

А.А. Рыбанов, Л.А. Макушкина
Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета, Волжский, Россия

ТЕХНОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ СЛОЖНОСТИ ТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО КУРСА НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА СААТИ

Описан подход к определению весовых коэффициентов сложности тем дистанционного курса. Для попарного сравнения сложности тем дистанционного курса с целью определения их весовых коэффициентов предлагается использовать метод анализа иерархий Т. Саати. На примере дистанционного курса «Машинно-зависимые языки» описана методика определения весовых коэффициентов сложности тем дистанционного курса. Также приведена процедура проверки экспертных оценок, заданных в виде матрицы попарных сравнений сложности тем дистанционного курса, на непротиворечивость.

Представлены результаты сравнительного анализа онтологического представления и удобочитаемости тем дистанционного курса со значениями их весовых коэффициентов сложности.

Ключевые слова: сложность темы, весовой коэффициент, матрица попарных сравнений, алгоритм Т. Саати.

Введение

Структуризация лекционного материала обеспечивает высокую эффективность его восприятия студентами [1, 2]. Квантование текста является одним из видов подобной структуризации. В настоящее время разрабатываются количественные методы оценки качества квантования учебного текста [15]. Выделение ключевых элементов темы и формирование набора тестовых заданий для контроля знаний по данным элементам позволяют более точно обнаруживать сложные для усвоения студентами элементы курса, которые в дальнейшем могут быть модифицированы: упрощение стиля изложения элементов, расширение материала практическими примерами и т.п. В то же время возникает проблема выставления итоговой оценки, учитывающей сложность тем учебного курса.

Знание априорной оценки сложности усвоения тем дистанционного курса, т.е. оценки, предшествующей изучению темы обучающимся и прогнозирующей статистическую трудность, необходимо учителю, с одной стороны, для построения дистанционного курса с заданными дидактическими характеристиками; с другой стороны, для объективной оценки текущих и итоговых результатов обучения, на основании которых строится управление ходом обучения.

В системах дистанционного обучения степень усвоения учебного курса оценивается по результатам тестирования обучаемых [11]. В настоящее время большое внимание уделяется повышению

точности оценки результатов обучения в системах дистанционного обучения. В работе [13] для этого предлагается учитывать процесс формирования пользователем конечного ответа на задания в тестовой форме, а в работе [16] даются инновационные формы заданий для компьютерного тестирования знаний.

Задача разработки технологии априорной объективной оценки сложности тем дистанционного курса остается актуальной.

Постановка задачи

Интегральная оценка качества усвоения дистанционного учебного курса, как правило, рассчитывается на основе оценок, полученных обучаемым в результате прохождения всех заданий учебного курса. Например, в системе Moodle [12] предусмотрены следующие подходы к вычислению интегральной оценки качества усвоения учебного курса [14]: среднее оценок, взвешенное среднее оценок, медиана оценок, низшая оценка, высшая оценка, мода оценок, сумма оценок.

Рассмотрим подходы к вычислению интегральной оценки качества усвоения на следующем примере. Пусть пользователь системы дистанционного обучения по результатам выполнения тестовых заданий получил по темам учебного курса следующие оценки (по стобалльной шкале): 85, 78, 65, 76, 78, 73, 80, 82, 83, 77, 62, 78, 65.

Тогда интегральная оценка может быть вычислена следующими методами:

1) Среднее оценок – сумма всех оценок по темам делится на общее количество оценок:

$$(85+78+65+76+78+73+80+82+83+77+62+78+65) / 13 = 75,85.$$

2) Взвешенное среднее оценок – каждой теме может быть поставлен в соответствие вес, который будет отражать ее важность при подсчете итога. Сумма весов всех оценок должна быть равна 1. В этом случае итог вычисляется следующим образом: суммируются значения каждого элемента оценивания умноженные на его вес:

$$(85 \cdot 0,04 + 78 \cdot 0,15 + 65 \cdot 0,08 + 76 \cdot 0,07 + 78 \cdot 0,08 + 73 \cdot 0,04 + 80 \cdot 0,08 + 82 \cdot 0,06 + 83 \cdot 0,06 + 77 \cdot 0,1 + 62 \cdot 0,08 + 78 \cdot 0,09 + 65 \cdot 0,07) = 75,63.$$

Проблема заключается в объективном назначении весов тем.

3) Медиана оценок – центральная оценка (или среднее из двух центральных) из отсортированного по возрастанию списка:

$$(62, 65, 65, 73, 76, 77, 78, 78, 78, 80, 82, 83, 85) = 78.$$

Преимущество перед средним в том, что медиана не подвержена влиянию со стороны оценок, которые находятся слишком далеко от среднего.

4) Низшая оценка – наименьшая оценка после нормализации:

$$\min(62, 65, 65, 73, 76, 77, 78, 78, 78, 80, 82, 83, 85) = 62.$$

5) Высшая оценка – наибольшая оценка после нормализации:

$$\max(62, 65, 65, 73, 76, 77, 78, 78, 78, 80, 82, 82, 83, 85) = 85.$$

6) Мода оценок – наиболее часто встречающаяся оценка:

$$\text{mode}(62, 65, 65, 73, 76, 77, 78, 78, 78, 80, 82, 83, 85) = 78.$$

Эта стратегия чаще используется с нечисловыми оценками. Преимущество перед средним в том, что мода не подвержена влиянию со стороны оценок, которые находятся слишком далеко от среднего. Однако эта стратегия теряет свой смысл, если несколько оценок будут встречаться часто (в итог попадет только одна) или все оценки.

7) Сумма оценок – сумма всех значений оценок:

$$(85+78+65+76+78+73+80+82+83+77+62+78+65) = 986.$$

Из всех подходов только «взвешенное значение оценок» учитывает сложность тем дистанционного курса путем определения весового коэффициента для теста, ассоциированного с этим модулем. Возникает проблема выбора оценок учебных модулей в рамках дистанционного курса.

