

МОДЕЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ПЕДАГОГА НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН

MODELLING OF THE TEACHER'S ACTIVITY BASED ON FUZZY SUBSTANTIATION

Метою роботи є обґрунтування доцільності математичного моделювання професійної діяльності викладача на основі теорії нечітких множин в контексті інтегративного підходу. Методологія дослідження передбачає одночасний розгляд кількох (в ідеалі – усіх) складових діяльності викладача. Нечіткий підхід математизує ситуацію і сприяє чіткості її розгляду, і, на відміну від традиційного математичного моделювання, акцентує якісні оцінки, зосереджуючи увагу на суті педагогічних явищ. Наукова новизна дослідження полягає у використанні інтегративного підходу для координації аспектів професійної діяльності викладача, використовуючи поняття міри розподілу в моделях нечіткого вибору такої діяльності. Конкретизовано теоретичні положення теорії нечітких множин на прикладі профілактики і дослідження процесу професійного вигорання викладача. Оскільки на сьогодні знайдено застосування лише для елементарної алгебри нечітких множин, у нашому дослідженні робиться спроба використати теорію і методологію нечітких множин у процесі інтеграції складових професійної діяльності викладача на прикладі аналізу синдрому професійного вигорання. Ефективність такого підходу підтверджується тим, що практично усі педагогічні явища за своєю природою є нечіткими, а ефективна професійна діяльність викладача вимагає інтеграції її окремих аспектів. Висновки: переважна більшість моделей, що стосуються проблем професійної діяльності викладача представляють окремі аспекти діяльності викладача чи його професійної підготовки, однак практично ніде не моделюється процес професійної діяльності в єдності всіх його аспектів. Водночас, використання нечіткого підходу має ряд переваг перед традиційними методами. Природно, що нечіткий підхід повинен поєднуватися з іншими загальноприйнятими підходами. Найбільш перспективним є розвиток математичного моделювання професійної діяльності викладача як інтеграції декількох різних нечітких математичних моделей у концептуальну модель діяльності.

Ключові слова: моделювання, професійна діяльність, викладач, єдність, інтегративний підхід, нечіткий підхід.

The goal of the article is to make fuzzy substantiation of the reasonability of mathematical modeling of teachers' professional activity in the context of integrative approach. Methodology of the research involves simultaneous consideration of some (perfectly – all) components of teachers' activity. The fuzzy method mathematizes the situation and contributes to clarity of its consideration, and, contrary to the traditional mathematical modeling, stresses the quality characteristics, focusing on the essence of pedagogical phenomena. Scientific novelty of the research is in the use of an integrative approach to coordinate the aspects of teachers' professional activity, applying the concept of measure of such activity distribution in the models of fuzzy choice. The work specifies theoretical principles of the fuzzy sets theory on the example of preventive inspection and study of the process of teachers' professional burnout. Nowadays, practical application is only found for the elementary algebra of fuzzy sets, and the current research is an attempt to use the theory and methodology of fuzzy sets in the process of integration of the constituents of teachers' professional activity on the example of analysis of the professional burnout syndrome. Efficiency of such approach is confirmed by the fact that almost all pedagogical phenomena are fuzzy by their nature, whereas the efficient professional activity of teachers requires integration of its all aspects. Conclusion. Most models that refer to the problem of teachers' professional activity represent individual aspects of teachers' activity or their professional training. However, the process of professional activity as an integrity of all aspects is almost nowhere modeled. Moreover, use of the fuzzy approach has some advantages over the traditional methods. Therefore, the fuzzy method should be combined with other generally accepted approaches. The most prospective one is development of the mathematical modeling of teachers' professional activity as an integration of several different fuzzy mathematical models into a conceptual model of activity. **Key words:** modeling, professional activity, teacher, integrative approach, fuzzy approach.

УДК 377.01

DOI <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2022/46.21>

Дутка Г.Я.,

докт. пед. наук, професор,
професор кафедри вищої математики
Львівського національного університету
імені Івана Франка

Гаврилюк М.В.,

канд. пед. наук,
доцент кафедри іноземних мов
Національного університету
«Львівська політехніка»

Якимович Т.Д.,

канд. пед. наук,
доцент кафедри теорії і методики
технологічної освіти, креслення
та комп'ютерної графіки
Національного педагогічного
університету імені М.П. Драгоманова

