

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МЯГКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ

APPLICATION OF SOFT COMPUTING TECHNOLOGY TO ASSESS STUDENT PERFORMANCE

Камалова Н.С., кандидат физико-математических наук, доцент, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Kamalova N.S., PhD in Physics and Mathematics, Docent, Associate professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Евсикова Н.Ю., кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой общей и прикладной физики, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Evsikova N.Yu., PhD in Physics and Mathematics, Docent, Head of the General and Applied Physics Department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Агафонова М.В., преподаватель СПО ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Agafonova M.V., College teacher, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация. В статье предлагается использовать нечёткие множества для разработки методики определения уровня формирования запланированных компетенций у студентов высшего учебного заведения по данным модульно-рейтинговой системы оценки успеваемости. В результате проведенных исследований выяснилось, что применение формализованного моделирования расширяет возможности оценки успеваемости студентов с учётом их намерений и особенностей организации учебного процесса.

Ключевые слова: формализованное моделирование, функции принадлежности, нечёткие множества, требуемые компетенции, успеваемость.

Abstract. The article proposes to use fuzzy sets to develop a methodology for determining the level of formation of planned competencies in students of a higher educational institution based on the data of a modular-rating system for assessing academic performance. As a result of the conducted research, it was found that the use of formalized modeling expands the possibilities for assessing students' academic performance, taking into account their intentions and the specifics of the organization of the educational process.

Keywords: formalized modeling, membership functions, fuzzy sets, required competencies, academic performance.

Оценка успеваемости студента является системной проблемой, поскольку отличается многоаспектностью, вызывает конфликты, постоянно изменяется, отвечая на требования

рынка труда и профессионального сообщества, а в некоторых ситуациях практически не требуется. В текущий момент соответствие квалификации выпускника высшего учебного заведения уровню бакалавра или магистра определяется степенью формирования компетенций, гарантирующей способность принимать обоснованные решения в реальных ситуациях [1, 2] с использованием широкого спектра методов систематизации доступной информации. Например, одна из общепрофессиональных компетенций (ОПК-1) формулируется так: «Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности». Для всех направлений подготовки бакалавров и специалистов обязательна универсальная компетенция (УК-1) – «Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий». Следовательно, в процессе выполнения учебного плана по выбранной специальности или направлению подготовки студент вырабатывает свою уникальную технологию принятия обоснованного решения проблемной ситуации, характерной для его будущей профессиональной деятельности. С другой стороны, его успеваемость может быть определена преподавателем по степени успешности выполнения заданий, наиболее приближенных к профессиональным задачам (например, кейс-заданий [3, 4]). При этом необходимо понимать, что уникальная технология формируется в процессе обучения в результате овладения широкой сферой способов разрешения различных проблем, методов моделирования процессов и ситуаций и навыков использования технических и программных средств, осуществляется путем накопления опыта успешного применения научных знаний при поиске решения стандартных задач. В системном анализе проект решения сложной противоречивой проблемы всегда представляет собой иерархическую структуру (дерево целей и задач), базовый уровень которой состоит из задач, имеющих однозначное решение в рамках требуемых критериев эффективности проекта в целом [5]. Таким образом, при оценке успеваемости студента необходимо учитывать уникальность технологии принятия решения каждого студента (намерения выполнить учебный план), доступные преподавателю средства оценивания и особенности текущей ситуации.

Цель данной работы – продемонстрировать возможности применения нечетких множеств для оценки успеваемости студентов. В отличие от традиционного математического подхода, использующего однозначно определенные операции синтаксиса формульных соотношений и преобразований, такие мягкие вычислительные процедуры, как нечеткие множества, оперируют понятиями, более приближенными к естественным конструкциям описания ситуаций. Вместе с тем, для конструирования соотношений в них используется синтаксис, близкий к математическим моделям.