В качестве научно обоснованного подхода к определению весов тем дистанционного курса может быть использован алгоритм Т. Саати [7].

Применение алгоритма Саати для определения весовых коэффициентов сложности дистанционного курса

Вопросами использования метода оценки пар объектов по степени сходства между ними для процесса шкалирования занимался психолог [8]. Метод попарных сравнений также может быть успешно применен и к объектам, образующим структуру дистанционного курса.

Алгоритм Т. Саати основан на автономном сравнении сложности тем дистанционного курса, выполняемом одним экспертом. Для каждой пары тем дистанционного курса эксперт указывает, в какой степени одна из них сложнее другой. IDEF0-модель процедуры принятия решения о назначении весов темам дистанционного курса представлена на рис. 1.

Рассмотрим применение этого метода на следующем примере: необходимо определить веса сложности тем лекций дистанционного курса «Машинно-зависимые языки» на основе консультации с экспертом. Темы лекций учебного курса «Машинно-зависимые языки» представлены в табл. 1.

Таблица 1

Темы лекций учебного курса
«Машинно-зависимые языки»

№ темы дистанционного курса	Наименование темы лекции
A_1	Введение. Цели и задачи дисциплины
A_2	Программная модель микропроцессора INTEL 8080, регистры
A_3	Форматы и системы команд, методы адресации
A_4	Команды пересылки данных и работы со стеком
A_5	Арифметические команды
A_6	Команды сравнения
A_7	Логические команды и команды сдвига
A_8	Введение в описание строкового формата и цепочных команд
A_9	Общие сведения о работе цепочных команд
A_{10}	Цепочные команды
A_{11}	Сопроцессоры. Способы обмена информацией между ЦП и сопроцессором
A_{12}	Команды математического сопроцессора
A_{13}	Математический сопроцессор

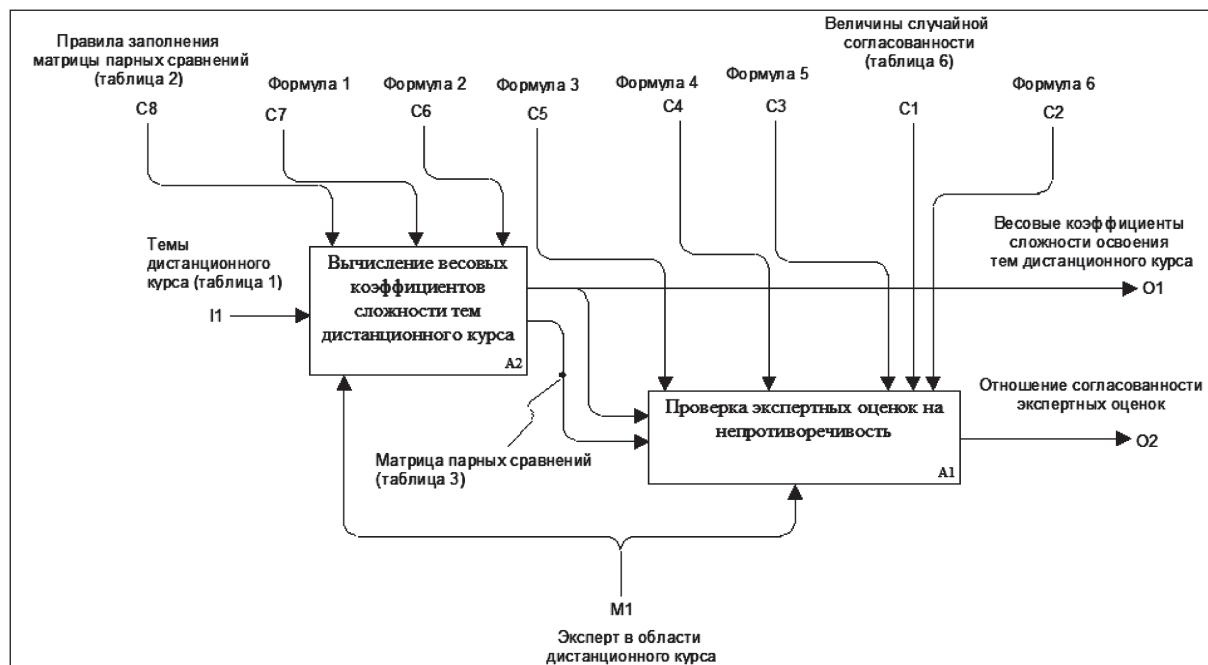


Рис. 1. IDEF0-модель процедуры принятия решения о назначении весов темам дистанционного курса

