

УДК 004.9:378.1

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ КОМПЕТЕНТНОСТЬЮ СТУДЕНТОВ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Андреева Т.В., Сальников И.И.

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»,
Пенза, e-mail: atv@penzgtu.ru*

В статье рассмотрены вопросы создания методики оценивания компетентности студентов в научно-исследовательской и инновационной деятельности и средств информационной поддержки принятия решений при построении индивидуализированных траекторий научных исследований и инновационной деятельности студентов вуза. Методика оценивания компетентности студентов в научно-исследовательской и инновационной деятельности базируется на использовании свертки нечетких чисел, представляющих оценки степени влияния различных видов такой деятельности на формирование научно-исследовательских и инновационных компетенций и оценки результатов участия студентов в различных формах научных исследований и инноваций. Разработана база знаний в виде семантической сети и продукционных правил, позволяющая сформировать обоснованные рекомендации по участию студентов в научно-исследовательской и инновационной деятельности и обеспечить интеллектуальную поддержку принятия решений при построении индивидуализированных траекторий научных исследований и инновационной деятельности студентов.

Ключевые слова: научно-исследовательская работа студентов, инновационная деятельность студентов, компетентность, оценивание, поддержка принятия решений, управление

INFORMATION DECISION-MAKING SUPPORT IN THE COMPETENCE MANAGEMENT OF STUDENTS' RESEARCH AND INNOVATIVE ACTIVITIES

Andreyeva T.V., Salnikov I.I.

Penza State Technological University, Penza, e-mail: atv@penzgtu.ru

The article deals with the questions of the technique creation of evaluating the competence of students' research and innovative activities and means of the information decision-making support of developing the individualized trajectories of students' scientific research and innovative activity at higher schools. The technique of evaluating the competence of students' research and innovative activities is based on using the convolution of the fuzzy numbers. These fuzzy numbers are estimates of influence degree of different types of such activities on formation of research and innovative competences and estimates of students' participation results in various forms of scientific research and innovations. The knowledge base in the form of semantic network and production rules have been developed. This tool allows to create reasonable recommendations about students' participation in research and innovative activities and to provide intellectual decision-making support for creation of the individualized trajectories of students' scientific research and innovative activity.

Keywords: students' research work, students' innovative activity, competence, evaluating, decision-making support, management

Реализация компетентностного подхода в государственной системе высшего образования сопряжена с необходимостью разработки вузами процедур оценивания уровня компетенций, приобретаемых студентами. Несмотря на очевидный значимый вклад компетенций научно-исследовательской и инновационной деятельности (НИД) в компетентность выпускника, процесс их формирования и оценивания в вузе зачастую не имеет системного характера, что ограничивает возможность управления НИД студентов вуза [1]. Это определило цель настоящего исследования – разработка методики оценки компетентности студентов в НИД и средств интеллектуальной поддержки принятия решений при построении индивидуализированных траекторий научных исследований и инновационной деятельности для совершенствования системы управления НИД студентов.

Для решения указанной задачи необходимо, в первую очередь, составить перечень компетенций НИД студентов на основе анализа федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по различным направлениям подготовки. Оценка уровня сформированности научно-исследовательских и инновационных компетенций и компетентности студентов в НИД возможна с применением методов экспертного оценивания и аппарата теории нечетких множеств с учетом результативности участия студентов в различных формах НИД. В качестве средств интеллектуального анализа данных для построения индивидуализированных исследовательских траекторий может быть предложена база знаний в виде семантической сети для хранения знаний о взаимосвязи между компетенциями НИД и уровнями их сформированности у студентов, видами и формами НИД студентов и уровнями их сложности.

Применение предлагаемых средств позволяет повысить объективность оценки научно-исследовательской и инновационной компетентности студентов и обеспечить интеллектуальную поддержку принятия решений при построении индивидуализированных траекторий научных исследований и инновационной деятельности, усовершенствовать систему управления НИД студентов в вузе.

Методика оценивания компетентности студентов в научно-исследовательской и инновационной деятельности

Разработка методики оценивания компетентности студентов в научно-исследовательской и инновационной деятельности предполагает решение ряда задач:

– установление взаимосвязи между приобретаемыми компетенциями и видами и формами НИД, в процессе которых они формируются у студентов, и определение степени влияния каждой формы НИД на формирование отдельной компетенции;

– определение на основании полученных сведений и балльных оценок, полученных студентами в результате участия в различных видах и формах НИД, уровня сформированности научно-исследовательских (НИК) и инновационных компетенций (ИК) студента;

– определение степени влияния каждой компетенции на компетентность студента в научно-исследовательской и инновационной деятельности;

– собственно оценка научно-исследовательской и инновационной компетентности студента.