По определению, нечетким множеством A , заданном на совокупности элементов x , называется множество упорядоченных пар $A = \{\mu_A(x), x\}$, составленных из элементов x и их функций принадлежности $\mu_A(x)$ [6-8]. Методы построения функций принадлежности определяются трактовкой и обычно задаются числами на интервале $[a, b]$. Наиболее часто используемыми являются линейные, треугольные, трапециевидные, гауссовские и колоколообразные зависимости. В применении к решаемой в данной работе проблеме можно понимать успеваемость студентов как долю выполнения заданий индивидуального плана к

концу отчетного периода (семестра). Неоднозначность исследуемой ситуации, по нашему мнению, состоит в том, что на этот параметр оказывают влияния следующие обстоятельства. Во-первых, в рамках компетентностного подхода студент, в принципе, волен сам определять количество заданий, необходимое для уверенности в своей способности применить усвоенную им информацию в своей профессиональной деятельности. С другой стороны, преподаватель может оценить степень формирования компетенции, в принципе, только по успеваемости студента. Кроме того, усвоение дисциплины не является единственной целью обучающихся, поэтому они выделяют на учебный процесс ограниченное количество времени, а преподаватели, согласно нормативам, проводят групповые занятия (на одного преподавателя должно приходиться 12 студентов). Поэтому рассмотрим более конкретную ситуацию.

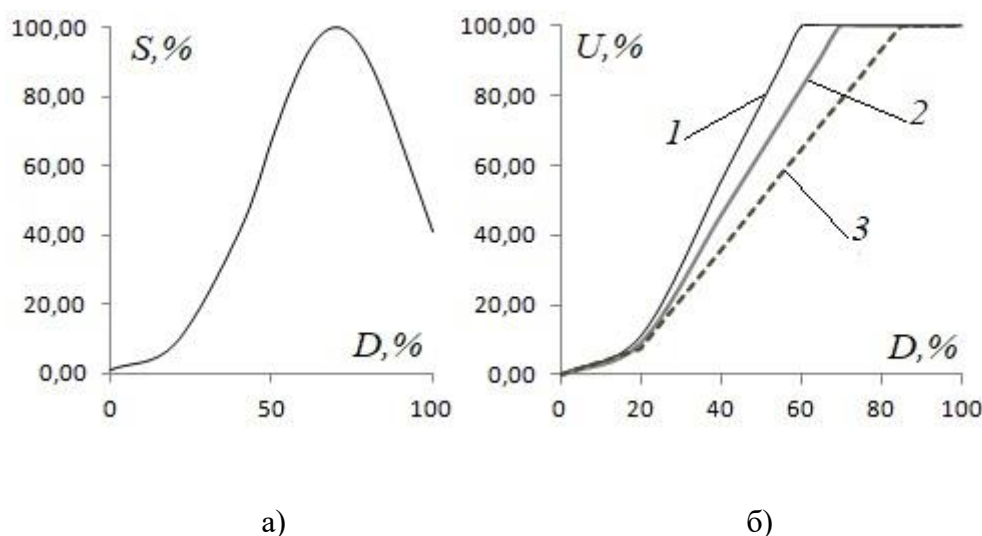


Рисунок 1 – Функции принадлежности для моделирования намерений студентов (а) и принципов оценки успеваемости преподавателем (б)

В рамках стохастической модели, представления студентов о достаточности выполнения учебного плана определяются гауссовской функцией принадлежности $S(D)$:

$$S(D) = e^{-0.5 \frac{(D-c)^2}{s^2}}, \quad (1)$$

где D – доля выполнения заданий по дисциплине в соответствии с рабочим планом преподавателя; c – достаточная, по мнению студентов, для гарантированного уровня итоговой аттестации величина D ; s – параметр, характеризующий неоднозначность выбора c в группе обучающихся. Например, для аттестации по текущей успеваемости, согласно модульно-рейтинговой системе [9], студенту достаточно выполнить 70 % заданий преподавателя. Тогда представление о необходимости выполнении учебного плана $S(D)$ достигнет максимума при $c = 70 \%$, а затем начнет уменьшаться в соответствии с (1) (см. Рис. 1а). Таким образом, в базовой модели оценки успеваемости студентов учтены их намерения по выбору степени заинтересованности в изучении дисциплины. В данном примере рассматривается достаточно заинтересованная группа, поскольку намерение выполнить все задания составляет 40 % от списочного состава студентов. С другой стороны, осознавая обстоятельства организации