Постановка проблеми. Поняття, якими оперує педагогічна наука надзвичайно складні і багатопланові. У діяльності вчителя поєднується консервативний характер і необхідність творчого відношення вчителя до праці. Математичне моделювання професійної діяльності вчителя в широкому значенні об'єднує можливості використання сучасного математичного апарату і кібернетики, теорії інформації і комп'ютерної техніки, синергетичного й інтегративного підходу. Ряд проблем професійної діяльності фахівців успішно вирішуються шляхом науково обґрунтованого їх моделювання із залученням традиційних і новітніх уявлень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Переважна більшість педагогічних досліджень «внаслідок суб'єктивності людського мислення, приблизного характеру оцінок і лінгвістичного опису є нечіткими за своєю природою і вимагають для належного опису відповідного поняттєвого апарату» [7, с. 100]. Створення такого апарату пов'язане з ім'ям Л. Заде [16], який у 1965 році запропонував теорію нечітких множин, яка стала могутнім інструментом для розв'язання широкого кола проблем, де значне місце займають суб'єктивні, неформалізовані і неструктуровані знання [16]. Таким чином, педагогічний процес має

нечітку логіку, яка означає його логічну неоднорідність і нерівномірність.

У розробці математичного моделювання професійної діяльності вчителя ми спиралися на наукові розробки таких вчених як Вагин В. [2], Ительсон Л., Подласий І., Bersini Н., Fung L., Furukawa В., Kasprzyk J. [15], а також основи нечіткого підходу (Іванова В., Кушнір В., Ягер М., Фу Л.С., Шубін І., Bellman R., Borkowski L., Gero J., Tanaka K., Zadeh L. [16], Jakubowski M. [14] та інших.

Напрями застосування апарата нечіткої логіки для розв'язання завдань педагогічної діагностики та для оцінки репрезентативності експерта активно вивчали І. М. Цідило та Л. Е. Гризун [3; 13]. Аналіз проблеми застосування теорії нечітких множин для оцінки ефективності просування студента освітньою траєкторією покладено в основу наукових досліджень М. Мальтекбасова та М. Скиби [5].

Основи нечіткої логіки як важливий компонент фахової підготовки майбутніх вчителів математики та інформатики розглядали у своїх працях М. Родионов, І. Акімова, Г. Шабанов, Ю. Рамський, І. Твердохліб [8; 9].

Науковці А. Большаков, І. Вешнева, Л. Мельников., Л. Перова [1], а також І. Цідило, О. Туржанська [11; 12], широко досліджували застосування теорії нечітких множин до задач оцінки й управління формування компетенцій; програмні комплекси та середовища нечіткого моделювання педагогічних явищ.

Науковці А. Слепцов, М. Зоденкамп описували м'які та нечіткі знання в прийнятті управлінських рішень [10]. М. Коляда – програмні пакети для педагогічного прогнозування на засадах теорії нечітких множин [4].

Можливості нечіткого підходу в професійній діяльності вчителя перебувають нині на стадії розробки варіативних моделей. Одночасний розгляд результативності процесу навчання і предметно-методичної підготовки вчителя можна розглядати як показник і чинники його професійної діяльності. Переваги такого підходу, розробленого для виробничих умов у праці «Нечетные множества и теория возможностей: последние исследования» [6, с. 352], полягає в тому, що, оскільки вчитель мислить нечіткими поняттями, то евристична модель, в якій використовуються лінгвістичні змінні, повинна давати кращу пізнавальну імітацію, ніж модель, заснована на традиційних методах. Внаслідок реалізації нечіткого алгоритму буде отримана функція належності до нечіткої множини. Таким чином, однією важливих проблем моделювання професійної діяльності вчителя є математичне моделювання на основі теорії нечітких множин, зокрема за допомогою лінгвістичних змінних.

Мета статті. Основним завданням пропонованої статті є обґрунтування доцільності

математичного моделювання професійної діяльності вчителя на основі теорії нечітких множин. Оскільки це завдання є надто широким, ми обмежилися важливим прикладом використання нечітких лінгвістичних змінних.

Виклад основного матеріалу. Нечіткий підхід одночасно математизує ситуацію і сприяє чіткості її розгляду, акцентуючи якісні оцінки, зосереджуючи увагу на суті явищ. На наш погляд, поняття міри розподілу доцільно використати в моделях нечіткого вибору професійної діяльності вчителя. Відмінність в мірі розподілу відображає відмінність в мірі ясності між твердженнями про вибір альтернатив. Природно, що постійна необхідність вибору альтернативи є одним з атрибутів діяльності вчителя.

