

М. Г. Коляда, Т. И. Бугаева,

Донецкий национальный университет, Украина

КОМПЬЮТЕРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНОСТЬЮ ПОДАЧИ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Аннотация

Описана компьютерная реализация управления сложностью подачи учебного материала на занятии на идеях теории нечетких множеств. Показана технология управления на основе информационной системы нечеткой логики Fuzzy Logic Toolbox.

Ключевые слова: нечеткие множества, теория нечеткой логики, управление сложностью материала, наукометрия, модуль Fuzzy Logic Toolbox.

В педагогике чаще, чем в других областях знаний, преподаватели высказывают свою позицию или анализируют учебно-воспитательные процессы в виде суждений, которые имеют расплывчатое, нечеткое представление. В их речи задействованы такие высказывания, как: «лучше — хуже» (например, усвоил материал), «усилил — ослабил» (подготовку), «повысил — снизил» (успеваемость), «поднял — опустил» (уровень интеллектуального развития). При уточнении характеристик и качеств элементов учебного процесса используются промежуточные градации типа: «немного усилил», «достаточно подтянул», «ниже среднего ослабил», «выше допустимого реализовал» и т. п. Такие суждения трудно формализовать, а тем более использовать при выявлении строгих, четких обобщений, умозаключений и выводов.

В этом случае на помощь приходят специально разработанные концепции — теория нечетких множеств и теория нечеткой логики, воплощение которых выполнено в компьютерных программных системах, среди которых наиболее мощной является модуль Fuzzy Logic Toolbox из системы матричной лаборатории MatLab (фирма MathWorks).

Вопросам управления образовательными процессами посвящено много основательных научных исследований. Так, в работах российских ученых нашли отображения вопросы соответствующего информационного обеспечения по управлению учебными заведениями. В исследованиях рассматриваемой проблемы особо значимыми являются научные работы Ю. А. Конаржевского [4], В. С. Лазарева [10], В. С. Пикельной [7], М. М. Поташника [9], Е. Н. Хрикова [14].

Важными в контексте данного научного поиска являются исследования В. П. Беспалько [1], В. А. Сластенина [12], С. А. Смирнова [6], в которых освещаются проблемы оптимизации работы с организационно-управленческой информацией, обеспечения информационных потребностей педагогических кадров, формирования управленческой культуры педагогов и т. п.

В исследованиях А. Г. Гуралюка [2], Д. В. Демидова [3], Г. А. Суховича [13] рассматривались вопросы управления сложностью подачи учебного материала, но лишь на теоретико-методологическом уровне. Развитие идет по пути интеграции педаго-

Контактная информация

Коляда Михаил Георгиевич, доктор пед. наук, профессор, зав. кафедрой инженерной и компьютерной педагогики Донецкого национального университета, Украина; *адрес:* 83101, Украина, г. Донецк, ул. Гурова, д. 10, к. 104; *телефон:* (+380-99) 488-97-61; *e-mail:* kolyada_mihail@mail.ru

Бугаева Татьяна Ивановна, канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры инженерной и компьютерной педагогики Донецкого национального университета, Украина; *адрес:* 83101, Украина, г. Донецк, ул. Гурова, д. 10, к. 106; *телефон:* (+380-66) 491-41-21; *e-mail:* bugaeva_tatyana@mail.ru

M. G. Koliada, T. I. Bugayova,
Donetsk National University, Ukraine

COMPUTER REALIZATION OF THE MODEL OF FUZZY SETS FOR MANAGEMENT OF COMPLEXITY OF THE TRAINING MATERIALS

Abstract

Computer realization of management of complexity of representation of the training materials on employment on ideas of the fuzzy sets theory is described. The technology of management on the basis of the information system Fuzzy Logic Toolbox is shown.

Keywords: fuzzy sets, fuzzy logic theory, management of complexity of material, scientometrics, module Fuzzy Logic Toolbox.

гических исследований и открытий в области точных наук. Математика имеет серьезные наработки в плане формализации социально-образовательных закономерностей, которые воплощены в компьютерных системах анализа и принятия решений. Однако проблема реализации модели управления сложностью подачи учебного материала на занятии еще недостаточно исследована как в теоретическом, так и в практическом аспектах. Без внимания исследователей остались такие важные вопросы, как рассмотрение компьютерной реализации нечеткой модели управления сложностью подачи учебного материала на занятии.

Вместе с тем, учитывая практическую значимость управления сложностью подачи учебного материала на занятии для обеспечения высокого качества обучения, отсутствие теоретического обоснования и практического внедрения такой системы в учебных заведениях, рассмотрение управления сложностью подачи учебного материала на занятии на основе компьютерной модели нечетких множеств представляется актуальной задачей. Раскрытие этой темы не только станет теоретико-методологической основой для совершенствования образовательных измерений и наукометрии, но и будет полезно для практического использования в управлении образовательными процессами.

Цель статьи — наглядно показать компьютерный способ реализации теории нечетких множеств и теории нечеткой логики для управления сложностью подачи учебного материала на занятии.

Среди задач, которые возникают при этом, была выделена лишь одна: реализация педагогического моделирования на основе самой мощной на сегодняшний день информационной системы нечеткой логики — Fuzzy Logic Toolbox (через модуль компьютерной программы матричной лаборатории MatLab, релиз R2013a).

Далее мы рассмотрим **управление сложностью подачи учебного материала на занятии с помощью программы нечеткой логики Fuzzy Logic Toolbox**.

На основе понятий, представленных нечеткими множествами, появляется возможность интерпретировать человеческие суждения, которые в дальнейшем можно использовать для процесса моделирования и прогнозирования управленческих образовательных процессов.

В педагогике преподавателю или учащемуся (студенту), как правило, легче всего очертить какие-то процессы или явления учебно-воспитательной действительности на уровне словесных описаний, т. е. в неформализованном виде [3]. Человеку удобнее использовать качественные нечеткие оценки типа «много», «мало», «довольно высокий», «далеко», «очень близко», «быстро», «очень медленно», «средняя» (например, подготовка), «слишком слабая» и т. д.

