

Автоматизированный контроль навыков решения задач по нечеткому моделированию на основе компьютерного тренажерного комплекса

И.С. Полевщиков^{1,2,3}, М.С. Уколов³, М.В. Дмитрук², Р.А. Кравченко³

¹*Пермский национальный исследовательский политехнический университет*

²*Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)*

³*Российский биотехнологический университет*

Аннотация: Исследование посвящено развитию моделей, алгоритмов и программного обеспечения компьютерных тренажерных комплексов (КТК) для обучения разработчиков автоматизированных информационных систем (АИС). Формализованно, на основе диаграмм IDEF0, описаны процесс автоматизированного контроля знаний и навыков студентов с применением КТК при изучении математического обеспечения АИС (на примере нечеткого моделирования), и, как один из компонентов контроля, процесс оценки выполнения упражнений. Преимуществом КТК является отсутствие потребности преподавателя в разработке индивидуальных вариантов упражнения, поскольку в КТК производится настройка структуры и сложности упражнения и последующее автоматическое формирование уникального варианта выполнения упражнения для каждого из студентов, проходящих контроль знаний по изучаемой теме. Проверка выполнения студентом упражнения производится автоматически сравнением математических моделей решения задания студентом и эталонного решения, формируемого в КТК на основе постановки задачи. Разработаны алгоритмы оценки выполнения задачи в упражнениях по нечеткому моделированию. Создан прототип КТК в форме веб-системы с личными кабинетами преподавателя и студента. Разработанные концепцию и алгоритмы контроля знаний и навыков по нечеткому моделированию с применением КТК возможно адаптировать для различных дисциплин в области математического, программного, информационного и других видов обеспечения АИС.

Ключевые слова: автоматизированные информационные системы, математическое обеспечение, нечеткое моделирование, компьютерный тренажерный комплекс, электронное обучение, дистанционное обучение.

1. Введение

Математическое обеспечение является важной составляющей автоматизированных информационных систем (АИС) различного класса, разрабатываемых и внедряемых во всех сферах современной деятельности. Изучение особенностей создания математического обеспечения АИС является неотъемлемой составляющей учебных планов при подготовке бакалавров и магистров по направлениям в области информационных

технологии, автоматизации, робототехники.

Контроль знаний при обучении студентов указанных выше направлений, в том числе на основе технологий электронного и дистанционного обучения (в частности, с применением системы Moodle [1-3]), часто сводится к автоматизированному тестированию посредством изначального составления преподавателем большого числа вопросов. Контроль навыков включает трудозатратную работу преподавателя, связанную с составлением вариантов практических заданий и дальнейшую проверку их выполнения студентами.

Актуальной задачей является развитие компьютерных тренажерных комплексов (КТК) для контроля знаний и навыков в области разработки математического обеспечения АИС [4], применение которых позволит сократить время преподавателя на подготовку и проведение контроля, повысить степень объективности результатов оценки знаний и навыков [5, 6].

Особенности создания алгоритмического и программного обеспечения КТК рассмотрены далее на примере упражнений по нечеткому моделированию. Методы, применяемые в рамках данного направления математического моделирования позволяют формализовано представить неполные и неточные знания [7] при разработке АИС в различных областях деятельности, в частности, [8-10].

2 Автоматизация контроля знаний и навыков по нечеткому моделированию в компьютерном тренажерном комплексе

Процесс контроля знаний и навыков студентов по нечеткому моделированию с применением компьютерного тренажерного комплекса (КТК) представлен диаграммой в нотации IDEF0 (рис. 1).

Ключевые отличительные особенности процесса автоматизированного контроля знаний, продемонстрированные в диаграмме на рис. 1:

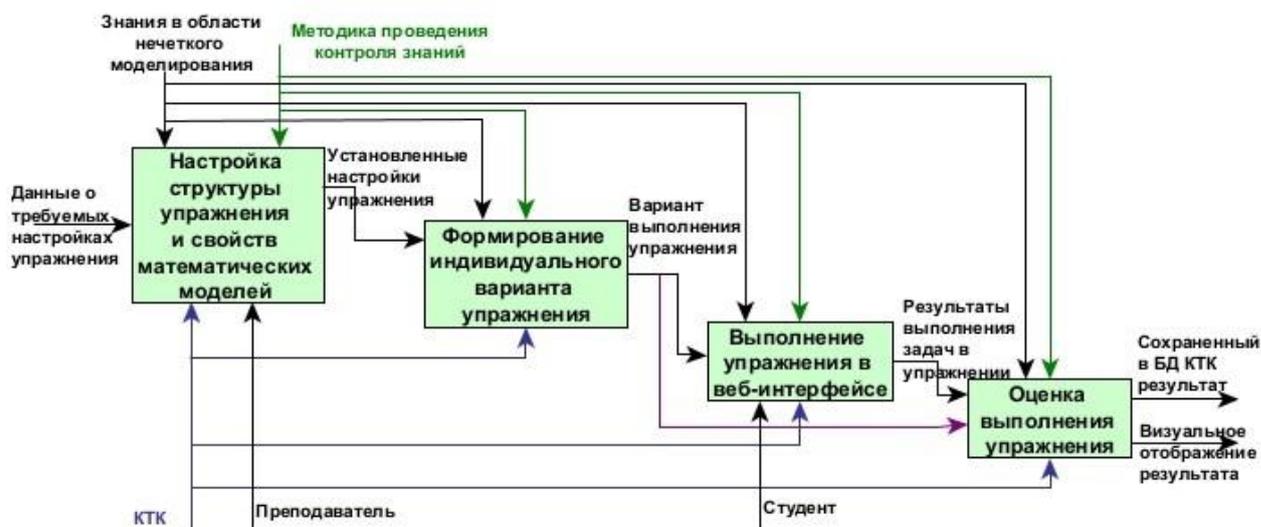


Рис. 1. – Контроль знаний по нечеткому моделированию с применением КТК

1) Преподавателю не требуется разрабатывать индивидуальные варианты упражнения. Вместо этого производится настройка упражнений, включающая установку:

- свойств математических моделей в зависимости от изучаемой темы, например, вычисление характеристик и выполнение операций с нечеткими множествами, отношениями, высказываниями, построение функций принадлежности, выполнение алгоритмов нечеткого вывода;

- перечня задач в упражнении, каждая из которых заключается в вычислении определенной величины, построении множества, графической модели и т.д., а также уровня сложности выполнения задач.

Далее на базе произведенных настроек автоматически формируется уникальный вариант выполнения упражнения для каждого из студентов, проходящих контроль знаний по изучаемой теме.

2) Проверка выполнения студентом упражнения производится автоматически. Для этого определяется правильное (эталонное) решение задач в упражнении на основе алгоритмов программных модулей КТК, реализующих знания по вычислению характеристик нечетких множеств, выполнению операций с ними и т.д. Далее эталонное решение сравнивается с

решением студента по установленному алгоритму и выставляется итоговая оценка. Процесс оценивания результатов упражнений в КТК детально показан диаграммой IDEF0 на рис. 2.