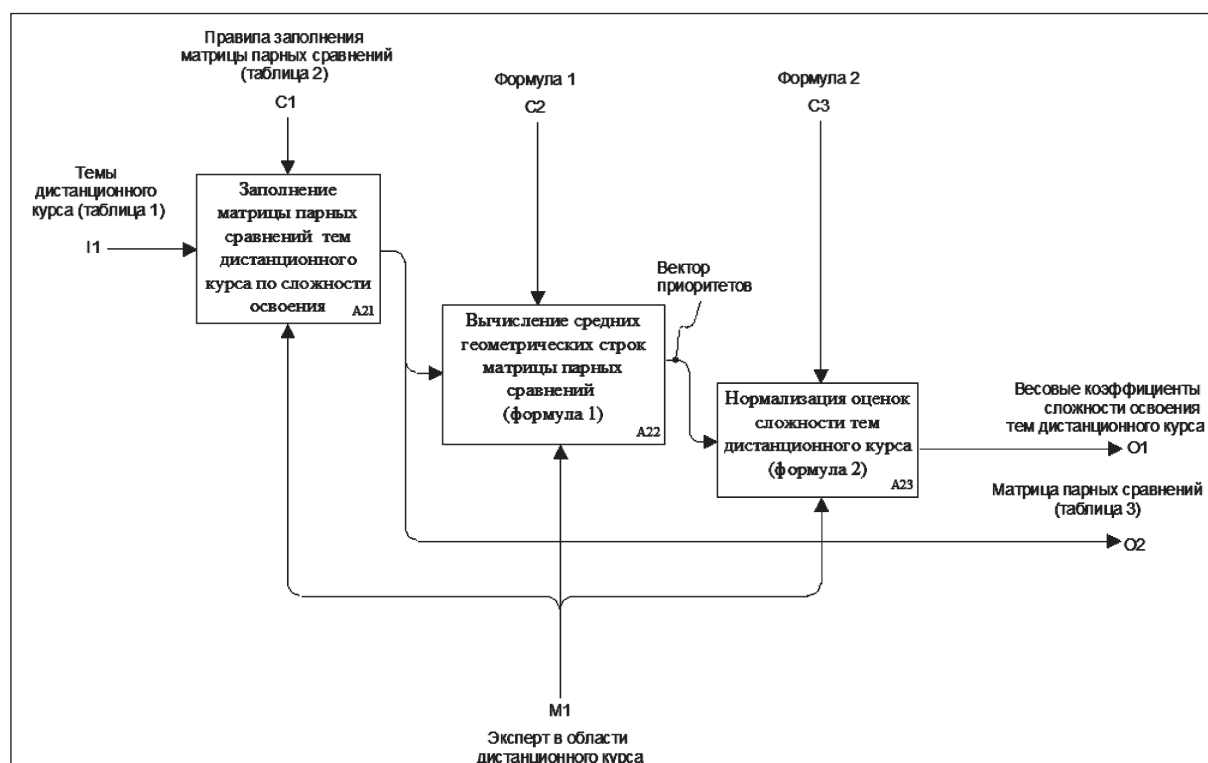


Рис. 2. IDEF0-модель процедуры вычисления весовых коэффициентов тем дистанционного курса

IDEF0-модель процедуры вычисления весовых коэффициентов тем дистанционного курса представлена на рис. 2.

Вычисление весовых коэффициентов сложности тем дистанционного курса выполняется в следующем порядке:

1. Экспертом заполняется матрица парных сравнений размером $n \cdot n$, где n – количество тем учебного курса. Матрица заполняется по правилам, приведенным в табл. 2.

Таблица 2

Правила заполнения матрицы парных сравнений тем дистанционного курса по сложности усвоения

x_{ij}	Значение
1	i -я и j -я темы имеют примерно одинаковую сложность
3	i -я тема немного сложнее j -й
5	i -я тема сложнее j -й
7	i -я тема значительно сложнее j -й
9	i -я тема явно сложнее j -й

Если i -я тема легче, чем j -я, то указываются обратные оценки (1/3, 1/5, 1/7, 1/9). Могут использоваться промежуточные оценки (2, 4, 6, 8 и 1/2, 1/4, 1/6, 1/8), например, если i -я тема совсем немного сложнее j -й, то можно использовать оценку $x_{ij} = 2$ (тогда $x_{ji} = 1/2$). На главной диагонали ставятся единицы.

Пусть эксперт заполнил матрицу парных сравнений тем дистанционного курса, как показано в табл. 3.

Здесь, например, элемент $x_{21} = 7$ означает, что тема A_2 , по мнению эксперта, значительно сложнее для усвоения, чем тема A_1 . Элемент $x_{53} = 1/5$ означает, что тема A_5 легче, чем тема A_3 . Элемент $x_{32} = 3$ означает, что тема A_3 немного сложнее для усвоения, чем тема A_2 .

2. Вычисляем оценки сложности тем дистанционного курса – средние геометрические строк матрицы парных сравнений:

$$k_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n x_{ij}}, \quad (1)$$

где n – количество тем учебного курса.

Алгоритм вычисления среднего геометрического состоит из следующих шагов:

- 1) перемножаем элементы каждой строки и записываем полученные результаты в столбец;
- 2) извлекаем корень n -й степени из каждого элемента найденного столбца;
- 3) складываем элементы этого столбца;
- 4) делим каждый из этих элементов на полученную сумму.

Нормализованную оценку для i -й темы рассчитываем по следующей формуле:

$$\hat{k}_i = \frac{k_i}{\sum_{j=1}^n k_j}, \quad (2)$$

где i – обозначение темы по строке в матрице парных сравнений. Пользуясь способом приближенного вычисления собственных элементов матрицы

Таблица 3

Матрица парных сравнений тем дистанционного курса «Машинно-зависимые языки» по сложности усвоения

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	A_{11}	A_{12}	A_{13}
A_1	1	1/7	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3	1	1/3	1/5	1/3	1/7	1/9
A_2	7	1	1/3	1	1/3	1	3	3	1	1	1	1/3	1/5
A_3	7	3	1	3	5	3	5	7	5	3	3	1	1/3
A_4	5	1	1/3	1	3	1	5	5	3	3	3	1/3	1/5
A_5	3	3	1/5	1/3	1	1	3	3	3	1	1/3	1/5	1/7
A_6	3	1	1/3	1	1	1	3	3	3	1	1	1/3	1/5
A_7	3	1/3	1/5	1/5	1/3	1/3	1	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5	1/7
A_8	1	1/3	1/7	1/5	1/3	1/3	3	1	1/3	1/5	1/5	1/7	1/9
A_9	3	1	1/5	1/3	1/3	1/3	3	3	1	1/3	1/3	1/5	1/7
A_{10}	5	1	1/3	1/3	1	1	5	5	3	1	1/3	1/5	1/7
A_{11}	3	1	1/3	1/3	3	1	3	5	3	3	1	1/3	1/5
A_{12}	7	3	1	3	5	3	5	7	5	5	3	1	1/3
A_{13}	9	5	3	5	7	5	7	9	7	7	5	3	1

парных сравнений, вычисляем собственный столбец (вектор приоритетов) для рассматриваемых тем дистанционного курса. Далее необходимо осуществить операцию нормализации вектора приоритетов, что отражено в табл. 4.