Допустим, что $X = \{\text{«Кембриджский университет»}, \text{«Стэнфордский университет»}, \text{«Московский государственный университет»}, \text{«Киевский национальный университет»}\}$ есть множество престижных университетов мира. Тогда нечеткое множество $A = \text{«Отличный университет»}$ может быть определено следующим образом:

$$A = \{(\text{Кембридж}/1), (\text{Стэнфорд}/0,8), (\text{МГУ}/0,3), (\text{КНУ}/0,1)\},$$

где цифры, стоящие возле названий, выражают степень отражения (приближения) понятия «Отличный университет».

Ясно, что функция принадлежности для каждого нечеткого множества определяется, вообще говоря, субъективно. Для нашего примера вид функции принадлежности нечеткого множества отражает оценку независимого справочника «F1 Study, 2010», с которой, возможно, будут согласны не все.

Несмотря на размытость границ нечеткого множества A , оно может быть точно определено сопоставлением каждому элементу x числа, лежащего между 0 и 1, которое представляет его принадлежность к A .

Например, функция принадлежности понятия *внешний конфликт* (речь идет о конфликте вне себя) на языке теории нечетких множеств будет записана таким способом:

$$\text{внешний конфликт} = \{20/0,01 + 20/0,9 + 20/0,5 + 10/0,5 + 10/0,2 + 10/0,1\}.$$

Здесь знак «+» не является обозначением операции сложения, а имеет смысл объединения.

Число 20 означает показатель уровня конфликтности лиц с выраженной *экстраверсией*, а число 10 — показатель конфликтности лиц с выраженной *интроверсией*. Любому из этих значений *экстравертов* и *интровертов* соответствует мера близости, например, с учетом стиля поведения этих индивидумов во внешнем конфликте (по классификации американского психолога Р. Томаса). Для *сотрудничества* эта величина составляет 0,01, для *соперничества* — 0,9, для *компромисса* — 0,5, для *приспособления* — 0,2 и для *избегания конфликта* — 0,1. Из перечисленных стилей только один, сотрудничество, является активным и эффективным в смысле определения результата конфликтной ситуации. Наиболее конфликтным считается второй активный стиль — соперничество (коэффициент близости — 0,9); избегание и приспособление характеризуются пассивной формой поведения, поэтому им отводится меньшая мера близости (0,1 и 0,2). Компромисс занимает как бы промежуточное положение, соединяя в себе и активную, и пассивную формы реагирования (ему отводится коэффициент 0,5).

Если рассматривать новые суждения относительно базового понятия *конфликт*, то в теории расплывчатых множеств их можно представить таким способом:

$$\text{инцидент} = \text{конфликт}^2 \text{ (конфликт в квадрате);}$$

$$\text{вызов} = \text{конфликт}^3 \text{ (конфликт в кубе);}$$

$$\text{эскалация} = \text{конфликт}^4 \text{ (конфликт в четвертой степени).}$$

В теории нечетких множеств *функция принадлежности* играет ключевую роль, так как это основная характеристика нечеткого объекта, а все действия с нечеткими объектами производятся через операции с их функциями принадлежности. Определение функции принадлежности — это первая и очень важная стадия моделирования, позволяющая затем оперировать с нечеткими объектами.

Не существует строгих правил, которые могли бы быть использованы для выбора соответствующей функции принадлежности, как и не существует методов оценки правильности и корректности функций принадлежности, выдвигаемых различными способами. Методы, используемые для построения функции принадлежности, должны быть достаточно гибкими, чтобы они могли легко перестраиваться для оптимизации действия алгоритмов, использующих эти функции. Проблема выбора функции принадлежности важна и потому, что эффективность многих алгоритмов зависит от формы используемой функции принадлежности.

Учитывая то, что резкой границы между элементами, которые входят и не входят в какое-нибудь множество, может и не быть, мы часто не можем дать четкий ответ на вопрос о значении функции принадлежности в границах традиционной формальной логики. Профессор Калифорнийского университета Лотфи Заде (Lotfi A. Zadeh) еще в 1965 году разработал основы теории нечетких множеств; им же и был предложен выход из этой непростой ситуации.

Лингвистическая переменная — это переменная, которая принимает значение из множества слов или словосочетаний некоторого естественного или искусственного языка. Лингвистическую переменную можно определить как переменную, значениями которой являются не числа, а слова или предложения естественного языка, используемого в вербальном человеческом общении. Например, лингвистическая переменная *обученность* может принимать следующие значения: *очень слабая, слабая, выше среднего, средняя, ниже среднего, высокая, очень высокая* и др. Эти значения, которые отображают степень выраженности переменной, в теории множеств называют **термами** (терм от *англ.* term — называть). Ясно, что переменная «обученность» будет обычной переменной, если ее значения — точные числа, лингвистической она становится, когда используется в нечетких рассуждениях человека. Каждому значению лингвистической переменной соответствует определенное нечеткое множество со своей функцией принадлежности. Так, лингвистическому значению *отличный университет* может соответствовать функция принадлежности какой-то математической зависимости, а термами лингвистической переменной могут быть высказывания типа: *очень отличный университет, отличный университет, отличный университет среднего типа, не совсем отличный университет* и т. д.

Рассмотрим пример, связанный с управлением подачей сложности учебного материала на занятии относительно учета мотивации и скорости усвоения нового материала обучаемыми.

В этом случае эмпирические знания рассмотренной педагогической проблемы могут быть представлены в форме эвристических правил, которые опытный педагог интуитивно внутренне формулирует для себя в случае принятия им управленческого решения.

База знаний может иметь такой вид:

1. Если *Мотивация обучения Очень положительная*, а *Скорость усвоения нового материала Высокая*, то следует дать (использовать) материал *Очень высокой сложности*.

