

УДК 004.6:378.14.015.62

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

¹Апатова Н.В., ¹Гапонов А.И., ²Майорова А.Н.

¹ФГФОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»,
Институт экономики и управления, Симферополь, e-mail: bal8996@mail.ru;

²ФГФОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»,
Гуманитарно-педагогическая академия, Ялта

В статье предложен метод прогнозирования успеваемости студентов в зависимости от мотивационных предпочтений учения на основе нечеткой логики. Академическая группа студентов распределяется на четыре типологические группы в зависимости от успеваемости по выбранному предмету, а именно: успеваемость неудовлетворительная, удовлетворительная, хорошая, отличная. В каждой такой группе путем анкетирования определяется уровень важности следующих трех мотивов: желание получить стипендию (в том числе повышенную), интерес к предмету, необходимость избежать конфликта с родителями. Эти мотивы являются входными лингвистическими переменными в нечетком логическом выводе, определяющих значение выходной лингвистической переменной «успеваемость». С целью автоматизации процесса прогнозирования применяется пакет Fuzzy Logic Toolbox в программной среде MATLAB. В результате с учетом степени мотивации учения прогнозируется возможность перехода студентов между типологическими группами в зависимости от уровня успеваемости.

Ключевые слова: мотивация учения, успеваемость, нечеткая логика, функция принадлежности

PREDICTION OF STUDENT PERFORMANCE BASED ON FUZZY LOGIC

¹Apatova N.V., ¹Gaponov A.I., ²Mayorova A.N.

¹V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Institute of Economics and Management,
Simferopol, e-mail: bal8996@mail.ru;

²V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Humanitarian-pedagogical Academy, Yalta

The paper proposed a method for predicting student performance, depending on the preference of motivational exercises based on fuzzy logic. The academic group of students is divided into four typological groups depending on the performance of the selected object, namely performance unsatisfactory, satisfactory, good, excellent. In each group is determined by questioning the level of importance of the following three motives: the desire to receive a scholarship (including elevated), interest in the subject, the need to avoid conflict with their parents. These motifs are input linguistic variables in the fuzzy inference that determine the value of the output linguistic variable «performance». In order to automate the forecasting process is applied Fuzzy Logic Toolbox package in MATLAB software environment. As a result, taking into account the degree of motivation of the doctrine predicted the possibility of the transition of students between the typological groups, depending on the performance level.

Keywords: motivation of teaching, performance, fuzzy logic, membership function

Успешное освоение студентом курса того или иного предмета невозможно без активизации личностно-ориентированного побуждения к учению. По изменению параметров мотивации к учебе можно судить об уровне освоения учебной программы, определяющем успеваемость студента. Анализ публикаций за последние 2–3 года, посвященных моделированию тех или иных аспектов процесса обучения в вузе [1–5, 8, 11], дает основания считать актуальным построение модели мотивационных предпочтений студентов в связи с прогнозированием их успеваемости. В настоящей работе предлагается автоматизированный метод прогнозирования успеваемости студентов, исходя из их мотивационных предпочтений [6, 9], на основе нечеткой логики [10] в среде MATLAB [7].

Прогнозирование успеваемости рассмотрим для студентов первого курса, предпо-

лагая, что в зависимости от года обучения мотивация учения может существенно изменяться. В рамках предлагаемой работы ограничимся тремя мотивами: прагматическим – получать стипендию; учебно-познавательным – интерес к предмету; неосознанным – избежать конфликта с родителями или улучшить отношения.

Разобьем академическую группу студентов на четыре типологические группы в зависимости от успеваемости в соответствии со 100-балльной шкалой оценивания знаний: неудовлетворительно («неуд») 1–59; удовлетворительно («уд») 60–73; хорошо («хор») 74–89; отлично («отл») 90–100.

Уровень мотива определяется в результате анкетирования и равен проценту студентов типологической группы, имеющих успеваемость «неудовлетворительно» («удовлетворительно», «хорошо», «отлично»), считающих этот мотив наиболее важным.

Распределение критериев по их важности для повышения уровня успеваемости определяется на основании мнений экспертов, обладающих соответствующей компетентностью. Например, таковыми могут быть преподаватели вуза. Экспертную оценку важности критериев учебной мотивации необходимо проводить для каждой из типологических групп. При этом необходимо принимать во внимание уровень согласованности оценок экспертов, определяемый коэффициентом конкордации (согласия) Кендала, учитывающий разброс мнений экспертов при оценке значимости ранжируемых факторов. В нашем исследовании распределение критериев по их важности приведено в табл. 1.