учебного процесса (групповые занятия), преподаватели тоже оценивают в процессе общения уровень формирования компетенции, ориентируясь на необходимость выполнения минимального количества заданий. Поэтому их ожидания целесообразно моделировать с помощью линейной функции принадлежности:

$$U(x) = \begin{cases} 0, D \leq a \\ (D - a)/(b - a), a < D \leq b \\ 1, D > b \end{cases}, \quad (2)$$

где a – параметр характеризующий, процент выполнения, соответствующий тому факту, что студент приступил к обучению (например, выполнил 15 % заданий по дисциплине и посетил соответствующее количество занятий); b – достаточная доля выполнения учебного плана для положительной аттестации студента. В зависимости от уровня освоения дисциплины (базовый, продвинутый или средний) в рамках компетентного подхода преподаватель ожидает, что доля выполненных заданий составит 60 %, 70 % или 85 % (кривые 1, 2 и 3 на Рис. 1б, соответственно). В результате необходимости учёта влияния на успеваемость ожиданий студента и преподавателя, распределение вероятности выполнения рабочего плана дисциплины можно моделировать, как

$$F(D) = S(D) \cdot U(D). \quad (3)$$

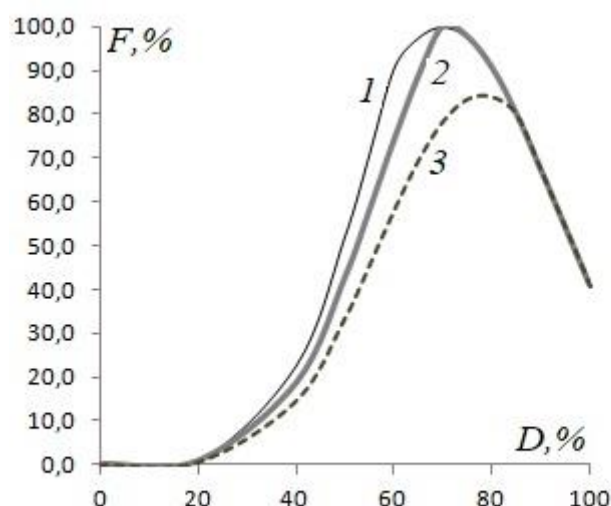


Рисунок 2 – Результаты вычислительного эксперимента

Модель была реализована с помощью электронных таблиц. Результаты вычислительного эксперимента приведены на рисунке 2. Анализ полученных данных позволяет оценить успеваемость студента очень просто. Если для успешной аттестации по контрольным оценочным материалам достаточно выполнить 65 % тестовых заданий, то успевающим студентам для базового уровня необходимо выполнить более 52 %, для продвинутого – более 62 % рабочего плана преподавателя.

В заключение хотелось бы заметить, что предложенный подход позволяет оценивать успеваемость студентов с учётом обстоятельств организации учебного процесса, намерений студентов и представлений преподавателя. Интересным оказался тот факт, что на вероятность