2. Если *Мотивация обучения Очень положительная*, а *Скорость усвоения нового материала Средняя*, то следует дать материал *Высокой сложности*.
3. Если *Мотивация обучения Очень положительная*, а *Скорость усвоения нового материала Низкая*, то следует дать материал *Выше средней сложности*.
4. Если *Мотивация обучения Положительная*, а *Скорость усвоения нового материала Высокая*, то следует дать материал *Высокой сложности*.
5. Если *Мотивация обучения Положительная*, а *Скорость усвоения нового материала Средняя*, то следует дать материал *Выше средней сложности*.
6. Если *Мотивация обучения Положительная*, а *Скорость усвоения нового материала Низкая*, то следует дать материал *Средней сложности*.
7. Если *Мотивация обучения Нормативная* (в границах нормы), а *Скорость усвоения нового материала Высокая*, то следует дать материал *Выше средней сложности*.
8. Если *Мотивация обучения Нормативная*, а *Скорость усвоения нового материала Средняя*, то следует дать материал *Средней сложности*.
9. Если *Мотивация обучения Нормативная*, а *Скорость усвоения нового материала Низкая*, то следует дать материал *Ниже средней сложности*.
10. Если *Мотивация обучения Отрицательная*, а *Скорость усвоения нового материала Высокая*, то следует дать материал *Средней сложности*.
11. Если *Мотивация обучения Отрицательная*, а *Скорость усвоения нового материала Средняя*, то следует дать материал *Ниже средней сложности*.
12. Если *Мотивация обучения Отрицательная*, а *Скорость усвоения нового материала Низкая*, то следует дать материал *Низкой сложности*.
13. Если *Мотивация обучения Очень отрицательная*, а *Скорость усвоения нового материала Высокая*, то следует дать материал *Ниже средней сложности*.
14. Если *Мотивация обучения Очень отрицательная*, а *Скорость усвоения нового материала Средняя*, то следует дать материал *Низкой сложности*.
15. Если *Мотивация обучения Очень отрицательная*, а *Скорость усвоения нового материала Низкая*, то следует дать материал *Очень низкой сложности*.

Эта информация будет использоваться при построении базы правил системы нечеткого вывода, которая позволит реализовать данную модель нечеткого управления.

Напомним, что под мотивами понимают внутренние силы, связанные с потребностями личности и побуждающие ее к учебной деятельности. Другими словами, **мотивы** — это осознанные, осмысленные

и прочувствованные потребности, в частности, интерес к учебному труду, познавательной деятельности, рассматриваемой теме занятия и т. п. Мотивацию измеряют в относительных величинах, например, в процентах (от 0 до 100 %).

В педагогике *причину* чаще всего отождествляют с такими понятиями, как влияние, действие, показатель или параметр воздействия. Один фактор определяют как минимум по двум или большему количеству продуктогенных причин одной и той же группы принадлежности (например, общей или специфической).

Если рассматривать дидактический фактор *мотивация обучения* как систему управления подачей сложности учебного материала на занятии, то необходимо иметь в виду, что это понятие имеет сложную внутреннюю структуру. Мотивация обучения бывает как *положительная*, так и *отрицательная*. В качестве примера покажем продуктогенные причины некоторых таких мотиваций [5, с. 338]:

- побуждение причины (позитивная — «хочу» и «могу»; негативная — «должен», «обязан»);
- продолжительность (соответственно: значительная — незначительная);
- неотвратимость (слабая — сильная);
- когнитивная организация (осмысленная — механическая);
- интеллектуальная гибкость (легкость перехода от одних умственных действий к другим — ригидность мышления);
- темп (оживленный — вялый);
- характеристика целей (привлекательная — отталкивающая);
- эмоциональная окраска (удовлетворенность — угнетенность);
- богатство фантазии (значительная — незначительная) и т. д.

Под *скоростью усвоения нового материала* понимают время усвоения информационно-смысловых элементов текста (ИСЭТ) в единицу учебного времени, а под *сложностью (трудностью) материала* — степень его усвоения. На занятии может быть усвоено от 0 до 15 ИСЭТ, поэтому область определения этой величины будет колебаться в диапазоне от 0 до 15 ИСЭТ/занятие. Сложность материала может измеряться в разных шкалах. Для удобства решения поставленной задачи выберем семибалльную шкалу, которая отвечает семи приведенным ниже термам (по возрастанию от 1 до 7).

Для формирования базы правил системы нечеткого вывода необходимо предварительно определить входные и выходные лингвистические переменные. Из вышеперечисленных высказываний видно, что в качестве одной из входных переменных необходимо использовать мотивацию обучения: x_1 — *Мотивация обучения*, а в качестве второй — входную лингвистическую переменную: x_2 — *Скорость усвоения*. В качестве выходной лингвистической переменной будем использовать управляющую величину сложности подачи учебного материала: y — *Сложность материала*.

Для сокращения записи правил будем использовать общепринятые в программе MatLab символьные обозначения.

В качестве термов используем:

для того, какой учебный материал следует дать, т. е. для *Сложности материала* (y):

- *Очень высокая сложность* — PB (positive big);
- *Высокая сложность* — PM (positive medium);
- *Выше средней сложности* — PS (positive small);
- *Средняя сложность* — ZE (zero);
- *Ниже средней сложности* — NS (negative small);
- *Низкая сложность* — NM (negative medium);
- *Очень низкая сложность* — NB (negative big);

для *Мотивации обучения* (x_1):

- *Очень положительная* — PB;
- *Положительная* — PS;
- *Нормативная* — ZE;
- *Отрицательная* — NS;
- *Очень отрицательная* — NB;

для *Скорости усвоения* нового материала (x_2):

- *Высокая* — PM;
- *Средняя* — ZE;
- *Низкая* — NM.

Таким образом, мы выполнили процесс фазификации входных переменных.