В результате анализа федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по различным направлениям подготовки бакалавров, специалистов и магистров выделены инвариантные к направлению подготовки группы компетенций, формирование которых призваны обеспечивать соответственно научно-исследовательская и инновационная деятельность студентов.

Привести полный список научно-исследовательских и инновационных компетенций студентов в рамках данной статьи не представляется возможным. Так, например, к НИК относятся: способность к определению общих форм и закономерностей предметной области (НИК-I); способность видеть и формулировать проблему, понимать и определять цель и задачи исследовательской работы (НИК-II); ...; способность в составе научно-исследовательского коллектива решать исследовательские задачи (НИК-XV). К ИК, например, относятся:

способность и готовность к непрерывному образованию, к постоянному профессиональному развитию в области профессиональной деятельности (ИК-I); способность к критическому переосмыслению накопленного опыта, изменению при необходимости вида и характера профессиональной деятельности, к переобучению и самообучению, профессиональной мобильности (ИК-II); ...; владение иностранными языками, предполагающее способность к свободному бытовому, деловому и профессиональному общению (ИК-XV).

В развитие подхода [3] к установлению связи между «компетенциями исследовательской области компетентности и основными видами НИРС» в виде матрицы сопряжения были получены с применением экспертных процедур и методов теории нечетких множеств оригинальные данные о влиянии форм НИД студентов на формирование НИК и ИК (таблица). При помощи группы из 10 экспертов была установлена взаимосвязь между приобретаемыми компетенциями и видами и формами НИД студентов. В ходе коллективного обсуждения эксперты выработали единое мнение о степени влияния видов и форм НИД студентов на формирование НИК и ИК, представленной в виде совокупности нечетких треугольных чисел (рис. 1).

$$\mu_1(x) = \begin{cases} -5x + 1, & 0 \leq x < 0,2, \\ 0, & 0,2 \leq x \leq 1; \end{cases}$$

$$\mu_2(x) = \begin{cases} 5x, & 0 \leq x < 0,2, \\ -5x + 2, & 0,2 \leq x < 0,4, \\ 0, & 0,4 \leq x \leq 1; \end{cases}$$

$$\mu_3(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x < 0,2, \\ 5x - 1, & 0,2 \leq x < 0,4, \\ -5x + 3, & 0,4 \leq x < 0,6, \\ 0, & 0,6 \leq x \leq 1; \end{cases}$$

$$\mu_4(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x < 0,4, \\ 5x - 2, & 0,4 \leq x < 0,6, \\ -5x + 4, & 0,6 \leq x < 0,8, \\ 0, & 0,8 \leq x \leq 1; \end{cases}$$

$$\mu_5(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x < 0,6, \\ 5x - 3, & 0,6 \leq x < 0,8, \\ -5x + 5, & 0,8 \leq x \leq 1; \end{cases}$$

$$\mu_6(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x < 0,8, \\ 5x - 4, & 0,8 \leq x \leq 1. \end{cases}$$

Пример оценки влияния форм НИД студентов на формирование НИК-I

Наименование форм НИД студентов	НС	НОБ	ДБ	Б	ОБ	ЧБ
Участие в работе студенческих конструкторских бюро и научно-исследовательских лабораторий		+				
Участие в работе научных обществ	+					
Участие в работе научных кружков и проблемных групп	+					
Участие в НИР, выполняемых в инициативном порядке под руководством преподавателя			+			
Участие в НИР, выполняемых в подразделении вуза с представлением отчета о НИР				+		
Участие в конкурсах НИР			+			
Участие в выставках научно-технического творчества молодежи			+			
Выступление с докладами на конференциях				+		
Публикация статей					+	
Участие в конкурсах грантов: поданные заявки			+			
Участие в конкурсах грантов: выигранные конкурсы						+
Внедрение результатов научных исследований				+		

Лингвистическая переменная «Степень влияния форм НИД студентов на формирование компетенции» имеет терм-множество значений «несущественное», «не очень большое», «довольно большое», «большое», «очень большое», «чрезвычайно большое» (НС, НОБ, ДБ, Б, ОБ, ЧБ, соответственно).