Таблица 1
Ранжирование критериев

Типологическая группа (успеваемость)	Мотив	Ранг
Неудовлетворительно	Родители	1
	Предмет	2
	Стипендия	3
Удовлетворительно	Родители	3
	Предмет	2
	Стипендия	1
Хорошо	Родители	2
	Предмет	1
	Стипендия	3
Отлично	Родители	3
	Предмет	1
	Стипендия	2

Прогнозирование успеваемости осуществляется с использованием прикладного пакета Fuzzy Logic Toolbox в среде MATLAB [7, 11].

Входными критериями (лингвистическими переменными) являются мотивы «стипендия», «предмет», «родители», которые имеют три значения – лингвистических термина. (Лингвистический терм – нечеткое множество, в котором функция принадлежности $\mu(x)$ каждому элементу x области определения ставит в соответствие действительное число от 0 до 1). Эти термы определяют уровень мотива: низкий – «н», средний – «с», высокий – «в». Выходной лингвистической переменной является «успеваемость», содержащая четыре лингвистических термина: неудовлетворительно – «неуд», удовлетворительно – «уд», хорошо – «хор», отлично – «отл». Областью определения лингвистических переменных является множество рациональных чисел [0; 100].

Лингвистические термы входных переменных определяются треугольными

функциями принадлежности (степенью принадлежности численного значения переменной лингвистическому терму или степенью истинности принадлежности этого значения терму)

$$\mu_{\text{треуг}}(x, a, b, c) = \begin{cases} 0, x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, a \leq x \leq b \\ 0, x \geq b \end{cases},$$

где a, c – абсциссы концов основания треугольника, b – абсцисса его вершины.

Эти термы определяются следующими параметрами (a, b, c) : «н» (0; 0; 50), «с» (0; 50; 100), «в» (50; 100; 100).

Термам выходной переменной соответствуют трапециевидные функции принадлежности

$$\mu_{\text{трап}}(x; a; b; c; d) = \begin{cases} 0, x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, a \leq x \leq b \\ 1, b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, c \leq x \leq d \\ 0, x \geq d \end{cases},$$

где a, d – абсциссы концов нижнего основания трапеции, b, c – верхнего. Параметры (a, b, c, d) имеют следующие значения: «неуд» (0; 0; 59; 60), «уд» (50; 60; 73; 74), «хор» (73; 74; 89; 90), «отл» (89; 90; 100; 100).

Нечеткий вывод выполняем на основании алгоритма Мамдани [7, 10], состоящего из следующих этапов:

1. Формирование базы правил нечеткого вывода.

2. Фаззификация – определение значения функции принадлежности термина входной лингвистической переменной, соответствующего ее численному значению.

3. Агрегирование – определение степени истинности условий каждого правила для конкретных численных входных переменных.

4. Активизация – определение новой функции принадлежности выходной лингвистической переменной для каждого правила.

5. Аккумуляция – определение итоговой функции принадлежности выходной переменной как результат объединения нечетких множеств, полученных на предыдущем этапе.

6. Дефаззификация – нахождение численного значения выходной лингвистической переменной.

Таблица 2

База правил нечеткого вывода для студентов с уровнем успеваемости «удовлетворительно»

№ п/п	Мотив			Успеваемость
	Стипендия	Предмет	Родители	
1	н	н	н	неуд
2	н	н	с	неуд
3	н	н	в	неуд
4	н	с	н	неуд
5	н	с	с	уд
6	н	с	в	уд
7	н	в	н	уд
8	н	в	с	уд
9	н	в	в	хор
10	с	н	н	неуд
11	с	н	с	уд
12	с	н	в	уд
13	с	с	н	уд
14	с	с	с	уд
15	с	с	в	хор
16	с	в	н	хор
17	с	в	с	хор
18	с	в	в	хор
19	в	н	н	уд
20	в	н	с	уд
21	в	н	в	хор
22	в	с	н	уд
23	в	с	с	хор
24	в	с	в	хор
25	в	в	н	хор
26	в	в	с	отл
27	в	в	в	отл