Для нашего случая *система нечеткого вывода будет содержать 15 правил нечеткой базы знаний, которые имеют такой вид:*

1. ЕСЛИ « x_1 есть PB» И « x_2 есть PM» ТО « y есть PB»
2. ЕСЛИ « x_1 есть PB» И « x_2 есть ZE» ТО « y есть PM»
3. ЕСЛИ « x_1 есть PB» И « x_2 есть NM» ТО « y есть PS»
4. ЕСЛИ « x_1 есть PS» И « x_2 есть PM» ТО « y есть PM»
5. ЕСЛИ « x_1 есть PS» И « x_2 есть ZE» ТО « y есть PS»
6. ЕСЛИ « x_1 есть PS» И « x_2 есть NM» ТО « y есть ZE»
7. ЕСЛИ « x_1 есть ZE» И « x_2 есть PM» ТО « y есть PS»
8. ЕСЛИ « x_1 есть ZE» И « x_2 есть ZE» ТО « y есть ZE»
9. ЕСЛИ « x_1 есть ZE» И « x_2 есть NM» ТО « y есть NS»
10. ЕСЛИ « x_1 есть NS» И « x_2 есть PM» ТО « y есть ZE»
11. ЕСЛИ « x_1 есть NS» И « x_2 есть ZE» ТО « y есть NS»
12. ЕСЛИ « x_1 есть NS» И « x_2 есть NM» ТО « y есть NM»
13. ЕСЛИ « x_1 есть NB» И « x_2 есть PM» ТО « y есть NS»
14. ЕСЛИ « x_1 есть NB» И « x_2 есть ZE» ТО « y есть NM»
15. ЕСЛИ « x_1 есть NB» И « x_2 есть NM» ТО « y есть NB»

Откроем FiS-редактор и определим две входные переменные с именами:

x_1 = «Мотивация обучения»;

x_2 = «Скорость усвоения»

и одну выходную переменную с именем y = «Сложность материала».

Через команду *File, Export, To File* сохраним файл нечеткой системы под названием *Complexity.fis*. Вид графического интерфейса FiS-редактора для этих переменных показан на рисунке 1.

При решении этой задачи будем использовать алгоритм нечеткого вывода типа Мамдани, поэтому оставим без изменения тип, который предложен по умолчанию системой MatLab. Нет необходимости изменять и другие параметры разрабатываемой нечеткой модели, которые по умолчанию предложены в Fuzzy Logic Toolbox.

Определим функции принадлежности термов для каждой переменной системы нечеткого вывода. Для этого воспользуемся редактором функций принадлежности системы Fuzzy Logic Toolbox. Для входной переменной x_1 следует добавить еще два дополнительных термина к уже имеющимся трем, которые заданы по умолчанию, и определить параметры соответствующих функций принадлежности (*Edit, Add MFs*). Вид графического интерфейса редактора функций принадлежности после ввода первой входной переменной изображен на рисунке 2.

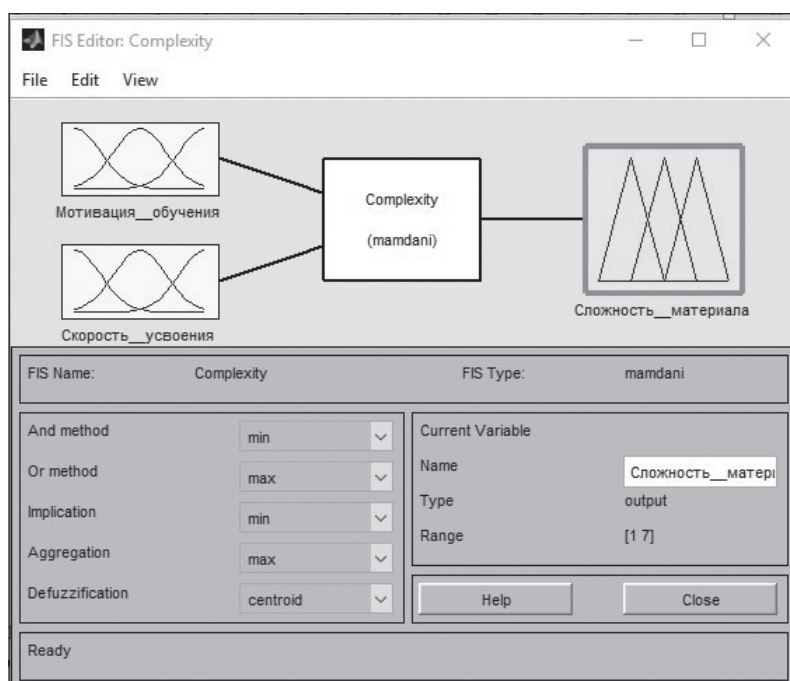


Рис. 1. Главное окно FiS-редактора для двух входных переменных

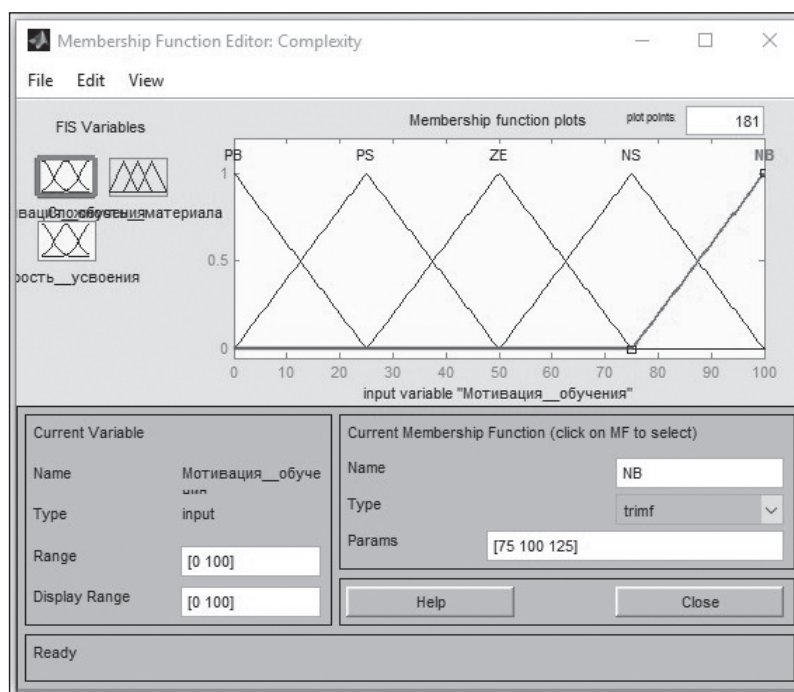


Рис. 2. Окно редактора функции принадлежности *Мотивация обучения* после заполнения диапазона ее действия и имен термов

Для второй входной переменной x_2 следует оставить три терма, которые заданы по умолчанию, и изменить только тип и параметры функций принадлежности. Для выходной переменной y следует добавить четыре терма к трем, которые уже заданы по умолчанию, и задать параметры соответствующих функций принадлежности. Вид графического интерфейса редактора функций принадлежности после ввода выходной переменной изображен на рисунке 3.