полного выполнения всех заданий влияет только намерения студентов, а жёсткость требований преподавателя определяет только минимальную величину степени выполнения рабочего плана дисциплины и максимум в распределении вероятности $F(D)$. Таким образом, аппарат нечётких множеств позволяет разработать методику оценки успеваемости студента по данным модульно-рейтинговой системы в соответствии с требованиями формирования требуемых компетенций с учетом обстоятельств протекания учебного процесса и мотивации обучающихся.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. К вопросу о применении тестирования при проверке качества образования / Н.С. Камалова, Н.Ю. Евсикова, А.А. Полумиско, К.А. Уварова, А.М. Хворых // Современные технологии непрерывного обучения школа – вуз : Материалы X Всероссийской научно-методической конференции, Воронеж, 21 марта 2023 года. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2023. – С. 97-98.
2. Авдашкин, А.А. Подходы к определению понятия "качество образования" / А.А. Авдашкин, А.А. Пасс // Научно-методическое обеспечение оценки качества образования. – 2018. – № 2 (5). – С. 21-26.
3. Лузан Е. Н. Кейс как образовательная технология/ Е. Н. Лузан // Вестник БГУ. – 2012. – № 1 (1). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/keys-kak-obrazovatel'naya-tehnologiya> (дата обращения: 12.04.2025).
4. Андруник, А.П. Применение кейс-метода в образовательном процессе / А.П. Андруник, А.В. Бирик // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. – 2017. – № 3 (75). – С. 144-146.
5. Новосельцев, В.И. Теоретические основы системного анализа / В.И. Новосельцев, Б.В. Тарасов, В.К. Голиков, Б.Е. Демин; под ред. В.И. Новосельцева. – Москва: Майор, 2006. – 592 с.
6. Шведов, А.С. О нечетких множествах типа 2 и нечетких системах типа 2 / А.С. Шведов // Итоги науки и техники. Серия «Современная математика и ее приложения. Тематические обзоры». – 2019. – Том 165. – С. 114-122.
7. Чернов, В.Г. Нечеткие множества. Основы теории и применения : учеб. пособие / В.Г. Чернов ; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2018. – 156 с.
8. Басков, О.В. Нечеткие множества второго порядка и их применение в принятии решений. Общие понятия / О.В. Басков, В.Д. Ногин // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2021. – № 1. – С. 3-14.
9. Модульно-рейтинговая система аттестации и контроль качества обучения студентов / Н.Н. Матвеев, В.И. Лисицын, Н.С. Камалова, Н.Ю. Евсикова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Проблемы высшего образования. – 2015. – № 3. – С. 28-33.

REFERENCES

1. On the use of testing in assessing the quality of education / N.S. Kamalova, N.Yu. Evsikova, A.A. Polumisko, K.A. Uvarova, A.M. Khvorykh // Modern technologies of continuous learning school - university: Proceedings of the X All-Russian scientific and methodological conference, Voronezh, March 21, 2023. – Voronezh: Voronezh State University of Engineering Technologies, 2023. – P. 97-98.
2. Avdashkin, A.A. Approaches to defining the concept of "quality of education" / A.A. Avdashkin, A.A. Pass // Scientific and methodological support for assessing the quality of education. – 2018. – No. 2 (5). – P. 21-26.
3. Luzan E.N. Case as an educational technology / E.N. Luzan // Bulletin of BSU. – 2012. – No. 1 (1). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/keys-kak-obrazovatel'naya-tehnologiya> (дата обращения: 12.04.2025).
4. Andrunik, A.P. Application of the case method in the educational process / A.P. Andrunik, A.V. Bibik // Bulletin of the St. Petersburg University of the Ministry of Internal Affairs of Russia. – 2017. – No. 3 (75). – P. 144-146.
5. Novosel'tsev, V.I. Theoretical foundations of system analysis / V.I. Novosel'tsev, B.V. Tarasov, V.K. Golikov, B.E. Demin; edited by V.I. Novosel'tsev. – Moscow: Major, 2006. – 592 p.
6. Shvedov, A.S. On fuzzy sets of type 2 and fuzzy systems of type 2 / A.S. Shvedov // Results of science and technology. Series "Modern Mathematics and its Applications. Thematic reviews". – 2019. – Vol. 165. – P. 114-122.
7. Chernov, V.G. Fuzzy sets. Fundamentals of theory and application: textbook / V.G. Chernov; Vladimir. state University named after A.G. and N.G. Stoletovs. – Vladimir: VLSU Publishing House, 2018. – 156 p.
8. Baskov, O.V. Second-order fuzzy sets and their application in decision making. General concepts / O.V. Baskov, V.D. Nogin // Artificial intelligence and decision making. – 2021. – No. 1. – P. 3-14.
9. Modular-rating system of certification and quality control of student education / N.N. Matveev, V.I. Lisitsyn, N.S. Kamalova, N.Yu. Evsikova // Bulletin of Voronezh State University. Series: Problems of Higher Education. – 2015. – No. 3. – P. 28-33.