Таблица 4
Нормализованные оценки сложности тем дистанционного курса

Тема дистанционного курса	Вектор приоритета k_i	Нормализованные оценки сложности тем дистанционного курса \hat{k}_i
A_1	0,273	0,014
A_2	0,941	0,049
A_3	2,740	0,143
A_4	1,514	0,079
A_5	0,863	0,045
A_6	1,045	0,054
A_7	0,342	0,018
A_8	0,333	0,017
A_9	0,565	0,032
A_{10}	0,928	0,048
A_{11}	1,810	0,094
A_{12}	2,850	0,149
A_{13}	4,958	0,258

Нормализованные оценки вектора приоритетов и являются весами сложности тем учебного курса. Рассмотренный подход соответствует процедуре установления относительной важности объектов по методу Т. Саати.

Проверка экспертных оценок на непротиворечивость

Для данного метода возможна проверка экспертных оценок на непротиворечивость. IDEF0-модель процедуры проверки экспертных оценок на непротиворечивость приведена на рис. 3.

Проверка позволяет выявить ошибки, которые мог допустить эксперт при заполнении матрицы парных сравнений. Ошибки (противоречия) могут быть следующими: например, эксперт указывает, что тема A_1 легче A_2 , тема A_2 легче A_3 и в то же время тема A_1 сложнее A_3 . Рассмотрим проверку на непротиворечивость для задачи определения весов сложности тем дистанционного курса «Машинно-зависимые языки»:

1. Находим суммы столбцов матрицы парных сравнений (табл. 5):

$$M_j = \sum_{k=1}^n x_{kj}. \quad (3)$$

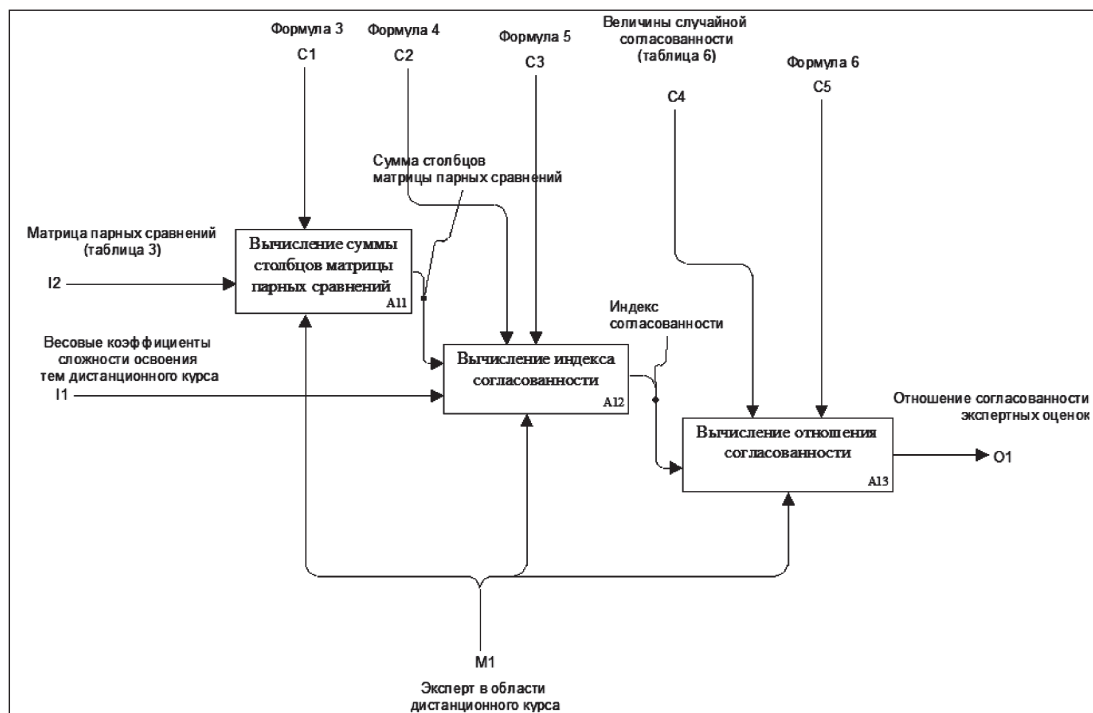


Рис. 3. IDEF0-модель процедуры проверки экспертных оценок на непротиворечивость

Таблица 5
Сумма столбцов матрицы парных сравнений

Тема дистанционного курса	M_j
A_1	57,00
A_2	20,81
A_3	7,55
A_4	15,93
A_5	27,67
A_6	18,33
A_7	46,33
A_8	52,33
A_9	35,00
A_{10}	25,93
A_{11}	18,87
A_{12}	7,48
A_{13}	3,26

2. Рассчитываем вспомогательную величину L путем суммирования произведений сумм столбцов матрицы на веса сложности тем дистанционного курса:

$$L = \sum_{i=1}^n k_i \cdot M_i. \quad (4)$$

Для данного примера $L=14,02$.

3. Находим величину, называемую индексом согласованности ($ИС$):

$$ИС = \frac{L - n}{n - 1}. \quad (5)$$

Для данного примера $ИС=0,09$.

4. В зависимости от размерности матрицы парных сравнений находится величина случайной согласованности ($СлС$). Значения $СлС$ для матриц размерности от 3 до 10 приведены в табл. 6.