Таким же образом отредактируем параметры ввода значений для выходной функции принадлежности *Сложность материала*. Вид окна редактора правил для функции вывода приведен на рисунке 4.

Теперь зададим 15 правил для разрабатываемой системы нечеткого вывода. Для этой цели воспользуемся редактором правил системы Fuzzy Logic Toolbox (*Edit, Rules*). Вид графического интерфейса редактора правил после ввода всех 15 правил

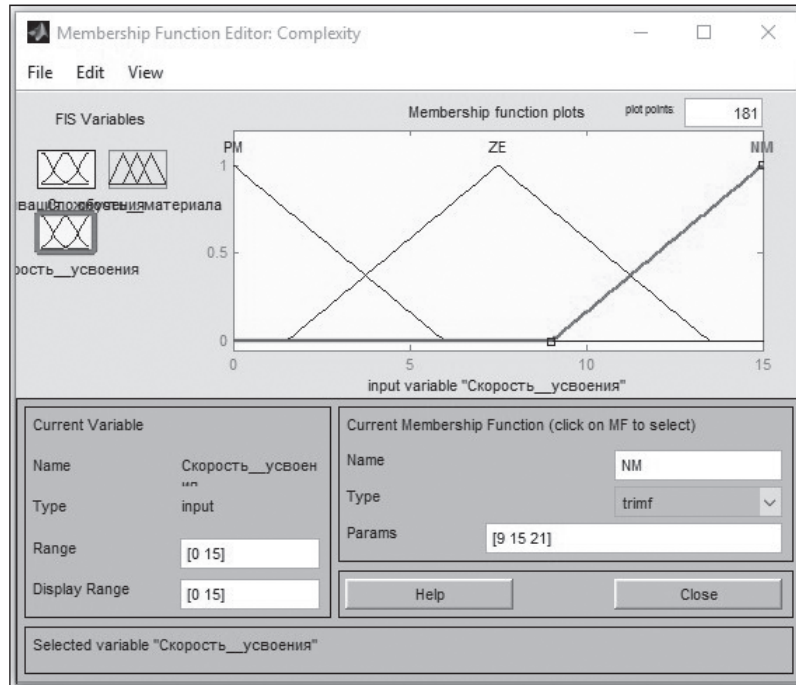


Рис. 3. Окно редактора функции принадлежности *Скорость усвоения* после заполнения диапазона области определения и имен термов

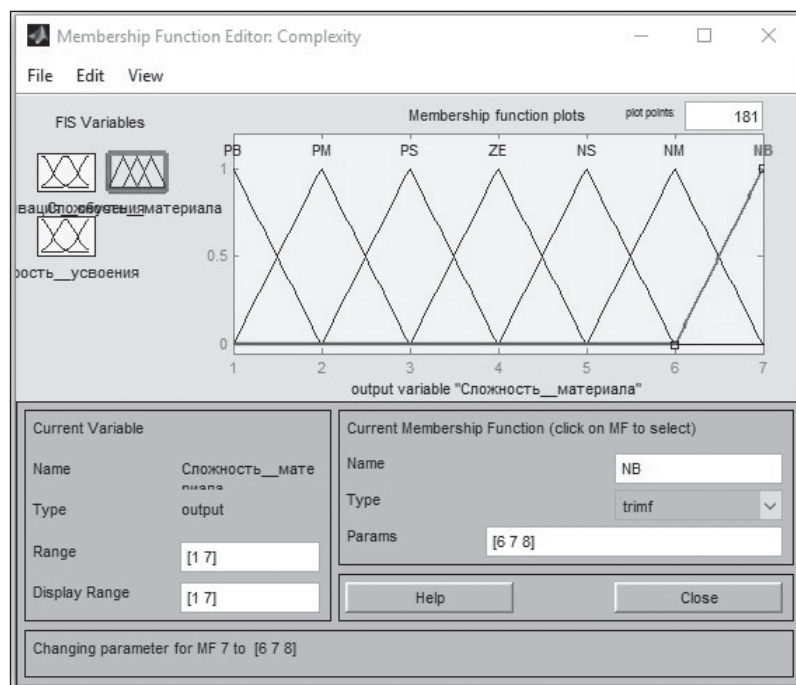


Рис. 4. Графический интерфейс редактора функции принадлежности *Сложность материала* после заполнения параметров системы нечеткого вывода