Для оценивания уровня сформированности НИК и ИК отдельного студента воспользуемся универсальной «методологией синтеза сводного показателя для систем поддержки принятия решений» [4]. При этом задача определения уровня сформированности компетенций по степени участия в НИД студентов сводится к задаче упорядочивания элементов множества U , состоящего из n компетенций, по критериям из множества G , состоящего из m форм НИД студентов. Оценки, полученные студентом по формам НИД и приведенные к 100-балльной шкале, представимы в виде нечетких треугольных чисел (рис. 2):

$$\eta_1(x) = \begin{cases} -0,04x + 2, & 25 \leq x < 50, \\ 0, & 50 \leq x \leq 100; \end{cases}$$

$$\eta_2(x) = \begin{cases} 0,04x - 1, & 25 \leq x < 50, \\ -0,04x + 3, & 50 \leq x < 75, \\ 0, & 75 \leq x \leq 100; \end{cases}$$

$$\eta_3(x) = \begin{cases} 0, & 25 \leq x < 50, \\ 0,04x - 2, & 50 \leq x < 75, \\ -0,04x + 4, & 75 \leq x \leq 100; \end{cases}$$

$$\eta_4(x) = \begin{cases} 0, & 25 \leq x < 75, \\ 0,04x - 3, & 75 \leq x \leq 100. \end{cases}$$

$$W = \left(\frac{\mu(g_1)}{g_1}, \frac{\mu(g_2)}{g_2}, \dots, \frac{\mu(g_m)}{g_m} \right);$$

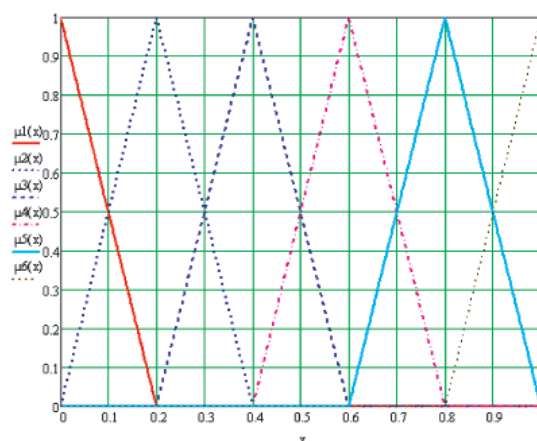


Рис. 1. Степени влияния форм НИД студентов на формирование компетенций

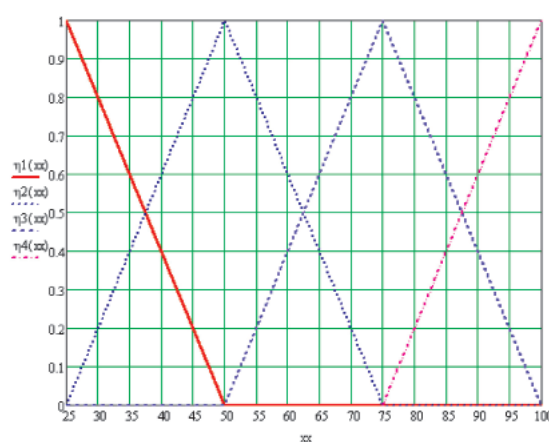


Рис. 2. Графическое представление множества оценок

Степени влияния W форм НИД студентов на формирование компетенции представим в виде вектора-строки длиной m , совокупность оценок G , полученных студентами

в результате участия в НИД, – в виде вектора-столбца длиной m :

$$G = \begin{pmatrix} \frac{\eta_{g_1}(u_k)}{u_k} \\ \frac{\eta_{g_2}(u_k)}{u_k} \\ \dots \\ \frac{\eta_{g_m}(u_k)}{u_k} \end{pmatrix}.$$

Тогда оценка уровня сформированности k -й компетенции студента находится как композиция (свертка) двух множеств нечетких треугольных чисел и также представляется собой нечеткое треугольное число

$$K = W \circ G = \frac{\lambda_{K_k}(u_k)}{u_k}.$$

Упорядочив точки пересечения функций принадлежности полученных треугольных чисел, получим вектор $K = (K_1, K_2, \dots, K_n)$ оценок уровней сформированности компетенций отдельного студента.