Таблица 6
Величины случайной согласованности

Размерность матрицы	3	4	5	6	7	8	9	10
СлС	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

В работе [4] приводится расширенное статистически значимое множество значений индекса случайной согласованности, которое используется в методе анализа иерархий Т. Саати для определения весовых коэффициентов тем дистанционного курса. В данном примере (для $n=13$) $СлС=1,56$.

5. Находим отношение согласованности:

$$ОС = \frac{ИС}{СлС}. \quad (6)$$

Если отношение согласованности превышает 0,2, то требуется уточнение матрицы парных сравнений.

В данном примере $ОС=0,09/1,56=0,05$, следовательно, уточнение экспертных оценок в данном случае не требуется.

Таким образом, получены веса сложности тем учебного курса «Машинно-зависимые языки» (см. табл. 4), которые могут быть использованы в формуле выставления итоговой оценки по всему курсу:

$$ИО = \sum_{i=1}^n \hat{k}_i \cdot O_i,$$

где $ИО$ – итоговая оценка по учебному курсу; O_i – итоговая оценка по результатам тестирования по i -й теме учебного курса; \hat{k}_i – вес сложности i -й темы учебного курса.

Весовые коэффициенты для дистанционных курсов по дисциплинам «Машинно-зависимые языки», рассчитанные по алгоритму Т. Саати, приведены на рис. 4.

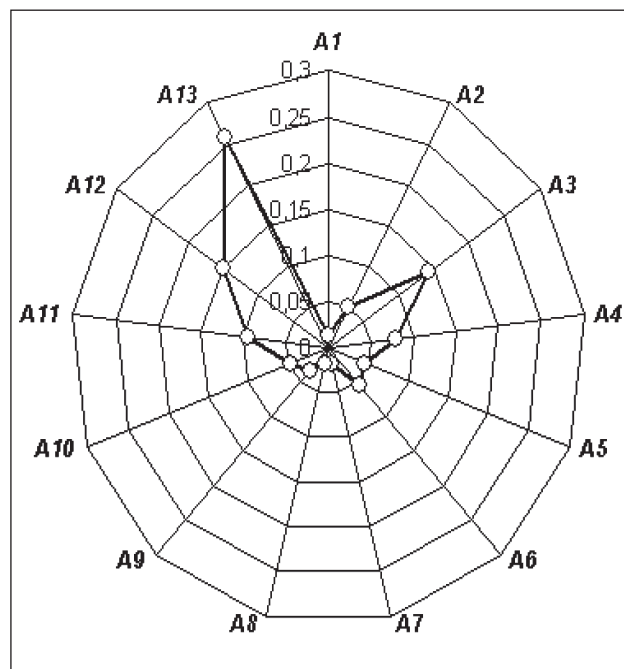


Рис. 4. Весовые коэффициенты сложности тем дистанционного курса «Машинно-зависимые языки»

Сравнительный анализ онтологического представления тем дистанционного курса и их весовых коэффициентов сложности

Целью эксперимента является проверка соответствия между сложностью онтологического представления тем дистанционного курса и их весовыми коэффициентами, рассчитанными по алгоритму Т. Саати.

Онтологическую модель дистанционного курса представим в виде семантической сети, соответствующей формальному описанию семантики набора учебных модулей. Семантическое описание учебного модуля (темы дистанционного курса) представим в виде следующей структуры:

$$M = \langle I, U, Q, T, R_1, R_2, R_3 \rangle,$$

где I – элемент учебного модуля (квант учебной информации);

U – множество связей между элементами учебного модуля;

Q – множество типов элементов учебного модуля: {понятие, закон, пояснение, дополнительные сведения};

T – множество типов связей между информационными элементами: (is-a, part-of, base-on);

R_1 – отношение инцидентности на множестве $I \times U$;

R_2 – отношение инцидентности на множестве $I \times Q$;

R_3 – отношение инцидентности на множестве $U \times T$.

На рис. 5–7 представлены примеры онтологических моделей, построенные по темам A_2 , A_5 , A_7 дистанционного курса «Машинно-зависимые языки». В данных моделях вершина является понятием темы дистанционного курса, а дуга – связью между понятиями.

Для оценки сложности понимания онтологических моделей в работах [3, 9] рекомендуется использовать количественные метрики семантических сетей.

В табл. 7 приведены расчетные значения метрик [7] для онтологических моделей всех тем дистанционного курса «Машинно-зависимые языки».

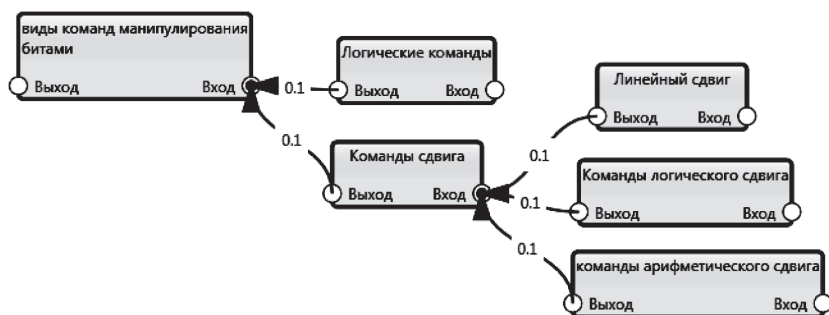


Рис. 5. Онтологическая модель темы A_7 (сложность темы по алгоритму Т. Саати равна 0,018)