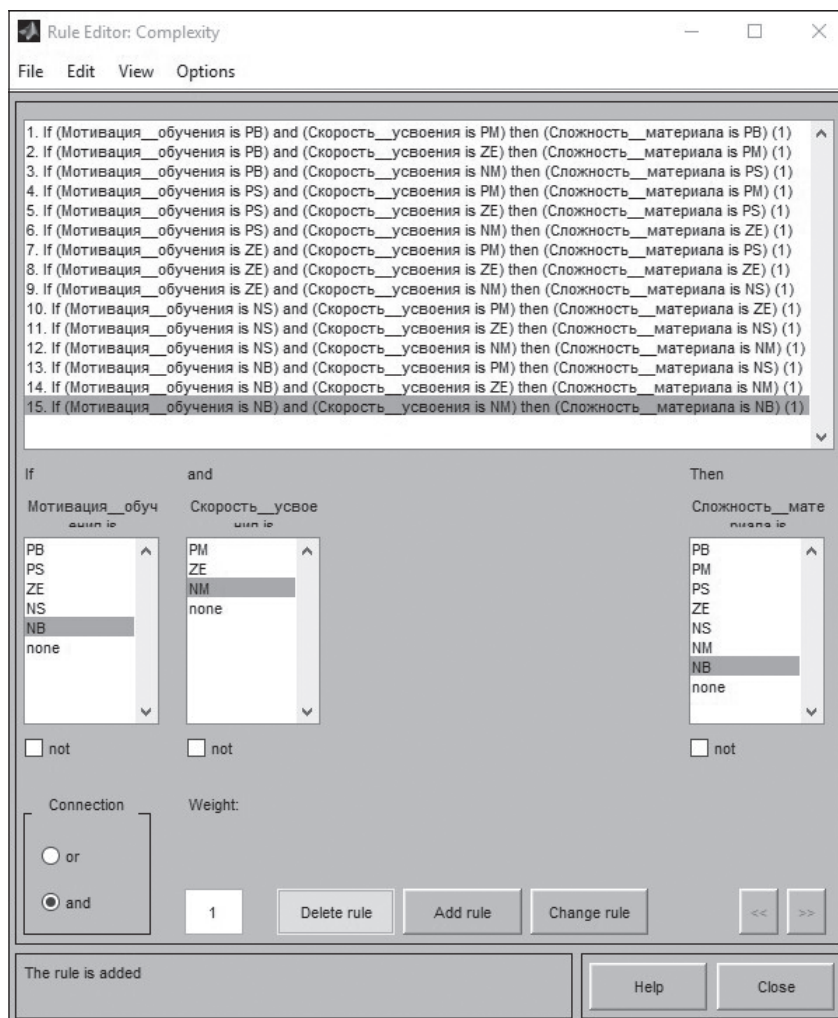


Рис. 5. Графический интерфейс редактора правил после введения базы знаний системы нечеткого вывода

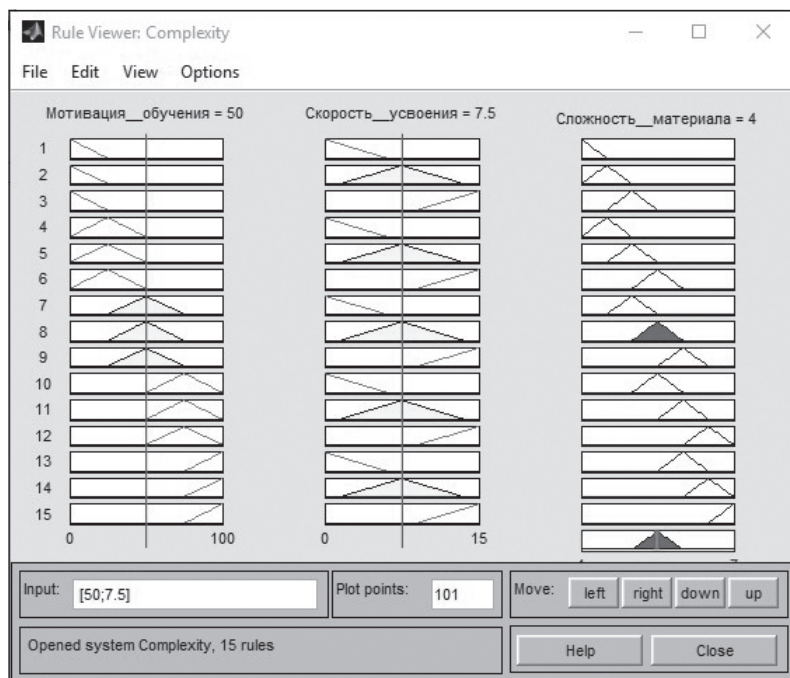


Рис. 6. Визуализация системы нечеткой логики для определения сложности материала в Rule Viewer

нечеткого вывода изображен на рисунке 5. Чтобы сделать более тонкое настраивание построенной нами нечеткой модели, можно ввести и другие параметры, но для этого нужно точно знать тип функции принадлежности.

Теперь откроем программу просмотра правил системы нечеткой логики (*View, Rules*) и посмотрим вычисленный результат (рис. 6).

А теперь поэкспериментируем. Для этого введем значения входных переменных для частного случая, когда мотивация обучения отрицательная (NS) и равняется 25 % (по 100-балльной шкале), а скорость усвоения учебного материала — средняя (ZE) и составляет 7 ИСЭТ/занятие (по 15-балльной шкале). После выполнения процедуры нечеткого вывода для нашей модели система выдаст результат выходной переменной относительно сложности материала — три единицы (по семибалльной шкале). То есть при таком раскладе входных параметров преподаватель на занятии должен подбирать (и использовать) материал ниже средней сложности (NS) (рис. 7).

Это значение показывает неплохую согласованность модели и подтверждает ее адекватность реальной педагогической действительности.

А что будет, если мотивация обучения у тех, кого обучают, совсем отсутствует (0 %), но при этом скорость усвоения материала составит максимальную величину (т. е. 15 ИСЭТ/занятие)? Какую при этом необходимо задать сложность материала на занятии? На эти вопросы система нечеткой логики дает точный ответ: степень сложности — три единицы (по семибалльной шкале) (рис. 8). То есть это такая же сложность, как и в предыдущем случае. Тогда возникает новый вопрос: а за счет чего достигается одинаковый результат при отсутствии мотивации?

На наш взгляд, это возможно лишь тогда, когда преподаватель на занятии использует активные методы обучения, т. е. такие, которые приводят к продуктивному результату. Конечно, здесь невозможно обойтись без современных образовательных технологий обучения.

Как видим, такое моделирование на основе компьютерной системы нечеткой логики дает великолепный результат педагогического прогноза.