Далее экспертами были определены путем ранжирования степени влияния каждой компетенции на свой класс (исследовательских или инновационных) компетенций. Весовые коэффициенты компетенций определялись по правилу Фишберна, проверка согласованности экспертных оценок проводилась с использованием коэффициента конкордации, для определения значимости которого применялся критерий Пирсона «хи-квадрат».

Уровень компетентности в научно-исследовательской и инновационной деятельности зависит от уровня сформированности НИК и ИК, а также от веса, характеризующего степень влияния компетенции:

$$C = \sum_{i=1}^n \beta_i \cdot K_i,$$

где β_i – весовой коэффициент влияния i -й компетенции на формирование компетентности; K_i – уровень сформированности i -й компетенции. Использование аддитивной свертки векторного критерия в данном случае обусловлено тем, что невысокое значение уровня сформированности одной из компетенций может быть скомпенсировано более высоким значением по другой компетенции, влияющей на формирование компетентности.

Приняв значения научно-исследовательской компетентности C_N и инновационной компетентности C_I равновесными, получим интегральную оценку компетентности

студента в научно-исследовательской и инновационной деятельности:

$$C = \frac{1}{2}(C_N + C_I).$$

Представленная методика оценивания исследовательских и инновационных компетенций студентов позволяет выработать обоснованные рекомендации по дальнейшему участию студентов в НИД и построить индивидуализированные траектории научных исследований и инновационной деятельности.

Построение индивидуализированных траекторий научно-исследовательской и инновационной деятельности студентов

Система поддержки принятия решений (СППР) при управлении компетентностью студентов в НИД включает базу данных для хранения информации о студентах и результатах их участия в различных видах и формах НИД; модуль обработки данных для определения уровня сформированности НИК и ИК студентов; базу знаний в виде продукционных правил для хранения знаний о взаимосвязи элементов семантической сети; базу данных полученных решений в виде обоснованных рекомендаций студентам по участию в НИД. Тогда СППР формально может быть представлена в виде

$$DSS = \langle BD, M, BK, A \rangle,$$

где BD – база данных; M – множество методов анализа данных; BK – база знаний; A – множество пользователей (студенты, преподаватели, лица, принимающие решения, администраторы).

Представленный на рис. 3 фрагмент семантической сети позволяет описать экспертные знания для решения задачи построения индивидуализированной траектории студента в НИД.

По результатам участия в различных формах НИД студентов, список которых приведен в таблице, студент за весь период участия в НИД получает балльную оценку по каждому виду деятельности. Например, оценка участия студента в выставках научно-технического творчества молодежи определяется уровнем выставки (вузовский, региональный, всероссийский, международный) и достигнутым результатом (свидетельство участника, диплом за призовое место, диплом победителя). Кроме этого, каждая из форм НИД студентов имеет определенный уровень сложности (легкий, базовый, сложный). Производится отнесение уровней сформированности НИК и ИК студентов к одному из классов – низкий, средний или