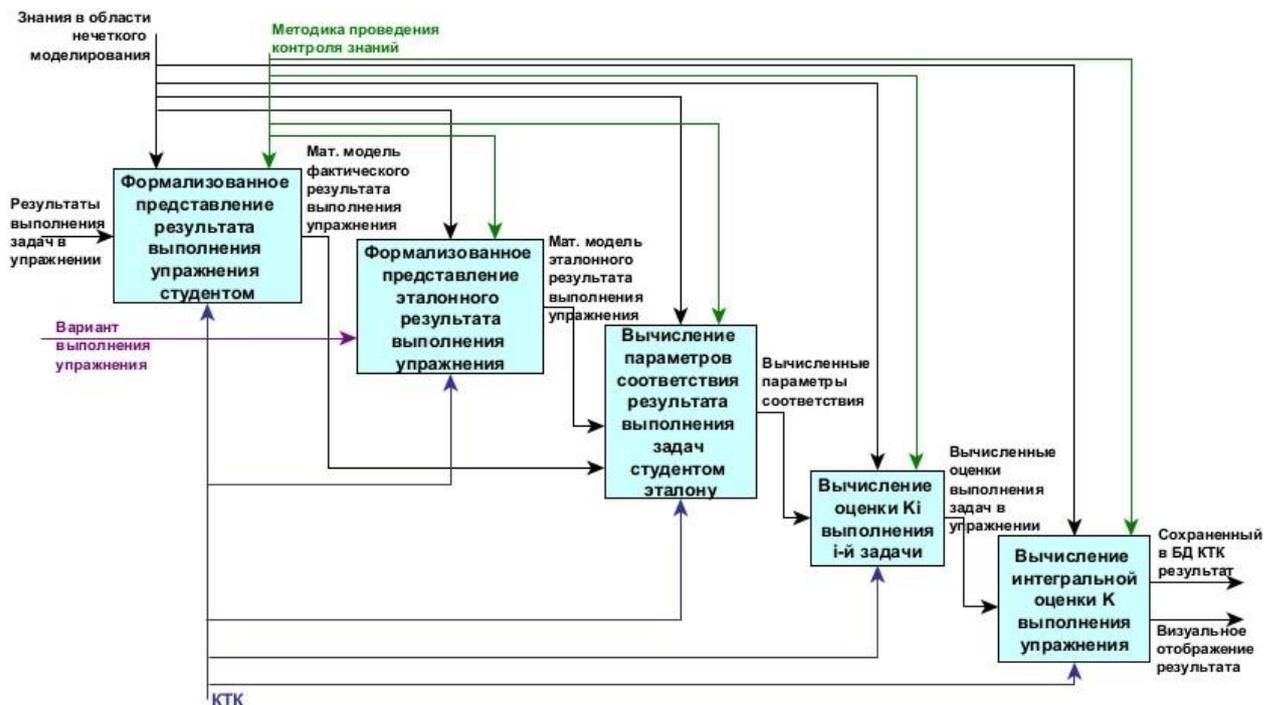


Рис. 2. – Процесс оценивания выполнения упражнений в КТК

Оценивание знаний и навыков в КТК производится не на основе субъективного мнения преподавателя, а посредством формализованного алгоритма детального определения соответствия результата выполнения задач в упражнении студентом с эталонным результатом. По результатам оценивания каждой i -й задачи в упражнении производится расчет безразмерной оценки $K_i \in [0;1]$, влияющей на интегральную оценку упражнения $K \in [0;1]$.

3) При использовании КТК доступны личные кабинеты преподавателя и студента. Веб-интерфейсы личного кабинета преподавателя позволяют производить настройку упражнений, наглядно просматривать результаты выполнения упражнений студентами тех групп, у которых преподаватель проводит занятия по соответствующим дисциплинам. Веб-интерфейсы

личного кабинета студента позволяют обучаемому просматривать результаты своих выполнений упражнений.

3 Алгоритмическое обеспечение процесса оценивания выполнения упражнений в КТК

В соответствии с процессом оценивания выполнения упражнений, визуально представленным диаграммой IDEF0 на рис. 2, предложен алгоритм оценки выполнения задачи в упражнении по нечеткому моделированию. Алгоритм основан на формализованном представлении эталонного и фактического результатов выполнения упражнения в виде множеств [11, 12] и оценивания соответствия данных множеств с целью получения оценки K_i .

Рассмотрим шаги алгоритма на примере задачи, заключающейся в построении в матричной форме нечеткого отношения Q_1 по результатам выполнения одной из теоретико-множественных операций (пересечение, объединение, разность и т.д.) с нечеткими отношениями Q_2 и Q_3 :

1) Представим эталонное нечеткое отношение $Q_1^{\text{tr}} = \begin{pmatrix} 0.8 & 0.5 & 0.3 & 1 \\ 0.1 & 0.4 & 0.5 & 0.3 \\ 0 & 0.6 & 0.9 & 0.7 \end{pmatrix}$,

которое в идеале должен построить студент, явным перечислением кортежей для последующего вычисления оценки K_i :

$$Q_1^{\text{tr}} = \{ \langle (a_1, b_1), 0.8 \rangle, \langle (a_1, b_2), 0.5 \rangle, \langle (a_1, b_3), 0.3 \rangle, \langle (a_1, b_4), 1 \rangle, \\ \langle (a_2, b_1), 0.1 \rangle, \langle (a_2, b_2), 0.4 \rangle, \langle (a_2, b_3), 0.5 \rangle, \langle (a_2, b_4), 0.3 \rangle, \\ \langle (a_3, b_2), 0.6 \rangle, \langle (a_3, b_3), 0.9 \rangle, \langle (a_3, b_4), 0.7 \rangle \}$$

2) Представим построенное студентом нечеткое отношение

$Q_1^{\text{st}} = \begin{pmatrix} 0.8 & 0.25 & 0.3 & 1 \\ 0.1 & 0.4 & 0 & 0.65 \\ 1 & 0.6 & 0.95 & 0.7 \end{pmatrix}$ (содержит ошибки) явным перечислением

кортежей для последующего вычисления оценки K_i :

$$Q_1^{st} = \{ \langle (a_1, b_1), 0.8 \rangle, \langle (a_1, b_2), 0.25 \rangle, \langle (a_1, b_3), 0.3 \rangle, \langle (a_1, b_4), 1 \rangle, \\ \langle (a_2, b_1), 0.1 \rangle, \langle (a_2, b_2), 0.4 \rangle, \langle (a_2, b_4), 0.65 \rangle, \\ \langle (a_3, b_1), 1 \rangle, \langle (a_3, b_2), 0.6 \rangle, \langle (a_3, b_3), 0.95 \rangle, \langle (a_3, b_4), 0.7 \rangle \}$$