Иногда для общего анализа разработанной экспертной прогностической системы может оказаться полезной и визуализация соответствующей поверхности нечеткого вывода (*View, Surface*) (рис. 9). Поверхность нечеткого вывода позволяет установить зависимость значений исходной переменной от значений входных переменных нечеткой модели системы управления сложностью подачи материала на занятии. Эта зависимость может послужить основой для конкретных рекомендаций тем, кто проводит занятие. Мы, в сущности, научно решили задачу, которая в классической теории менеджмента образования известна как *задача синтеза управляющих влияний*. При этом для ее решения были использованы компьютерные средства нечеткой логики и теории нечетких множеств.

Иногда очень удобно использовать одномерные графики зависимостей. Например, изменяя имена переменных в полях ввода (*X(input)* и *Y(input)*), можно задать одномерную зависимость *Сложности материала* от *Скорости усвоения*. На рисунке 10 видно, что где-то в середине графика этой зависимости показатель *Скорости усвоения* продолжает возрастать, но при этом *Сложность материала* остается некоторое время неизменной ($\approx$ на уровне четырех единиц); это также наблюдается как в начале, так и в конце этого процесса.

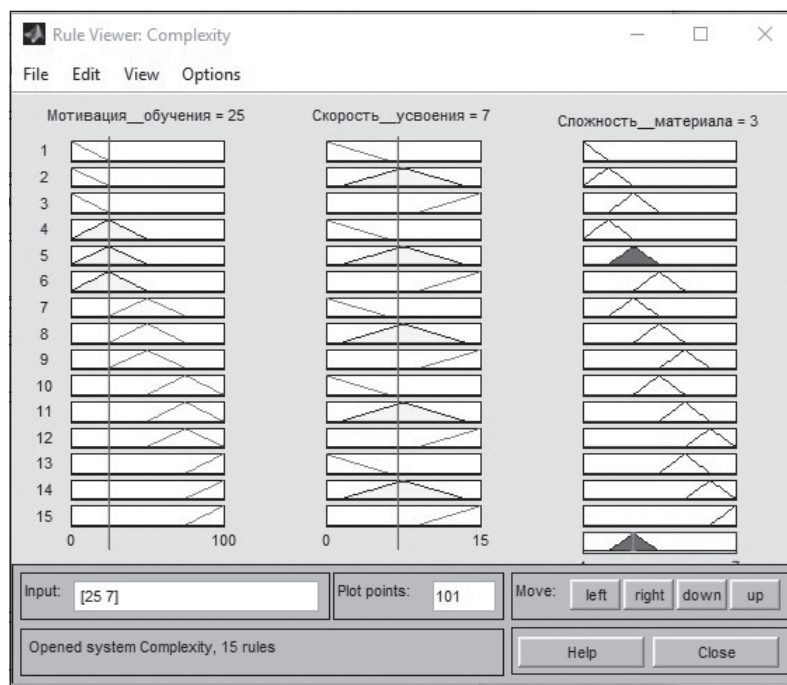


Рис. 7. Прогностический эксперимент: значение показателя *Мотивация обучения* — Отрицательная (25 %), *Скорость усвоения* — Средняя (7 ИСЭТ/занятие)

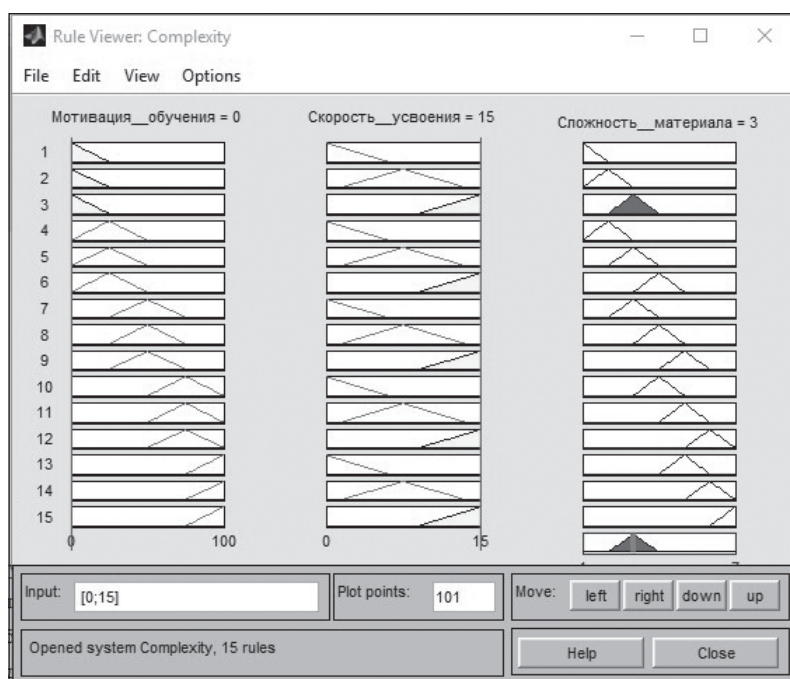


Рис. 8. Прогностический эксперимент: значение показателя **Мотивация обучения** — нулевое (т. е. она отсутствует — 0 %), **Скорость усвоения** — Высокая (15 ИСЭТ/занятие)

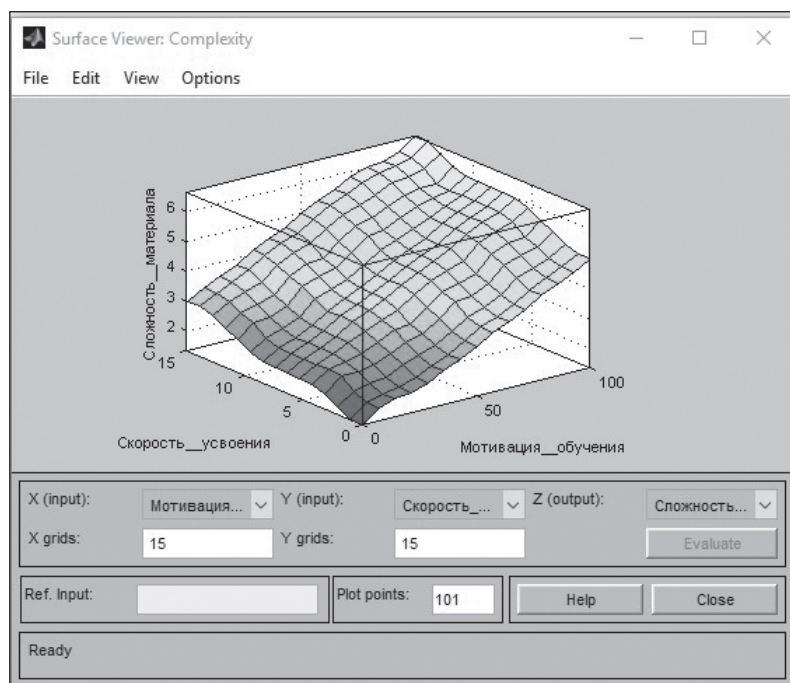


Рис. 9. Визуализация поверхности нечеткого вывода для системы нахождения сложности материала