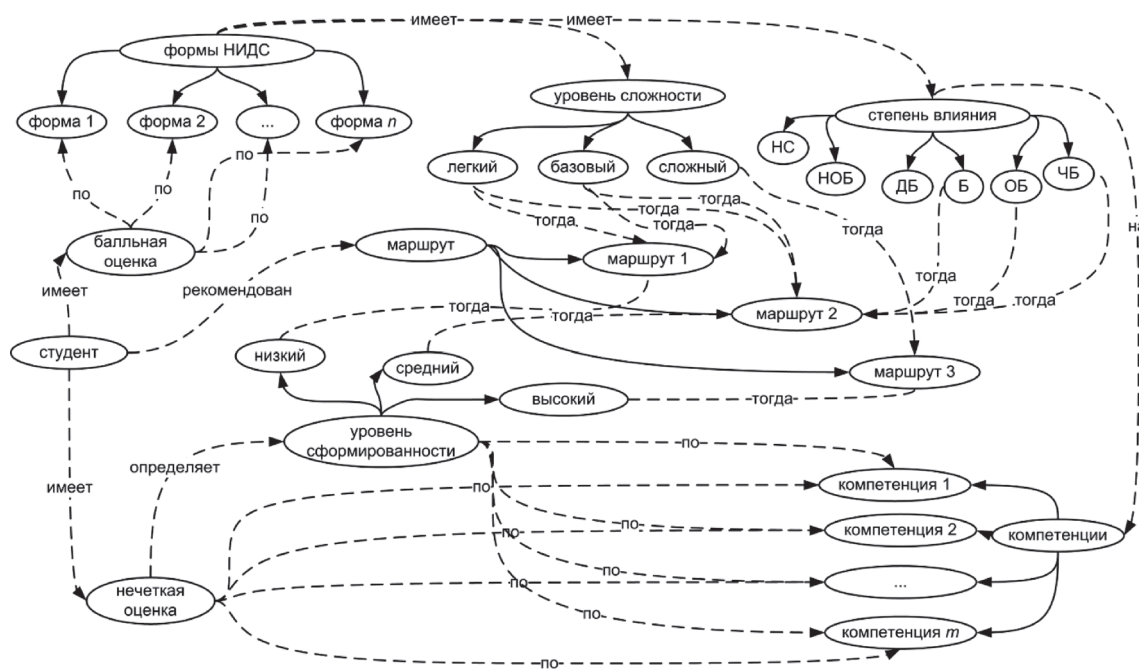


Рис. 3. Фрагмент семантической сети представления знаний

высокий. На основе анализа указанных данных студенту рекомендуется один из вариантов исследовательского маршрута.

На основе имеющихся знаний возможно формирование продукционных правил, например:

– если <уровень сформированности компетенции низкий>, то <рекомендовать участие в формах НИД с уровнем сложности, меньшим или равным базовому>;

– если <уровень сформированности компетенции средний>, то <рекомендовать участие в формах НИД со степенью влияния, равной «Б» или «ОБ» или «ЧБ», и уровнем сложности, меньшим или равным базовому>;

– если <уровень сформированности компетенции высокий>, то <рекомендовать участие в формах НИД с уровнем сложности, равным сложному>.

Разработанные методика оценивания компетентности студентов в НИД и система поддержки принятия решений для построения индивидуализированных траекторий НИД студентов использованы при создании системы информационного сопровождения научно-исследовательской и инновационной деятельности студентов в Пензенском государственном технологическом университете [2, 5].

Заклучение

Предложена методика оценивания компетентности студентов в научно-исследовательской и инновационной деятельности, включающая определение уровней сформированности научно-исследовательских и инновационных компетенций студентов с применением методов теории нечетких множеств.

На основе разработанных семантической сети и продукционных правил предложена система поддержки принятия решений для построения индивидуализированных траекторий научно-исследовательской и инновационной деятельности студентов. Применение предложенной методики и средств интеллектуального анализа данных об уровнях сформированности научно-исследовательских и инновационных компетенций студентов позволяет обеспечить информационную поддержку процесса принятия решений при управлении компетентностью студентов в рассматриваемых видах деятельности, повысить эффективность и усовершенствовать систему управления научно-исследовательской и инновационной деятельностью студентов вуза.

Список литературы

1. Андреев П.Г. Особенности научно-исследовательской работы магистрантов в техническом вузе / П.Г. Андреев, Н.К. Юрков, А.Н. Якимов // Университетское образование: сборник статей XVIII Международной научно-методической конференции, посвященной 200-летию со дня рождения М.Ю. Лермонтова. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2014. – С. 12–13.
2. Андреева Т.В. Информационная система для организации научно-исследовательской и инновационной деятельности студентов вуза // Современные информационные технологии: сборник трудов международной научно-технической конференции. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. ун-та, 2014. – Вып. 19. – С. 220–225.
3. Котлярова Е.А. Динамическая оценка исследовательской компетентности студентов в системе управления НИРС // Университетское управление: практика и анализ. – 2010. – № 6. – С. 38–44.
4. Осипов Г.С. Многокритериальный выбор альтернатив методом свертки нечетких чисел / Г.С. Осипов, Н.С. Вашикидзе, Г.В. Филиппова // Ceteris Paribus. – 2016. – № 3. – С. 19–23.
5. Andreyeva T.V. The Information System Structure of Monitoring and Decision-Making Support for Students' Research and Innovative Activities Management at Higher Schools / T.V. Andreyeva, V.A. Chulkov // Innovative Information Technologies: Materials of the International scientific-practical conference. – M.: HSE, 2014. – Part 1. – P. 15–21.