3) Вычисляются величины $N_{tr.}$, $N_{con.}$, $N_{def.}$, определяющие степень соответствия множеств $Q_1^{tr.}$ и $Q_1^{st.}$:

$$N_{tr.} = |Q_1^{tr.}| = 11; N_{con.} = |Q_1^{tr.} \cap Q_1^{st.}| = 7; N_{def.} = |Q_1^{st.}| - N_{con.} = 4.$$

При вычислении величин $N_{tr.}$, $N_{con.}$, $N_{def.}$ учитывается полное соответствие и непосредственно элементов множеств, и их функций принадлежности. Например, у элемента $\langle (a_2, b_4), 0.3 \rangle$ множества $Q_1^{tr.}$ и элемента $\langle (a_2, b_4), 0.65 \rangle$ множества $Q_1^{st.}$ не совпадают функции принадлежности, следовательно, они считаются разными элементами при вычислении оценки K_i , что является недостатком алгоритма.

4) Безразмерная оценка K_i выполнения задачи на построение нечеткого отношения вычисляется согласно формуле: $K_i = \frac{N_{con.}}{N_{tr.} + N_{def.}} = \frac{7}{11 + 4} \approx 0,47$.

То есть соответствие между эталонным нечетким отношением и построенным студентом нечетким отношением составляет примерно 47%.

Разработан усовершенствованный алгоритм оценки выполнения задачи, заключающейся в построении нечеткого отношения, детальнее учитывающий соответствие модели студента и эталонной модели. Шаги 1 и 2 совпадают с алгоритмом, представленным выше. На шаге 3 степень соответствия множеств $Q_1^{tr.}$ и $Q_1^{st.}$ определяется формулами:

$$Q_1^{con.} = Q_1^{tr.} \cap Q_1^{st.} = \begin{pmatrix} 0.8 & 0.25 & 0.3 & 1 \\ 0.1 & 0.4 & 0 & 0.3 \\ 0 & 0.6 & 0.9 & 0.7 \end{pmatrix};$$

$$Q_1^{\text{def.}} = Q_1^{\text{st.}} \setminus Q_1^{\text{tr.}} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.35 \\ 1 & 0 & 0.05 & 0 \end{pmatrix};$$

$$N'_{\text{tr.}} = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^4 a_{ij} = 6.1, \text{ где } a_{ij} \text{ — элементы матрицы нечеткого отношения } Q_1^{\text{tr.}};$$

$$N'_{\text{con.}} = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^4 b_{ij} = 5.35, \text{ где } b_{ij} \text{ — элементы матрицы нечеткого отношения } Q_1^{\text{con.}};$$

$$N'_{\text{def.}} = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^4 c_{ij} = 1.4, \text{ где } c_{ij} \text{ — элементы матрицы нечеткого отношения } Q_1^{\text{def.}}.$$

На шаге 4 безразмерная оценка K'_i выполнения задачи вычисляется согласно формуле: $K'_i = \frac{N'_{\text{con.}}}{N'_{\text{tr.}} + N'_{\text{def.}}} = \frac{5.35}{6.1 + 1.4} \approx 0,71$ (соответствие между эталонным нечетким отношением и построенным студентом нечетким отношением составляет примерно 71%). Безразмерная оценка с применением усовершенствованной версии алгоритма более точная, поскольку учитывает частичное соответствие элементов отношений.

Как показано в приведенном выше примере, процесс автоматического оценивания основан детальном анализе соответствия математических моделей эталонного решения задачи и решения студента. Ручная оценка результатов выполнения подобных задач преподавателем требует определенных затрат времени, может быть в недостаточной степени точной и допускать субъективное мнение при оценивании.

4 Настройка преподавателем и выполнение студентом упражнений в КТК с применением веб-интерфейсов

Для упрощения процессов контроля знаний и навыков разработан и применяется прототип автоматизированной системы (АС) «Успеваемость студентов» [13]. Система представляет веб-приложение [14, 15], позволяющее производить студенту дистанционную отправку на проверку

преподавателю отчетов по лабораторным и практическим работам, многокритериальное оценивание преподавателем качества выполнения данных видов работ, наглядный просмотр результатов оценивания за период времени в веб-интерфейсах личного кабинета преподавателя и студента.