Завершая описание компьютерного способа управления сложностью подачи учебного материала на занятии, базируясь на полученных результатах, делаем вывод, что на основе теории нечеткой логики и нечетких множеств можно достаточно точно и объективно выполнять расчеты мотивационной составляющей обучения и скорости усвоения нового материала с позиции его сложности. Таким способом

преподаватель гарантированно может прогнозировать результат будущего занятия, которое он готовит. Управление сложностью подачи учебного материала является одним из условий повышения эффективности проведенного занятия и условием совершенствования количественных методов в педагогике как информационного процесса, а это, в свою очередь, является составной частью новой ветви человеческих знаний — наукометрии менеджмента образования. Модель, основанная на компьютерной системе не-

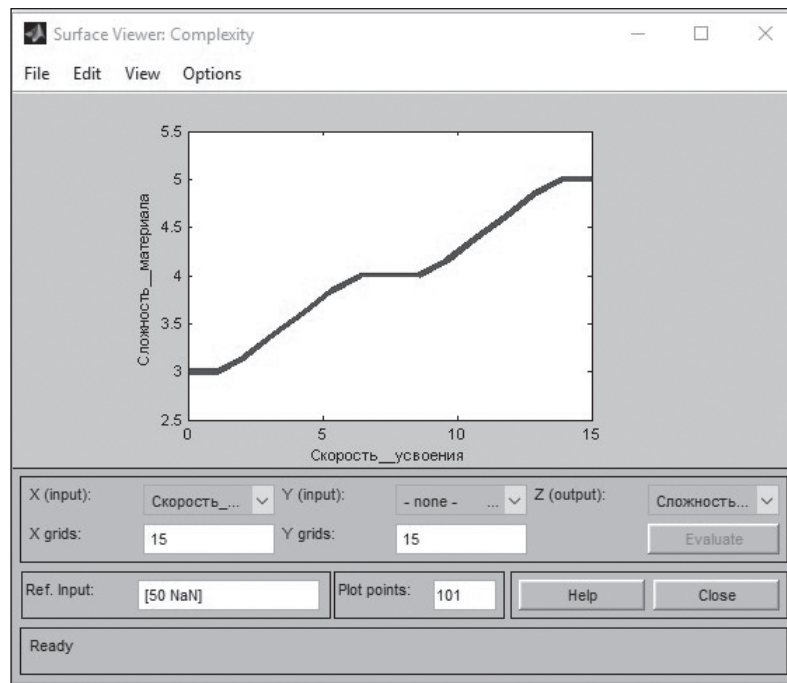


Рис. 10. Визуализация одномерной зависимости *Сложности материала* от *Скорости усвоения*

четкой логики, дает возможность преподавателю дозированно управлять сложностью подачи материала на занятии. Это позволяет избежать субъективизма в подборе уровня сложности учебного материала, предполагаемого для изучения на занятии, и тем самым существенно повысить качество обучения.

Интеграция образовательных и информационных технологий является велением времени, и сейчас невозможно провести четкую грань между достижениями в сфере менеджмента образования, с одной стороны, и успехами в области математики и компьютерных технологий в принятии эффективных педагогических решений, с другой.

Список использованных источников

1. Беспалько В. П. Слагаемые педагогической технологии. М.: Педагогика, 1989.
2. Гуралюк А. Г. Управление учреждением последиplomного педагогического образования с применением компьютерных технологий: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.06 «Теория и методика управления образованием». К., 2008.
3. Демидов Д. В. Моделирование технологии организации учебного процесса в педагогических университетах: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.06 «Теория и методика управления образованием». Луганск, 2009.
4. Конаржевский Ю. А. Менеджмент и внутришкольное управление. М.: Центр «Пед. поиск», 2000.
5. Морзе Н. В., Проценко Г. А. Создание информационного образовательного пространства региона как

катализатор формирования ИК-компетенций учителей // Международный электронный журнал «Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)». 2013. Т. 16. № 1. <http://ifets.ieee.org/russian/periodical/journal.html>

6. Педагогика / под ред. С. А. Смирнова. М.: Академия, 2000.

7. Пикельная В. С. Теоретические основы управления (школоведческий аспект): методическое пособие. М.: Высшая школа, 1990.

8. Подласый И. П. Педагогика. Новый курс: учебник для студ. высш. учеб. заведений: в 2 кн. Кн. 1: Общие основы. Процесс обучения. М.: ВЛАДОС, 2002.

9. Поташник М. М., Моисеев А. М. Управление современной школой (в вопросах и ответах). М.: Новая школа, 1997.

10. Руководство педагогическим коллективом: модели и методы: пособие для руководителей образовательных учреждений / под ред. В. С. Лазарева. М.: Центр социальных и экон. исследований, 1995.

11. Сергеева В. П. Управление образовательными системами: программно-методическое пособие. М.: Издатель Дмитриев А. Е., 2001.

12. Сластенин В. А., Позимова Л. С. Педагогика: инновационная деятельность. М.: Магистр, 1997.

13. Сухович Г. А. Мониторинг развития общеобразовательного учебного заведения на основе компьютерных технологий: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.06 «Теория и методика управления образованием». К., 2008.

14. Хриков Е. Н. Управление учебным заведением: учебное пособие. К.: Знания, 2006.