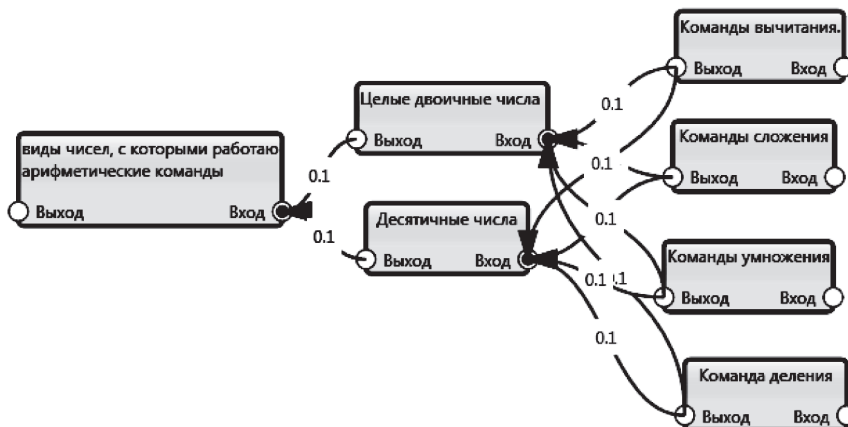
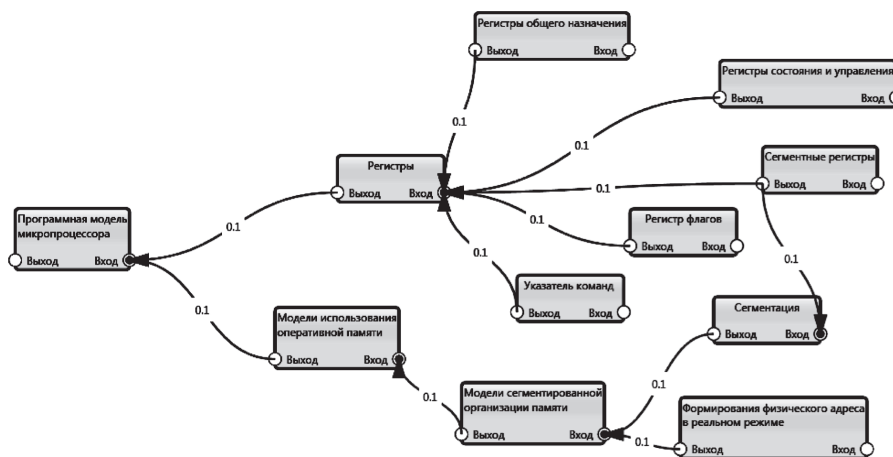


Рис. 6. Онтологическая модель темы A_5 (сложность темы по алгоритму Т. Саати равна 0,045)

Рис. 7. Онтологическая модель темы A_2 (сложность темы по алгоритму Т. Саати равна 0,049)

1. Метрики Ингве–Миллера [3]: отношение количества вершин с нормальной степенью ко всем вершинам (M_1); средняя степень вершины графа (M_2); медиана степени вершины графа (M_3); среднеквадратическое отклонение степени вершины (M_4).

2. Метрики разнообразия количества связей онтологии: количество различных типов связи (M_5); нормированное количество различных типов связи (M_6).

3. Метрики глубины онтологии: абсолютная глубина (M_7); средняя глубина (M_8); макси-

Таблица 7

Значения метрик качества онтологических моделей для тем дистанционного курса «Машинно-зависимые языки»

Метрики онтологической модели	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	A_{11}	A_{12}	A_{13}
<i>Метрики Ингве-Миллера</i>													
M_1	2,00	1,00	1,00	1,50	0,70	1,50	1,20	2,00	2,00	1,25	1,33	0,78	0,50
M_2	1,00	2,00	2,00	1,33	2,86	1,33	1,67	1,00	1,00	1,60	1,50	2,57	4,00
M_3	1,00	2,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,50	2,00	3,50
M_4	0,00	2,00	3,27	0,67	2,14	0,33	1,47	0,00	0,00	0,30	0,33	1,95	3,56
<i>Метрики разнообразия количества связей онтологии</i>													
M_5	1,00	3,00	3,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	3,00
M_6	0,50	0,27	0,25	0,17	0,29	0,33	0,17	0,50	0,50	0,20	0,25	0,29	0,30
<i>Метрики глубины онтологии</i>													
M_7	2,00	24,00	37,00	8,00	24,00	3,00	11,00	2,00	2,00	5,00	4,00	16,00	136,0
M_8	2,00	3,43	4,63	2,00	3,00	3,00	2,75	2,00	2,00	5,00	4,00	4,00	4,86
M_9	2,00	5,00	6,00	2,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	5,00	4,00	4,00	6,00
M_{10}	2,00	3,00	5,00	2,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	5,00	4,00	4,00	5,00
M_{11}	0,00	0,62	1,13	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42
M_{12}	0,00	0,18	0,24	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
<i>Метрики ширины онтологии</i>													
M_{13}	2,00	12,00	13,00	6,00	7,00	3,00	6,00	2,00	2,00	5,00	4,00	7,00	21,00
M_{14}	1,00	2,00	2,00	3,00	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00
M_{15}	1,00	6,00	6,00	4,00	4,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	7,00
<i>Метрики запутанности онтологии</i>													
M_{16}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M_{17}	0,50	1,00	1,00	0,67	1,43	0,67	0,83	0,50	0,50	0,80	0,75	1,29	2,00

мальная глубина (M_9); медиана глубины (M_{10}); среднее квадратическое отклонение глубины (M_{11}); среднее квадратичное отклонение глубины по отношению к средней глубине (M_{12}).

4. Метрики ширины онтологии: абсолютная ширина (M_{13}); средняя ширина (M_{14}); максимальная ширина (M_{15}).

5. Метрики запутанности онтологии: количество вершин с множественным наследованием по отношению ко множеству всех вершин графа (M_{16}); среднее количество родительских вершин у вершины графа (M_{17}).

Анализ рис. 5–7 и данных табл. 4 и 7 позволяет сделать следующий вывод:

Если сложности онтологической модели темы A_i больше сложности онтологической модели темы A_j , то и весовой коэффициент сложности по алгоритму Т. Саати для темы A_i больше, чем для темы A_j .