Формально лінгвістична змінна представляється п'ятіркою $\langle X, T(X), U, G, F \rangle$, де: X – назва змінної; $T(X)$ – терм-множина змінної X ; U – універсальна множина з базовою змінною u ; G – синтаксичне правило, що породжує назви (терми) Y значень змінної X ; F – семантичне правило, яке ставить у відповідність кожній нечіткій змінній Y її значення $F(Y)$, тобто маємо нечітку підмножину $F(Y)$ універсальної множини U . Як один з підходів до такого дослідження пропонуємо використати міру ефекту розрізнення інформації про нечіткі об'єкти.

Нехай, наприклад, маємо два висловлювання: p («вчитель вчить учня»), q («вчитель вчить людину»). Зв'язок між цим двома висловлюваннями полягає в тому, що якщо твердження p істинне, то q також обов'язково мусить бути істинним. Формально це записується у вигляді: $p \rightarrow q$, що означає « p спричиняє q ».

Розглянемо два твердження: p (« $Y \in P$ »), q (« $Y \in Q$ »), де Y – суб'єкт тверджень; P і Q – окремі предикати, що характеризують суб'єкт Y . Предикати P і Q представлені у вигляді множин (чітких або нечітких). Якщо $P \subseteq Q$, то $p \rightarrow q$. В цьому випадку кажуть, що твердження p більш інформативне, ніж твердження q . Міру розрізнення об'єктів визначають як міру розділення множин, що характеризують кожний об'єкт [6].

Для ідентифікації об'єкта необхідно мати опис властивостей різної розмірності. Для ідентифікації поняття «хороший вчитель» необхідний опис ряду таких ознак як предметні знання, педагогічна майстерність, методична підготовка і т.п. Якщо збільшувати розмірність предиката, який характеризує суб'єкти, то буде зростати інформативність відповідного висловлювання.

Наприклад, для двох висловлювань pV («Вітольд вчитель з якісними предметними знаннями, що володіє педагогічною майстерністю і методичною підготовкою») і qV («Вітольд вчитель з якісними предметними знаннями, що володіє педагогічною майстерністю»), маємо $p \rightarrow q$. Іншими словами, твердження pV , що містить опис

методичної підготовки вчителя, більш інформативне, ніж твердження qV без нього.

При творчому підході людина, яка приймає рішення, повинна щось зробити для того, щоб усунути розходження між промодельованим виходом і виходом реальної проблеми. Одним з перевірених часом методів для цієї мети є «розмивання» обчисленого виходу. Щоб проілюструвати це, покладемо, що вихід альтернативи для перевірки шляхом тестів творчого рівня вчителів дорівнює 247 вчителів в деякому регіоні країни. Цей результат соціолог може представити «приблизно 250 вчителів» або «трохи меншим 250 вчителів». Образ дії, за допомогою якого «розмивається» ситуація, залежить від таких чинників, як спосіб моделювання проблеми і упередженість приймаючої рішення людини при недостатній інформації.

Такий нечіткий вихід розглядається як оцінка рівня творчості викладацького корпусу в регіоні для даної альтернативи. Строгість у твердженні «кількість творчо працюючих вчителів рівна 247 чоловік» повністю виключає можливість того, що їх число 446 чоловік. У протилежність цьому, твердження «кількість творчо працюючих вчителів досягає приблизно 250 чоловік» не усуває можливості того, що їх нараховується 246 або 253.

Тому нечітке твердження більш придатне для складних проблем. Коли проблемна ситуація нестійка і складна, її буде супроводити нечіткість у виході і виграші кожної альтернативи, а також в рівні бажання приймаючої рішення людини. Шуканий рівень називають нечітким, якщо той визначається як нечітка підмножина, наприклад, як «близько 250 осіб».

Так, у наведеному нами прикладі істотною є наявність достатньої кількості творчо працюючих вчителів, а не їх точне число. Таким чином, нечіткий підхід, зокрема при вивченні творчої діяльності вчителя, сприяє розвитку досліджень суті явища, а не його статистичної характеристики.

Професійне вигоряння – вкрай негативне явище, що послаблює фахову діяльність людини. Для багатьох професій, виконання професійних функцій тісно пов'язане з ризиком професійного вигоряння. Насамперед це торкається професій, які вимагають близьких інтерперсональних контактів і емоційної віддачі.

Сучасна школа ставить все вищі вимоги, особливо такі, які інтенсивно втягують вчителя в процес освіти і створюють умови для багатьох стресових ситуацій. Емоційне навантаження, якому піддаються вчителі в зв'язку з перманентними реформами, змінами навчальних програм, замінами підручників створює почуття недостатньої стабільності, а також почуття сумніву в результатах власної праці.

