пользователя. Поэтому набор характеристик модуля может быть противоречивым или неоднозначным: по одним параметрам предполагаемый модуль может больше соответствовать требованиям и предпочтениям, а по другим – меньше. Эта проблема обычно решается совместным учетом всех рассматриваемых параметров. Однако при этом возникают трудности, связанные с несовместимостью значений параметров, измеряемых в разнотипных шкалах (качественных и количественных), и неадекватности применения к ним одних и тех же операций [5].

**2. Постановка задачи**

ЭУМ становятся все более важной компонентой информационного

обеспечения учебного процесса, при этом их количество и разнообразие быстро увеличивается. Многочисленные исследования показывают, что человек-оператор без дополнительной аналитической поддержки, использует упрощенные, а иногда и противоречивые решающие правила. Для реализации процедур адаптации параметров диалога к индивидуальным особенностям обучаемого, который в данном случае является человеком-оператором, необходимо разработать следующие процедуры:

1) формирование оценок степени реализации актуальных параметров диалога в каждом ЭУМ (реализует эксперт);

2) анализ предпочтений каждого человека-оператора по каждому из параметров, характеризующих диалог «человек-компьютер»;

3) построение решающего правила.

Пусть задано некоторое фиксированное множество из  $n$  электронных учебных модулей:

$$A = \{A_i, i=(1,n),$$

посвященных некоторой определённой тематике.

Каждый модуль характеризуется набором из  $m$  свойств:

$$C = \{C_j, j=(1,m),$$

определяющих тип диалога (стиль представления информации, уровень интерактивности, сложность и др. характеристики).

Обучаемый имеет множество своих требований и предпочтений:

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

относящихся к типу диалога (стиль представления информации, уровень интерактивности, сложность и др. характеристики), которые могут различаться по степени важности.

Необходимо выбрать такой модуль  $A_i$ , который в наибольшей степени соответствует требованиям и предпочтениям  $G_q$ . Т.е. задача состоит в расположении (упорядочении, ранжировании) элементов множества  $A$  в порядке предпочтения  $G$  по значениям параметров множества  $C$ .

**3. Описание метода решения задачи**

**3.1. Общая схема решения задачи**

Общая схема решения задачи представлена на рис.1. Согласно этой схеме, пользователь диалоговой системы поддержки принятия решений (эксперт) по заданной шкале определяет степень реализации каждого свойства модуля  $C_i \in C$  для набора модулей  $A_i \in A$ .



Рис. 1. Схема решения задачи

Обучаемый оценивает предпочтительность и важность для себя каждого свойства  $C_i \in C$ . По заданным предпочтениям определяются весовые коэффициенты критериев.

На основании полученных оценок строятся функции принадлежности и происходит упорядочивание элементов множества  $A$  в порядке предпочтения по значениям параметров множества  $C$ .

### 3.2. Оценки параметров и построение функции принадлежности

Как было указано ранее, часть данных о модулях может измеряться в качественных, а часть – в количественных шкалах, поэтому для того, чтобы эти данные были сопоставимыми и количественными, произведем переход от значений разнотипных параметров к их нечетким оценкам, измеряемым в одной и той же количественной шкале [5].

Определим шкалу измерения в виде интервала вещественных чисел  $[0,1]$  и для каждого модуля  $a_i \in A$  ( $i = 1, n$ ) по значению каждого параметра  $c_j$  ( $j = 1, m$ ) установим числовую оценку  $\mu_j(a_i) \in [0,1]$ , которая характеризует степень реализации  $j$ -го свойства в  $i$ -м модуле. В результате каждый модуль  $a_i$  теперь будет представлен не множеством значений параметров, а множеством  $\{\mu_1(a_i), \mu_2(a_i), \dots, \mu_m(a_i)\}$  соответствующих им числовых оценок. При этом все они измеряются в одной и той же числовой шкале (интервал  $[0,1]$ ) и, следовательно, могут быть использованы совместно в численных расчетах. Таким образом, для каждого  $c_j \in C$  имеется множество  $\{\mu_j(a_1), \mu_j(a_2), \dots, \mu_j(a_n)\}$ , каждый элемент которого характеризует соответствие модуля  $a_i$  понятию «наилучший» по этому параметру. Следовательно, это понятие можно представить нечетким множеством, заданным на универсальном множестве модулей  $A$ ,

$$\tilde{c}_j = \left\{ \frac{\mu_j(a_1)}{a_1}, \frac{\mu_j(a_2)}{a_2}, \dots, \frac{\mu_j(a_n)}{a_n} \right\}$$