Сравнительный анализ удобочитаемости тем дистанционного курса и их весовых коэффициентов сложности

Целью эксперимента является проверка соответствия между удобочитаемостью тем дистанционного курса и их весовыми коэффициентами, рассчитанными по алгоритму Т. Саати.

Удобочитаемость – свойство текстового материала, характеризующее лёгкость восприятия его человеком. Удобочитаемость текста темы дистанционного курса – одно из свойств, которое способствует более успешному освоению обучаемым учебного материала. Поэтому полученные оценки коэффициентов сложности для тем дистанционного курса должны коррелировать со значениями удобочитаемости их текстов.

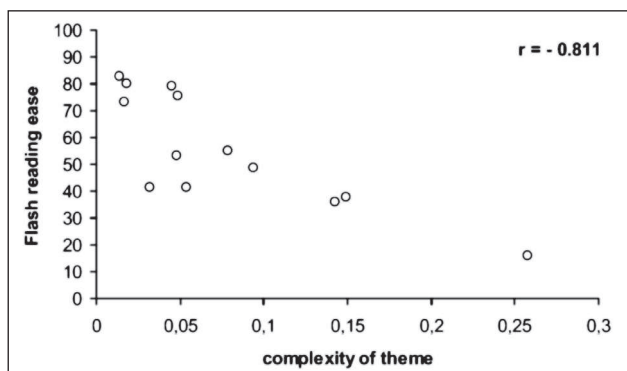


Рис. 8. График корреляции удобочитаемости текста и сложности усвоения темы дистанционного курса

В табл. 8 приведены значения удобочитаемости текстов тем для дистанционного курса «Машинно-зависимые языки», рассчитанные по формуле Флеша [5].

Таблица 8

Значения удобочитаемости текстов тем для дистанционного курса «Машинно-зависимые языки»

Тема дистанционного курса	Flash reading ease
A_1	82,751
A_2	75,613
A_3	35,861
A_4	55,081
A_5	79,162
A_6	41,513
A_7	80,157
A_8	73,157
A_9	41,198
A_{10}	53,288
A_{11}	48,573
A_{12}	37,833
A_{13}	15,743

На рис. 8 представлен график корреляции удобочитаемости текста и сложности усвоения темы дистанционного курса. Коэффициент корреляции между удобочитаемостью текста темы дистанционного курса и сложностью её усвоения равен $-0,811$, что подтверждает состоятельность полученных коэффициентов сложности для тем дистанционного курса.

Заключение

Рассмотренный подход определения весовых коэффициентов сложности тем учебного курса на основе алгоритма Т. Саати может быть положен в основу дистанционных систем обучения и контроля для повышения точности измерения усвоенных пользователями знаний. Полученные весовые коэффициенты тем учебного курса могут быть использованы в качестве целевых показателей для задач кластеризации и классификации тем учебного курса по таким входным показателям, как количественные критерии качества квантования учебного курса и количественные метрики сложности учебного курса.

При этом для обеспечения однозначности оценки и удобства практического использования процедура оценивания должна быть реализована на технологическом уровне с применением средств информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).

ЛИТЕРАТУРА

1. Рыбанов А. Количественные метрики для оценки качества квантования учебной информации // Педагогические измерения. – 2013. – № 4. – С. 3–12.
2. Рыбанов А.А. Оценка качества текстов электронных средств обучения // Школьные технологии. – 2011. – № 6. – С. 172–174.
3. Bonchev D., Buck G.A. Quantitative Measures of Network Complexity // In Complexity in Chemistry, Biology, and Ecology, D. Bonchev and D. H. Rouvray, Eds. – New York: Springer, 2005. – P. 191–235.
4. Donegan H.A., Dodd F.J. A note on saaty's random indexes // Mathematical and Computer Modelling. – 1991. – Vol. 15 (10). – P. 135–137.
5. Flesh R. The Art of Readability Writing. – New York: Harper and Row, 1974.
6. Gangemi A., Catenacci C., Ciaramita M., Lehmann J. Ontology evaluation and validation // An integrated formal model for the quality diagnostic task. Technical Report. – 2005. – Available at: http://www.loa-cnr.it/Files/OntoEval4OntoDev_Final.pdf
7. Golden B.L., Wasil E.A., Harker P.T. The analytic hierarchy process applications and studies. – Berlin: Springer, 1989.
8. Guilford J.P. Psychometric Methods. – New York; Toronto; London: Mc-Graw-Hill, 1954.
9. Lozano-Tello A., Gomez-Perez A. Ontometric: A method to choose the appropriate ontology // Database Management. – 2004. – Vol. 15(2). – P. 1–18.
10. Maedche A., Staab S. Measuring similarity between ontologies // Knowledge Engineering and Knowledge Management. Ontologies and the Semantic Web, 13th International Conference, EKAUW. – Siguenza, Spain, 2002. – Vol. 2473. – P. 251–263.
11. Myrick J. Moodle 1.9 Testing and Assessment. – Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2010.
12. Nash S.S., Rice W. Moodle 1.9 Teaching Techniques. – Birmingham: Packt Publishing Ltd, 2010.
13. Rybanov A.A. Set of criteria for efficiency of the process forming the answers to multiple-choice test items // Turkish Online Journal of Distance Education. – 2013. – Vol. 14, № 1. – P. 75–84.
14. Rybanov A.A. Educatee's thesaurus as an object of measuring learned material of the distance learning course // Turkish Online Journal of Distance Education. – 2013. – Vol. 14, № 4. – P. 12–25.
15. Rybanov A.A. Educational information quantization for improving content quality in learning management systems // Turkish Online Journal of Distance Education. – 2014. – Vol. 15, № 5. – P. 303–321.
16. Scalise K., Gifford B. Computer-Based Assessment in E-Learning: A Framework for Constructing «Intermediate Constraint» Questions and Tasks for Technology Platforms // Journal of Technology, Learning, and Assessment. – 2006. – Vol. 4(6). – Retrieved from <http://www.jtla.org>

Rybanov A.A., Makushkina L.A.