Якщо вчитель зобов'язаний вчити класи з наповненням більше 30 чоловік, то отупляюча рутина,

вдома і небажання працювати з'явиться рано чи пізно, навіть якщо мова йде про молодого ентузіаста своєї справи. Істотним чинником появи синдрому професійного вигоряння є також низький рівень винагороди в державній освіті.

Головні ознаки синдрому професійного вигоряння: вичерпання – емоційне і психологічне як результат втоми або пересичення інтенсивністю контактів з великою кількістю людей («нічого мене останнім часом не торкається», «не можу мати намір з силами, щоб діяти результативно і планомірно», не можу примусити себе вбиратися на наступну вершину, це не має значення» і інш.); деперсоналізація – полягає в байдужому ставленні до учнів, усуненні від складних професійних проблем, від контактів з учнями і їх батьками, небажання до позаурочних занять, обвинувачення учнів («в цих умовах не можу працювати, ніхто б не міг: телефони не працюють, всі вставляють мені палиці в колеса»); почуття приниження власної гідності, яке веде до втрати сатисфакції і професійного задоволення, обвинувачення себе, почуття неадекватності своїх можливостей стосовно вимог ситуації.

Для профілактики і дослідження процесу професійного вигоряння вчителя доцільно використати методи теорії розпізнавання образів і теорії нечітких множин. Одна з найбільш важливих проблем полягає у визначенні «пошкоджень» в нормальній або творчій діяльності в залежності від зовнішніх умов і особливостей конкретної особистості вчителя. Хоча кваліфіковані педагоги і психологи можуть вирішувати ці задачі, число компетентних експертів незначне, і їм важко передати досвід і інтуїцію іншим.

Для отримання оптимальних рішень такого роду проблем необхідно застосувати теорію нечітких множин. У наш час знайдено застосування лише для елементарної алгебри нечітких множин. Робиться також спроба ознайомити з поняттями теорії і методологією нечітких множин представників різних професій, які зацікавлені в методах дослідження впливу психологічних та інших чинників на результат і діяльність фахівця. Однак практично всі такого роду дослідження проводяться в рамках точних і прикладних технічних наук або для розв'язання виробничих проблем: наприклад, для дослідження впливу землетрусів на споруди і споруди. Було висловлене припущення, що проблему оцінки пошкодження можна розглядати на основі теорії розпізнавання образів [6, с. 315].

Визначення міри професійного вигоряння можна оцінювати, наприклад, по шкалі 0-10, де 0 відповідає відсутності синдрому професійного вигоряння, а 10 – повній деперсоналізації особистості і втраті професійних якостей. Ця класифікація нестрога, однак передбачається, що кожному класу відповідає рекомендація щодо профілактики

синдрому або його усунення (відпустка, зміна стилю роботи, консультація у лікаря тощо). Якщо міра синдрому віднесена до класу «що руйнує», то рекомендація буде полягати в тому, щоб змінити професію і пройти курс психологічного або неврологічного лікування. У разі сильного або помірного синдрому психіка вчителя потребує тривалого відпочинку, пошуку нових інтересів і контактів з новими людьми. При слабкому синдромі рекомендується короткий відпочинок або можливість зайнятися улюбленою справою.

На наш погляд, переважна більшість моделей, що стосуються проблем професійної діяльності вчителя (принаймні, відомих нам моделей) представляють або окремі аспекти діяльності вчителя, або питання його професійної підготовки, однак практично ніде не моделюється процес професійної діяльності в єдності всіх його аспектів.

Не вирішивши питання про інтерпретацію значення нечітких змінних, не можна приступити до практичного моделювання систем, що використовують нечіткі поняття. Для цього розглядаються методи підбору значення для первинних термів, а також синтаксичних і семантичних правил, згідно з якими можна вибирати найбільш відповідні нечіткі змінні для формування узагальнених понять в формі, близькій до природної мови. Багато які відомі алгоритми при відборі істотних значень ознак не враховують міри їх значущості для узагальненого поняття, що формується, хоч вона, як правило, далеко не однакова.