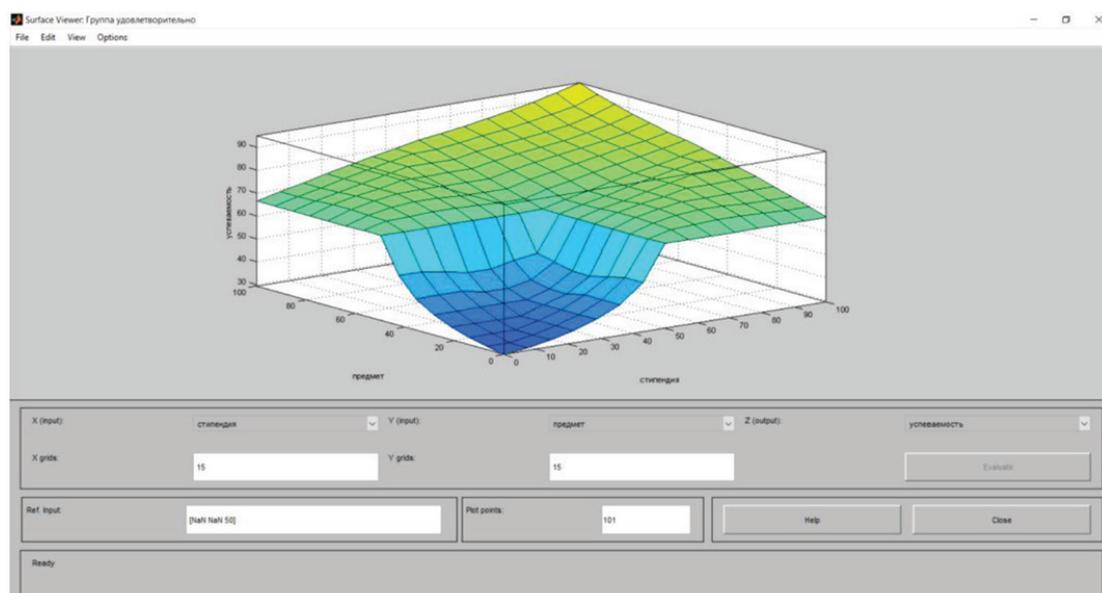


Рис. 1. Поверхность нечеткого вывода для типологической группы «удовлетворительно» при входных переменных «Стипендия» – «Предмет»

Для каждой типологической группы студентов составляем базу правил вида: Если «стипендия» есть «н» («с», «в»), и «предмет» есть «н» («с», «в»), и «родители» есть «н» («с», «в»), то «успеваемость» есть «неуд» («уд», «хор», «отл»). Например, Если «стипендия» есть «н», и «предмет» есть «в», и «родители» есть «с», то «успеваемость» есть «хор». В табл. 2 приведена база правил для студентов, имеющих удовлетворительную успеваемость.

В прикладном пакете Fuzzy Logic Toolbox программной среды MATLAB создаем систему нечеткого вывода на основе лингвистических переменных с соответ-

ствующими функциями принадлежности и базой правил. В результате получаем возможность визуализации зависимости выходной переменной от двух выбранных переменных (рис. 1) и базы правил (рис. 2), позволяющей наглядно представить процесс нечеткого вывода, влияния каждого правила на конечный результат и оценить зависимость выходной переменной от каждой из входных переменных.

Правилам нечеткого вывода, приведенным в таблице, соответствуют поверхность нечеткого вывода для входных переменных «Стипендия» – «Предмет», приведенная на рис. 1.

Таблица 3

Прогноз успеваемости

Успеваемость	Мотив	Уровень мотива (%)			Прогноз (численное значение выходной переменной)		
		Предмет	Стипендия	Родители	Неуд. (38)	Удовл. (71)	Хор. (76)
Неудовлетворительно	Предмет	20	50	80	Неуд. (38)	Удовл. (71)	Хор. (76)
	Стипендия	70	70	60			
	Родители	60	60	70			
Удовлетворительно	Предмет	30	20	50	Неуд. (45)	Удовл. (73)	Хор. (76)
	Стипендия	50	70	70			
	Родители	40	50	60			
Хорошо	Предмет	20	60	90	Удовл. (73)	Хор. (76)	Отл. (90)
	Стипендия	70	70	80			
	Родители	60	50	88			
Отлично	Предмет	30	60	90	Удовл. (73)	Хор. (78)	Отл. (91)
	Стипендия	50	50	80			
	Родители	20	30	70			