с функцией принадлежности  $\mu_j(a)$ , характеризующей совместимость любого модуля  $a \in A$  с данным понятием.

Оценки параметров, в качестве которых выступают значения функции принадлежности, можно получать непосредственно от эксперта и человека-оператора (прямой метод [6]) или, если у него возникают трудности с заданием значений функций принадлежности, можно использовать какие-либо косвенные методы, например метод парных сравнений [7]. Ранжирование вариантов происходит на основе значений функций принадлежности выпуклой комбинации  $C$  нечетких множеств, соответствующих измеряемым параметрам,

$$\mu_c(a_i) = \sum_{j=1}^m \beta_j \cdot \mu_j(a_i),$$

где  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$  – неотрицательные числа ( $\sum_{j=1}^m \beta_j = 1$ ), характеризующие относительную важность параметров  $c_1, c_2, \dots, c_m$ ;  $\mu_j(a_i)$  – значение функции принадлежности из  $[0,1]$  для каждого модуля  $a_i \in A$  по значению

каждого параметра, которая характеризует, насколько, по мнению эксперта, в этом модуле реализовано  $j$ -е свойство.

Таким образом, если  $V = [\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n]^T$  – матрица коэффициентов важности используемых параметров,

$$M = \begin{bmatrix} \mu_1(a_1) & \dots & \mu_m(a_1) \\ \dots & \dots & \dots \\ \mu_1(a_n) & \dots & \mu_m(a_n) \end{bmatrix} \text{ – матрица значений функций при-}$$

надлежности, то матрица  $M_c$  элементов  $\mu_c(a_1), \dots, \mu_c(a_n)$  определяющих предпочтения, имеет вид:

$$M_c = M \cdot V \tag{1}$$

Наилучшим модулем считается вариант с максимальным значением функции принадлежности

$$\mu_c(a^*) = \max_{a \in A} \mu_c(a_i) \tag{2}$$

### 3.3. Пример выбора модуля

Для примера рассмотрим задачу выбора модуля среди трех модулей  $a_1, a_2$  и  $a_3$ . Для каждого модуля определены свойства: мультимедийность (текст, текст+аудио, видео), свобода навигации (возможность менять обучающую траекторию во время изучения), уровень интерактивности, сложность учебного материала. Необходимо, на основании заданных оператором требований и предпочтений относительно свойств учебного материала, выбрать наиболее подходящий из имеющихся модуль.

Таблица 1

Параметры оценки модулей

Параметр	Шкала измерений
Мультимедийность, $C_1$	{ Текст, Текст+аудио, Видео }
Свобода навигации, $C_2$	{ Низкая, Высокая }
Уровень интерактивности, $C_3$	{ Условно-пассивная форма, Активная форма, Деятельностная форма, Исследовательская форма }
Сложность учебного материала, $C_4$	{ Низкая, Средняя, Высокая }

Заметим, что в этом случае необходимо использовать данные, измеряемые в качественных шкалах порядка и наименований. К данным шкалы наименований можно применять только одну логическую операцию – сравнение на эквивалентность.

Таблица 2

Характеристики модулей

Параметр	$A_1$	$A_2$	$A_3$
$C_1$	видео	текст	видео
$C_2$	низкая	высокая	высокая
$C_3$	условно-пассивная форма	активная форма	условно-пассивная форма
$C_4$	высокая	низкая	средняя

Для принятия решения необходимо, прежде всего, сделать так, чтобы

данные, характеризующие разнотипные параметры, стали сопоставимыми и

количественными. Для этого экспертом значение каждого параметра по каждому модулю было оценено числом из интервала  $[0,1]$ , которое характеризует степень реализации свойства в данном модуле.