Спираючись на розробки в теорії нечітких множин В. Вагіна [2], розглянемо можливості математичного підходу до моделювання професійної діяльності вчителя. У першому наближенні про міру значущості кожного значення можна судити по частоті його появи у вибірці окремих прикладів. Залежно від цієї частоти можна забезпечити узагальнене поняття нечіткими змінними природної мови, що формується з терма-множини $T(X)$, які визначаються деяким синтаксичним правилом G . Наприклад, в педагогічній діагностиці система повинна сформулювати нечітке узагальнене поняття, яке буде мати вигляд:

СИНДРОМ z_0 = ЯК ПРАВИЛО ВЕЛИКИЙ СТАЖ РОБОТИ & (ЧАСТО (ГОЛОВНІ БОЛІ & ВТОМА) У ІНОДІ (ПОЧАТКОВА СТАДІЯ & ПРОФЕСІЙНИЙ ІНТЕРЕС).

Це нечітке поняття за формою і змістом дуже близьке до наступної фрази на природній мові: «Цей синдром, ЯК ПРАВИЛО, виявляється у педагогів з великим стажем роботи; він ЧАСТО супроводиться головними болями і втомою, ІНОДІ, в ПОЧАТКОВІЙ стадії спостерігається відсутність професійного інтересу».

Висновки. Таким чином, використання нечіткого підходу моделюванні в професійній діяльності вчителя має ряд переваг перед традиційними

методами. Природно, що нечіткий підхід повинен поєднуватися з іншими загальноприйнятими підходами. Найбільш перспективним, на наш погляд, є розвиток математичного моделювання професійної діяльності вчителя як інтеграції декількох різних нечітких математичних моделей у концептуальну модель такої діяльності.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Большаков А. А., Вешнева И. В., Мельников Л. А., Перова Л. Г. Применения теории нечетких множеств к задачам оценки и управления формированием компетенций: описание проблемы и подход к ее разрешению. *Вестник АГТУ. Сер. Управление, вычислительная техника и информатика*. 2013. № 3. С. 174–181.
2. Вагин В.Н. Дедукция и обобщения в системах принятия решений. Москва: Наука, 1988.
3. Гризун Л. Е. Напрями застосування апарата нечіткої логіки для розв'язання завдань педагогічної діагностики. *Народна освіта: електронне наукове фахове видання*. 2014. Вип. 1 (22).
4. Коляда М. Г. Програмні пакети для педагогічного прогнозування на засадах теорії нечітких множин. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2013. Т. 37, № 5. С. 127–135.
5. Мальтекбасов М. Ж., Скиба М. А. Проблема применения теории нечетких множеств для оценки эффективности продвижения студента по образовательной траектории / Жетысуский государственный университет им. И. Жансугурова, г. Талдыкорган. *Вестник ПГУ. Серия педагогическая*. 2010. № 2. С. 159–163.
6. Нечетные множества и теория возможностей: последние исследования. Москва: Радио и связь, 1986.
7. Підласий І.П. Діагностика та експертиза педагогічних проектів. Київ: Україна, 1998.
8. Рамський Ю. С., Твердохліб І. А. Основи нечіткої логіки – важливий компонент фахової підготовки майбутніх вчителів інформатики. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 2: Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. 2016. № 18. С. 6–12. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu_2_2016_18_4.
9. Родионов М. А., Акимова И. В., Шабанов Г. И. Элементы «нечеткой математики» как компонент профессиональной педагогической подготовки будущих учителей математики и информатики. *Интеграция образования*. Т. 21, № 2. 2017. С. 286–302.
10. Слепцов А. І., Зоденкамп М. А. М`які та нечіткі знання в прийнятті управлінських рішень. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 11. Соціологія. Соціальна робота. Соціальна педагогіка. Управління*. С. 133-141.
11. Туржанська О. С. Застосування апарату нечіткої логіки для аналізу педагогічних систем. *Збірник наукових тез МІ ВНЗ*. 2017. URL: <http://library.vspu.net/handle/123456789/1364?locale-attribute=ua>. С. 219–221.
12. Цідило І. М. Програмні комплекси та середовища нечіткого моделювання педагогічних явищ. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні*

методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. 2013. Вип. 36. С. 460–464.

13. Цідило І. М. Застосування апарату нечіткої логіки для оцінки репрезентативності експерта. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2012. № 5 (31).

14. Jakubowski M.A. Fuzzy methods for Integrated quality control in electromechanical drive system. *Fuzzy Logic in Engineering and Natural Sciences*. Zittau Germany, 1996.

15. Kacprzyk J. *Zbiory rozmyte w analizie systemowej*. Warszawa: PWN, 1986.

16. Zadeh L.A. Fuzzy sets as basis a theory of possibility. *Fuzzy Sets and Systems*. 1978. No 1.