Разрабатываемый КТК, концепция и алгоритмы которого описаны выше, представляет одну из подсистем планируемой новой версии АС «Успеваемость студентов». Далее продемонстрированы пользовательские интерфейсы создаваемого прототипа КТК.

Веб-интерфейс настройки упражнения, проверяющего навыки представления нечетких отношений в различных формах (матрица, перечисление кортежей, нечеткий граф), а также определение характеристик нечетких отношений, показан на рис. 3.

Процесс настройки упражнения включает:

- определение свойств нечеткого отношения, в частности, минимальное и максимальное число строк и столбцов матрицы нечеткого отношения, ограничения на возможные значения функции принадлежности;
- определение перечня задач в составе упражнения и их способов выполнения, влияющих, в том числе, на уровень сложности выполнения (например, «конструирование решения задачи», как правило, сложнее, чем «выбор вариантов ответа»).

Цветовые обозначения позволяют в наглядной форме отображать информацию, какой способ выполнения упражнения выбран (ячейки с зеленым фоном), какие способы решения не допустимы для некоторых задач (радиокнопки не доступны и выделены серым фоном). Например, для задачи построения нечеткого графа допустимо только конструирование ответа, для определения высота – только ввод ответа. Для определения границ нечеткого отношения выбор способа выполнения недоступен, поскольку сама задача не выбрана преподавателем в составе упражнения.

Размер матрицы нечеткого отношения	строк от <input type="text" value="4"/> до <input type="text" value="4"/> .				
	столбцов от <input type="text" value="3"/> до <input type="text" value="4"/> .				
Значения функции принадлежности:	от <input type="text" value="0"/> до <input type="text" value="1"/> .				
	<input checked="" type="checkbox"/> наличие значения 0. <input checked="" type="checkbox"/> наличие значения 1.				
Задача	Вес	Выполнение упражнения			
		<input type="checkbox"/> Конструирование решения задачи	<input checked="" type="checkbox"/> Ввод ответов	<input type="checkbox"/> Выбор вариантов ответа	<input type="checkbox"/> Выбор способа решения
Представление нечеткого отношения в определенной форме					
<input checked="" type="checkbox"/> перечисление кортежей	<input type="text" value="3"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/> нечеткий граф	<input type="text" value="3"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Определение характеристик нечеткого отношения					
<input checked="" type="checkbox"/> носитель	<input type="text" value="2"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/> отношения α -уровня $\alpha =$ от <input type="text" value="0.3"/> до <input type="text" value="0.4"/> <small>+*</small>	<input type="text" value="2"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/> высота	<input type="text" value="1"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/> ядро	<input type="text" value="2"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> границы	<input type="text" value="2"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/> точки перехода	<input type="text" value="2"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> ближайшее четкое отношение	<input type="text" value="2"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Рис. 3. – Настройка упражнения по нечетким отношениям (веб-интерфейс личного кабинета преподавателя)

Веб-интерфейс обучаемого с примером индивидуального варианта упражнения, сгенерированного согласно настройкам преподавателя (рис. 3), показан на рис. 4. Упражнение включает в себя задачи с разным способом выполнения и разного уровня сложности.

Как видно на рис. 4, студент находится в процессе выполнения упражнения: не полностью завершил построение нечеткого отношения в форме перечисления кортежей и нечеткого графа, не выполнил задачу определения отношения α -уровня. Допустимо, нажимая пиктограмму

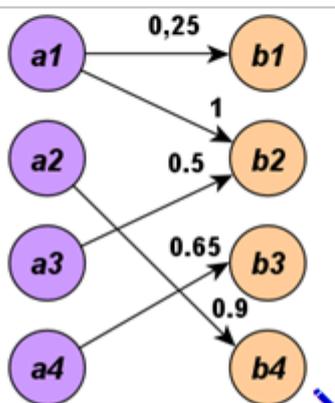
«карандаш», редактировать текущие результаты выполнения задач требуемое число раз до нажатия команды «Проверить».

Дано нечеткое отношение Q :

0.25	1	0.8	0.3
0	0.45	0	0.9
0.75	0.5	1	0.25
0.4	0	0.65	1

Здесь: $Q \subseteq A \times B$;
 $A = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$;
 $B = \{b_1, b_2, b_3, b_4\}$.