Кроме этого, обучаемый оценил важность каждого параметра в числовых значениях  $b_1, \dots, b_m$  из интервала  $[0,10]$ .

По этим данным вычислены значения коэффициентов важности  $\beta_j = \frac{b_j}{\sum_{j=1}^m b_k}$  ( $j = 1, m$ ), удовлетворяющие условию  $\sum_{j=1}^m \beta_j = 1$ .

Полученные результаты представлены в табл. 3.

**Таблица 3**

**Экспертная оценка значений параметров**

Параметр	Оценка важности (оценка предпочтений)	Коэффициент важности	Модули		
			A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
C <sub>1</sub>	5	0,217	0,8	0,4	0,8
C <sub>2</sub>	1	0,040	0,3	0,7	0,8
C <sub>3</sub>	10	0,434	0,2	0,5	0,2
C <sub>4</sub>	7	0,304	0,7	0,2	0,5

Следовательно, имеем:

$$M = \begin{bmatrix} 0.8 & 0.3 & 0.2 & 0.7 \\ 0.4 & 0.7 & 0.5 & 0.2 \\ 0.8 & 0.8 & 0.2 & 0.5 \end{bmatrix}$$

$$V = [0.217 \quad 0.04 \quad 0.434 \quad 0.304]^T$$

В соответствии с формулой (1) получаем матрицу элементов, определяющую предпочтительность модулей:

$$M_c = \begin{bmatrix} 0.47 \\ 0.37 \\ 0.42 \end{bmatrix}$$

Таким образом, мы имеем перечень модулей в порядке предпочтения A<sub>1</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>2</sub> со значениями функции принадлежности соответственно 0.47, 0.42 и 0.37. Следовательно, в соответствии с формулой (2), наилучшим следует считать модуль A<sub>1</sub>.

### Перспективы дальнейших исследований

Дальнейшие исследования будут направлены на введение комплекса нечётких моделей для оценки степени реализации свойств в различных вариантах организации диалога.

### Выводы

Рассмотрен один из подходов к выбору типа диалога для адаптивных обучающих систем «человек-компьютер» на основании предпочтений оператора. Данный подход позволяет выбрать тип диалога, который наиболее полно соответствует требованиям человека-оператора и направлен на повышение показателя прагматической эффективности системы «человек-компьютер».

### Литература

1. Лавров Е.А., Барченко Н.Л. Проблемы адаптации в человеко-машинных обучающих системах // Вісник Сумського національного університету. Сер. "Механізація та автоматизація виробничих процесів". – Суми: СНАУ, 2005. - Вип. 11(14). – С. 73-83.
2. Лавров Е.А., Пасько Н.Б., Барченко Н.Л. Подход к использованию экспериментальных данных при эргономическом проектировании человеко-машинных систем // Вісник Сумського національного аграрного університету. Сер. "Механізація та автоматизація виробничих процесів". – Суми: СНАУ, 2006. - Вип. 9(15). – С. 112-118.
3. Лавров Е.А., Барченко Н.Л. Поход к практической реализации адаптации в обучающих человеко-машинных системах // Вісник СНАУ, серія "Механізація та автоматизація виробничих процесів" – Суми: СНАУ, 2008, Вип. 3(19)-2008. С.159-165.
4. Осин А.В. Создание учебных материалов нового поколения // Информатизация общего образования: Тематическое приложение к журналу «Вестник образования» - М.: Просвещение. – 2003. – №2.
5. Лещинский Б. С. Нечеткий многокритериальный выбор объектов недвижимости // Вестник ТГУ. 2003. Вып. 269. С. 116–119.
6. Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф.П. Основы системного анализа: Учебник. 2-е изд., доп. Томск: НТЛ, 1997. 396 с.
7. Саати Т. Математические модели конфликтных ситуаций. М.: Советское радио, 1977, 302 с.