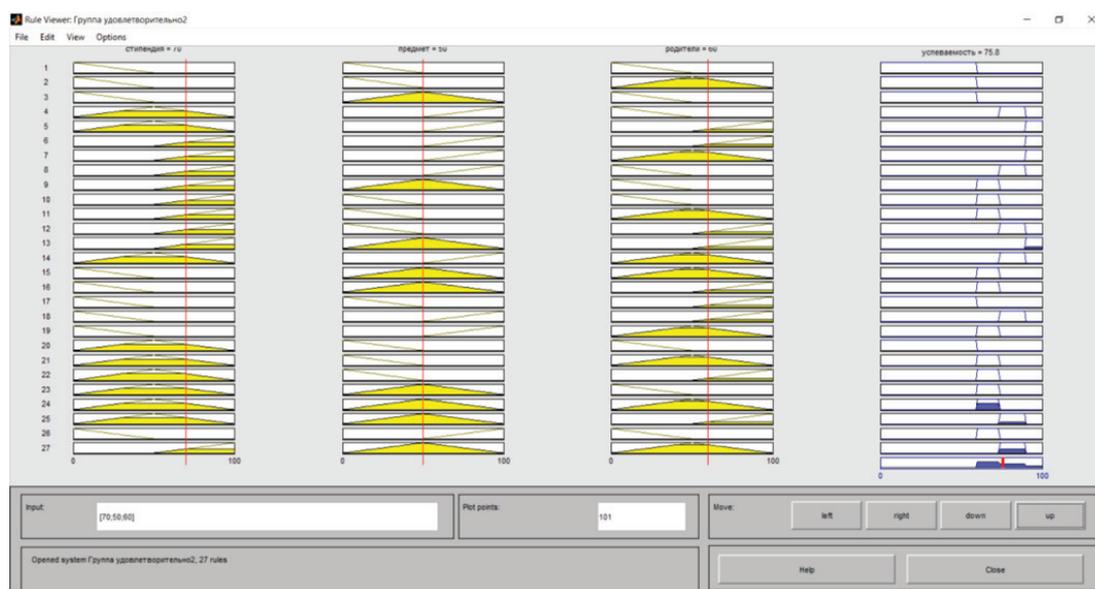


Рис. 2. Визуализация нечеткого вывода для типологической группы «Удовлетворительно» при значениях входных переменных: «Стипендия» = 70, «Предмет» = 50, «Родители» = 60

В результате дефаззификации делаем вывод о возможности изменения средней успеваемости рассматриваемой типологической группы студентов. В табл. 3 приведены результаты такого прогноза в зависимости от значений уровня мотива.

На рис. 2 показан графический интерфейс результата нечеткого вывода для группы студентов с успеваемостью «удовлетворительно» при следующих значениях мотивов: «Стипендия» = 70, «Предмет» = 50, «Родители» = 60.

При необходимости предложенную систему нечеткого вывода несложно модифицировать для большего числа входных переменных – мотивов. Кроме того, можно провести более тонкую настройку системы, увеличив число термов входных переменных, например добавив значения мотивов «очень низкий», «отсутствует», «выше среднего» и т.п.

Таким образом, в настоящей работе предложен автоматизированный метод прогнозирования успеваемости студентов, исходя из уровня учебной мотивации. Это, в свою очередь, позволяет определить мотивационные компоненты, стимулирование и усиление которых обеспечит повышение или стабилизацию уровня успеваемости.

Список литературы

1. Абсальямова Р.А. Моделирование процесса обучения иностранному языку в вузе с помощью интерактивных технологий // Образовательные технологии и общество. – 2016. – Т. 19, № 3. – С. 365–375.
2. Гвоздев А.В., Хтун Хтун Гаинг. Структурно-функциональная модель синергетического подхода к процессу обучения химии в вузе // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2015. – № 2. (34). – С. 148–153.
3. Горбаченко И.М., Лопатеева О.Н. Моделирование процесса обучения с использованием раскрашенных сетей Петри // Образовательные ресурсы и технологии – 2014. – № 1 (4). – С. 10–20.
4. Дзюба Ю.Ю. Моделирование процесса формирования информационно-аналитической компетентности студентов в процессе обучения в вузе // Вестник Краснодарского университета МВД России. – 2016. – № 1 (31). – С. 227–230.
5. Игнатова И.Б., Покровская Е.А. Моделирование процесса профессиональной подготовки студентов в вузах социокультурной сферы на принципе дуальной системы обучения // Вестник Тамбовского университета. Серия: Общественные науки. – 2015. – № 3 (3). – С. 63–69.
6. Ильин Е.П. Мотивация и мотивы. – СПб.: Питер, 2002. – 512 с.
7. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ, Петербург, 2005. – 736 с.
8. Мамаева Н.А., Львова В.Д., Мамаева Д.В. Педагогическая модель формирования учебной мотивации студентов технических вузов в процессе изучения математики // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2015. – № 1 (59). – С. 47–55.
9. Мормужева Н.В. Мотивация обучения студентов профессиональных учреждений // Педагогика: традиции и инновации: материалы IV Междунар. науч. конф. – г. Челябинск, декабрь 2013 г. – С. 160–163.
10. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат; пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 798 с.
11. Ядровская М.В. Новые технологии моделирования в педагогике // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Философия. Психология. Педагогика. – 2014. – Т. 14, № 4–1. – С. 108–113.