Представить Q в следующей форме:

1. перечисление кортежей	$\{(\langle a_1, b_1 \rangle, 0.25), (\langle a_1, b_2 \rangle, 1), (\langle a_1, b_3 \rangle, 0.8), (\langle a_1, b_4 \rangle, 0.3)\}$																
2. нечеткий граф																	
Определить характеристики Q :																	
3. носитель	 <table border="1"> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
1	1	1	1														
0	1	0	1														
1	1	1	1														
1	0	1	1														
4. отношение α -уровня при $\alpha=0.32$	Результат не определен! 																
5. высота	<input type="text" value="1"/>																
6. ядро	 <table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> </table>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
0	1	0	0														
0	0	0	0														
0	0	1	0														
0	0	0	1														
7. точки перехода	\emptyset 																

[Проверить](#)

Рис. 4. – Выполнение упражнения по нечетким отношениям (веб-интерфейс личного кабинета студента)

Для определения высоты нечеткого отношения (рис. 4) достаточно заполнить числовое значение в текстовом поле. Построение нечеткого графа производится посредством выбора в интерфейсе на рис. 4 пиктограммы «карандаш» и перехода к отдельному веб-интерфейсу, содержащему аналог графического редактора для возможности соединить узлы графа дугами, указать значения функций принадлежности каждой из дуг.

Задача №1 (рис. 4) заключается в представлении нечеткого отношения явным перечислением кортежей. Допустимы различные вариации интерфейса выполнения данной задачи студентом, влияющие на ее уровень сложности. Более сложная вариация представлена на рис. 5 и рис. 6, где предусмотрено конструирование студентом решения задачи: при нажатии в интерфейсе на рис. 5 пиктограммы со знаком «плюс» или «карандаш» (добавление нового или изменение элемента нечеткого отношения) открывается интерфейс заполнения данных об элементе отношения на рис. 6. На рис. 7 представлен фрагмент интерфейса, где студенту требуется только заполнить значения функции принадлежности в текстовых полях.

Перечисление кортежей:

$\{ (\langle a_1, b_1 \rangle, 0.25) \}$ + ✎ ✖
$(\langle a_1, b_2 \rangle, 1)$, + ✎ ✖
$(\langle a_1, b_3 \rangle, 0.8)$, + ✎ ✖
$(\langle a_1, b_4 \rangle, 0.3) \}$ + ✎ ✖

пустое множество (\emptyset)

[Сохранить](#)

Рис. 5. – Интерфейс выполнения задачи (перечисление кортежей, вариация 1)

Элемент нечеткого отношения	
1-й элемент кортежа	2-й элемент кортежа
<input type="radio"/> a_1	<input type="radio"/> b_1
<input type="radio"/> a_2	<input type="radio"/> b_2
<input type="radio"/> a_3	<input type="radio"/> b_3
<input checked="" type="radio"/> a_4	<input checked="" type="radio"/> b_4
$\mu(x) = $ <input type="text" value="1"/>	

Рис. 6. – Интерфейс заполнения элемента нечеткого отношения

Элемент нечеткого отношения	Значение $\mu(x)$
$\langle a_1, b_1 \rangle$	<input type="text" value="0.25"/>
$\langle a_1, b_2 \rangle$	<input type="text" value="1"/>
$\langle a_1, b_3 \rangle$	<input type="text"/> Введите значение!
$\langle a_1, b_4 \rangle$	<input type="text"/> Введите значение!

Рис. 7. – Интерфейс выполнения задачи (перечисление кортежей, вариация 2)

Задачи №№ 3, 4, 6, 7 (рис. 4) включают построение матрицы нечеткого отношения. Допустимы три вариации выполнения каждой из этих задач, реализуемых веб-интерфейсами КТК, а именно: ввод произвольных значений в каждой ячейке таблицы (рис. 8), выбор значения из выпадающего списка (рис. 9), выбор способа решения задачи из множества вариантов ответа (рис. 10). Следует обратить внимание, что варианты ответа в интерфейсе на рис. 10 генерируются автоматически в соответствии со спецификой определения характеристик нечетких отношений.

Носитель нечеткого отношения:

0	1	1	1
0	2	0	1
1	1	1	1
1	0.4		

Рис. 8. – Веб-интерфейс выполнения задачи (заполнение матрицы, вариация 1)

Носитель нечеткого отношения:

1	1	1	1
0	1	0	

Рис. 9. – Веб-интерфейс выполнения задачи (заполнение матрицы, вариация 2)

Носитель нечеткого отношения:

1	1	1	1
0	1	0	1
1	1	1	1
1	0	1	1

Значения 1 должны быть только в ячейках таблицы, для которых в матрице нечеткого отношения $\mu(x)$:

<input type="radio"/> =	<input checked="" type="radio"/> 0
<input type="radio"/> ≠	<input type="radio"/> 0,25
<input type="radio"/> <	<input type="radio"/> 0,5
<input type="radio"/> >	<input type="radio"/> 0,75
<input type="radio"/> ≤	<input type="radio"/> 1
<input type="radio"/> ≥	

Рис. 10. – Веб-интерфейс выполнения задачи (заполнение матрицы, вариация 3)

На рис. 8 и 9 продемонстрированы различия в уровнях сложности выполнения упражнения в двух вариациях. В интерфейсе на рис. 8 студент может вводить любые произвольные значения функции принадлежности в текстовые поля. Варианты ответа в интерфейсе на рис. 9 могут содержать допустимые (0 и 1) и недопустимые значения (например, -1, 0.5, 2) для построения носителя нечеткого отношения.

Выбор одной из допустимых вариаций выполнения задачи (при наличии выбора в интерфейсе на рис. 3, определяемого спецификой задачи) зависит от принятой методики обучения, в частности, методики контроля знаний и навыков. Допустима организация адаптивного контроля знаний и навыков,

где выбор вариации уровня сложности упражнения определяется анализом данных об индивидуальных особенностях обучения каждого студента.

5. Заключение

1) Формализовано, на основе диаграмм IDEF0, описаны процесс автоматизированного контроля знаний и навыков студентов с применением КТК при изучении математического обеспечения АИС (на примере нечеткого моделирования), и, как один из компонентов контроля, процесс оценки выполнения упражнений. Преимуществом КТК является отсутствие потребности преподавателя в разработке индивидуальных вариантов упражнения, поскольку в КТК производится настройка структуры и сложности упражнения и последующее автоматическое формирование уникального варианта выполнения упражнения для каждого из студентов, проходящих контроль знаний по изучаемой теме. Проверка выполнения студентом упражнения производится автоматически, путем сравнения математических моделей решения задания студентом и эталонного решения, формируемого в КТК, согласно постановке задачи.

2) Разработаны алгоритмы оценки выполнения задач в упражнениях по нечеткому моделированию. Алгоритмы основаны на формализованном представлении эталонного и фактического результатов выполнения задач в упражнении в виде множеств и установлении соответствия данных множеств с целью вычисления оценки (по 100-балльной шкале) каждой задачи и интегральной оценки выполнения упражнения в целом.

3) Создан прототип КТК в форме веб-системы с личными кабинетами преподавателя и студента. Веб-интерфейсы КТК позволяют: преподавателям производить гибкую настройку упражнений (включающую установку свойств математических моделей и уровней сложности выполнения задач в упражнениях); студентам выполнять упражнения, сформированные в

соответствии с настройками преподавателя; студентам и преподавателям просматривать в наглядном виде результаты выполнения упражнений.

4) Разработанные концепцию и алгоритмы контроля знаний и навыков по нечеткому моделированию с применением КТК возможно адаптировать для различных дисциплин в области математического, программного, информационного и других видов обеспечения АИС. Создание КТК выполняется в качестве подсистемы АС «Успеваемость студентов», внедренной частично в РОСБИОТЕХ, МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ), ПНИПУ для организации электронного и дистанционного обучения в ходе профессиональной подготовки студентов – разработчиков АИС.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-79-10162, /rscf.ru/project/23-79-10162/.

Литература

1. Барыктабасов К.К., Жумабаева Ч.Н., Бримкулов У.Н. Использование систем Moodle и Google Forms в процессе оценивания знаний в дистантном обучении // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2021. № 3 (59). С. 30-36.

2. Безруков А.И., Гусятников В.Н., Вагарина Н.С. Тестовая оболочка, реализующая современные методы тестирования в системе Moodle // Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками. 2023. № 8. С. 200-204.

3. Турдиева Г.С., Сулайманова М.А.К. Методы организации электронных учебных ресурсов в образовательном процессе через платформу дистанционного обучения Moodle // Academy. 2020. № 5 (56). С. 40-42.

4. Polevshchikov I.S., Kargin V.A., Mokrushin S.A., Nazoykin E.A., Ukolov M.S. Training complex for developing and evaluating skills for solving optimization and control problems in food production facilities // BIO Web Conf.

2024. Vol. 93. P. 03010. DOI: doi.org/10.1051/bioconf/20249303010.

5. Бакулина Е.А., Кирсанова А.А. Логические задачи по информатике как средство формирования алгоритмического мышления учащихся // Учебный эксперимент в образовании. 2020. № 3 (95). С. 79-86.

6. Сидоров Д.П., Аббакумов А.А. Разработка программы-тренажера для изучения асимметричного алгоритма шифрования RSA // Образовательные технологии и общество. 2018. Т. 21. № 3. С. 337-348.

7. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 736 с

8. Petrov M.B., Serkov L.A., Zavyalova K.A. Ranking of transport network development projects in the Sverdlovsk Railroad area based on fuzzy logic // R-Economy. 2022. Т. 8. № 4. С. 356-368.

9. Koval O., Minka S.V. Using fuzzy logic to control dynamic loads on road-building machine construction elements // Bulletin of Kharkov National Automobile and Highway University. 2020. Т. 1. № 88. С. 107-112.

10. Истомин Д.А., Столбов В.Ю., Платон Д.Н. Экспертная система оценки технического состояния узлов электроцентробежных насосов на основе продукционного представления знаний и нечеткой логики // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2020. Т. 20. № 1. С. 133-143.

11. Полевщиков И.С., Калинин М.В. Разработка и применение автоматизированной обучающей системы для совершенствования процесса профессиональной подготовки специалистов по тестированию программного обеспечения // Инженерный вестник Дона. 2018. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5293.

12. Polevshchikov I.S., Litvinova E.V. Automated evaluation models and algorithms for optimizing exercise assessments in food production training complexes // ITM Web of Conferences. 2024. Vol. 59. P. 02025. DOI:

doi.org/10.1051/itmconf/20245902025.

13. Полевщиков И.С. Методика разработки практических задач для автоматизированного контроля знаний и навыков при обучении ИТ-специалистов // Инженерный вестник Дона. 2020. №12. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2020/6785.

14. Джумагазиев А., Мамбетова С.А. Актуальность Django RestFramework технологии в создании back-end части веб-сайта образовательного учреждения // М. Рыскулбеков атындагы Кыргыз экономикалык университетинин кабарлары. 2023. № 1 (58). С. 16-18.

15. Shimpi V. Build a job application with Django // International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology. 2023. Т. 11. № 11. pp. 2099-2102.

References

1. Baryktabasov K.K., Zhumabaeva Ch.N., Brimkulov U.N. Izvestiya Kyrgyzskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. I. Razzakova. 2021. № 3 (59). pp. 30-36.

2. Bezrukov A.I., Gusyatinov V.N., Vagarina N.S. Matematicheskoe i komp'yuternoe modelirovanie v ekonomike, strakhovanii i upravlenii riskami. 2023. № 8. pp. 200-204.

3. Turdieva G.S., Sulaymanova M.A.K. Academy. 2020. № 5 (56). pp. 40-42.

4. Polevshchikov I.S., Kargin V.A., Mokrushin S.A., Nazoykin E.A., Ukolov M.S. BIO Web Conf. 2024. Vol. 93. P. 03010. DOI: doi.org/10.1051/bioconf/20249303010.

5. Bakulina E.A., Kirsanova A.A. Uchebnyy eksperiment v obrazovanii. 2020. № 3 (95). pp. 79-86.

6. Sidorov D.P., Abbakumov A.A. Obrazovatel'nye tekhnologii i obshchestvo. 2018. Vol. 21. № 3. pp. 337-348.



7. Leonenkov A. V. Nechetkoe modelirovanie v srede MATLAB i fuzzyTECH [Fuzzy Modeling in MATLAB and fuzzyTECH]. SPb.: BKhV-Peterburr, 2005. 736 p.
8. Petrov M.B., Serkov L.A., Zavyalova K.A. R-Economy. 2022. Vol. 8. № 4. pp. 356-368.
9. Koval O., Minka S.V. Bulletin of Kharkov National Automobile and Highway University. 2020. Vol. 1. № 88. pp. 107-112.
10. Istomin D.A., Stolbov V.Yu., Platon D.N. Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Komp'yuternye tekhnologii, upravlenie, radioelektronika. 2020. Vol. 20. № 1. pp. 133-143.
11. Polevshchikov I.S., Kalin M.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5293.
12. Polevshchikov I.S., Litvinova E.V. ITM Web of Conferences. 2024. Vol. 59. P. 02025. DOI: doi.org/10.1051/itmconf/20245902025.
13. Polevshchikov I.S. Inzhenernyj vestnik Dona, 2020, №12. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2020/6785.
14. Dzhumagaziev A., Mambetova S.A. M. Ryskulbekov atyndagy Kyrgyz ekonomikalyk universitetinin kabarlary. 2023. № 1 (58). pp. 16-18.
15. Shimpi V. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology. 2023. Vol. 11. № 11. pp. 2099-2102.

Дата поступления: 14.09.2024

Дата публикации: 19.10.2024