Volzhskii Polytechnic Institute, Branch of the Volgograd State Technical University, Volzhskii, Russia

TECHNIQUE OF IDENTIFICATION OF WEIGHTING COEFFICIENTS OF THEMES COMPLEXITY IN THE DISTANCE COURSE ON BASIS OF SAATI'S ALGORITHM

Keywords: theme complexity, weight coefficient, matrix of paired comparisons, T. Saati's algorithm.

The lecture material structured provides high efficiency of its perception by students. Text quantization is one of the types for structurization. Today, quantitative methods for quality assessment of educational text quantization are being developed. Identification of key elements of the theme and formation of a test tasks set for knowledge control on these elements makes it possible to find more precisely most difficult course elements, for students' comprehension, which can be modified in the sequel, id est simplification of style of elements presentation, material expansion with practical examples, and etc. At the same time there is a problem of definition of a total evaluation considering complexity of the course.

The knowledge of an aprioristic complexity assessment for theme acquisition in the distance course, that is the assessment preceding the theme under study by students and predicting the statistical difficulty, is necessary for the teacher, on the one hand, for creation of a distance course with the didactic characteristics preplanned, and, on the other hand, for a fair assessment of current and total results of training on the basis of which the management of the learning process is set up.

This article describes an approach to determination of weighting coefficients of theme complexity in the distance course. We offer to use the Saati's method for analysis of hierarchies for pairwise comparison of themes complexity of the distance course in order to determine their weighting coefficients. The technique of determination of weighting coefficients of theme complexity in the distance course is described by the example of a distance course "Machine-dependent Languages". The paper highlights the procedure of expert assessment checking the consistency, which is presented in the form of a matrix of pairwise comparisons of theme complexity in the distance course.

It presents the results of the comparative analysis of ontological representation and legibility of distance course themes with their weighting coefficients complexity values.

The correlation coefficient between text legibility of a distance course theme and complexity for its acquisition confirms the consistency of the complexity coefficients received for distance course themes.

The approach considered for determination of weighting coefficients of themes complexity in the distance course on basis of T. Saati's algorithm can be taken as a principle for different distance learning systems to increase the accuracy of measurement of knowledge gained by users. The weighting coefficients of the course theme received can be used as target indicators for problems of clustering and classification of distance course themes in such entrance indicators as quantitative criteria of quantization quality of the course and quantitative metrics of training course complexity.

Thus, to ensure a certainty of assessments and convenience of practical use the procedure of estimation should be realized at a technological level with application of information and communication technologies (ICT).

REFERENCES

1. Rybanov A. Kolichestvennye metriki dlja ocenki kachestva kvantovaniya uchebnoj informacii // Pedagogicheskie izmereniya. – 2013. – № 4. – S. 3–12.
2. Rybanov A.A. Ocenka kachestva tekstov jelektronnyh sredstv obuchenija // Shkol'nye tehnologii. – 2011. – № 6. – S. 172–174.
3. Bonchev D., Buck G.A. Quantitative Measures of Network Complexity // In Complexity in Chemistry, Biology, and Ecology, D. Bonchev and D. H. Rouvray, Eds. – New York: Springer, 2005. – P. 191–235.
4. Donegan H.A., Dodd F.J. A note on Saaty's random indexes // Mathematical and Computer Modelling. – 1991. – Vol. 15 (10). – P. 135–137.
5. Flesh R. The Art of Readability Writing. – New York: Harper and Row, 1974.
6. Gangemi A., Catenacci C., Ciaramita M., Lehmann J. Ontology evaluation and validation // An integrated formal model for the quality diagnostic task. Technical Report. – 2005. – Available at: http://www.loa-cnr.it/Files/OntoEval4OntoDev_Final.pdf
7. Golden B.L., Wasil E.A., Harker P.T. The analytic hierarchy process applications and studies. – Berlin: Springer, 1989.
8. Guilford J.P. Psychometric Methods. – New York; Toronto; London: Mc-Graw-Hill, 1954.
9. Lozano-Tello A., Gomez-Perez A. Ontometric: A method to choose the appropriate ontology // Database Management. – 2004. – Vol. 15(2). – P. 1–18.
10. Maedche A., Staab S. Measuring similarity between ontologies // Knowledge Engineering and Knowledge Management. Ontologies and the Semantic Web, 13th International Conference, EKAW. – Siguenza, Spain, 2002. – Vol. 2473. – P. 251–263.
11. Myrick J. Moodle 1.9 Testing and Assessment. – Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2010.
12. Nash S.S., Rice W. Moodle 1.9 Teaching Techniques. – Birmingham: Packt Publishing Ltd, 2010.
13. Rybanov A.A. Set of criteria for efficiency of the process forming the answers to multiple-choice test items // Turkish Online Journal of Distance Education. – 2013. – Vol. 14, № 1. – P. 75–84.
14. Rybanov A.A. Educatee's thesaurus as an object of measuring learned material of the distance learning course // Turkish Online Journal of Distance Education. – 2013. – Vol. 14, № 4. – P. 12–25.
15. Rybanov A.A. Educational information quantization for improving content quality in learning management systems // Turkish Online Journal of Distance Education. – 2014. – Vol. 15, № 5. – P. 303–321.
16. Scalise K., Gifford B. Computer-Based Assessment in E-Learning: A Framework for Constructing «Intermediate Constraint» Questions and Tasks for Technology Platforms // Journal of Technology, Learning, and Assessment. – 2006. – Vol. 4(6). – Retrieved from <http://www.jtla.org>