

УДК 519.8

¹Маляр Микола Миколайович

Кандидат технічних наук, доцент, докторант кафедри моделювання складних систем

²Штимак Анатолій Юрійович

Старший викладач кафедри системного аналізу і теорії оптимізації

¹Київський національний університет ім. Т. Шевченка, Київ²ДВНЗ "Ужгородський національний університет", Ужгород

СХЕМА ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ВИПУСКНИКА ВНЗ

Розглянуто проблему визначення рівня компетентності випускника ВНЗ на підставі оцінок, одержаних у процесі навчання у ВНЗ. Для цього використано теорію нечітких множин та методи обробки даних в умовах нечітко заданої інформації. Описано процедуру визначення нечіткої вихідної величини – рівня компетентності від декількох нечітких вхідних величин – оцінок.

Ключові слова: компетенція, компетентність, компетентнісний підхід, нечітка множина, лінгвістична змінна, фазифікація, агрегування, дефазифікація

Рассмотрена проблема определения уровня компетентности выпускника вуза, на основании оценок, полученных в процессе учёбы в вузе. Для этого используется теория нечётких множеств и методы обработки данных в условиях нечётко заданной информации. Описана процедура определения нечёткой исходной переменной – уровня компетентности от нескольких нечётких входных переменных – оценок.

Ключевые слова: компетенция, компетентность, компетентностный подход, нечёткое множество, лингвистическая переменная, фазификация, агрегирование, дефазификация

This research examines the problem of determining the level of competence of a university graduate on the basis of the marks obtained during the study in a higher educational institution. The formation of a professional competence of students is influenced by various disciplines, which are combined into a preparation courses as well as factors such as participation in their peculiar projects, science conferences and seminars, competitions, etc. To determine the level of competence of a graduate this paper describes a procedure that consists of several stages: determining the level of competence upon study courses and the level of competence of a graduate. For this purpose, fuzzy sets theory and methods of data processing in terms of clearly specified information are used. This paper also describes the procedure of determining the fuzzy output value – the level of competence from several fuzzy input values – estimates.

Keywords: competence, competency, competency-based approach, fuzzy set, linguistic variable, fuzzification, aggregation, defuzzification

Постановка проблеми

Динаміка змін, що відбуваються у сучасному світі, зумовлює певні завдання системи оцінювання навчальних досягнень майбутніх спеціалістів на кожному етапі навчання: визначення рівня компетентності майбутніх спеціалістів, які навчаються у вищому навчальному закладі; визначення рівня спроможності фахівців

застосовувати свої знання впродовж життя. Однією з найбільш актуальних задач в галузі освіти є проблема оцінки та моніторингу компетентності учасників освітнього процесу у вищих навчальних закладах, яка пов'язана з розробкою адекватних методів вимірювання та алгоритмів аналізу компетентності.

Традиційно цілі вищої освіти визначалися набором знань, умінь і навичок, якими повинен

володіти випускник. Сьогодні такий підхід виявився недостатнім. Суспільству потрібні випускники, готові до включення у подальшу професійну діяльність, здатні практично вирішувати поставлені перед ними життєві та професійні проблеми. А це багато в чому залежить не лише від отриманих знань, умінь і навичок, а й від деяких додаткових якостей, для означення яких використовуються поняття «компетенція» і «компетентність», які сьогодні більше відповідають розумінню сучасних цілей освіти [1]. Компетенції являють собою особистісні характеристики, здатність до виконання тих або інших функцій, типів поведінки і соціальних ролей. Під компетентністю ми розуміємо інтегральну характеристику особистості, що характеризує готовність вирішувати проблеми, які виникають в процесі життя і професійної діяльності, з використанням знань, досвіду, індивідуальних здібностей. Компетентність не зводиться до набору компетенцій і не є сумою знань, умінь і навичок, тому що включає в себе ще й мотиваційну, соціальну і поведінкову складові. Вона характеризує інтегровані якості випускників ВНЗ, тобто результат навчання. Підхід, який розглядає випускника, який володіє компетенціями, тобто тим, що він може робити, якими способами діяльності оволодів, до чого він готовий, – називають компетентнісним підходом [2].

Аналіз попередніх досліджень

Компетентність розглядають як професійну грамотність, ступінь кваліфікації спеціаліста, як рівень розвитку особистості та культури людини. Відсутність єдиного підходу призводить до неоднозначного тлумачення і створює труднощі в класифікації. В освітньому процесі у студентів формуються і розвиваються професійні компетенції, що визначають готовність до професійної діяльності. Найбільш загальна класифікація містить у собі три великі класи компетенцій:

- предметні (спеціальні) компетенції, що є основою для реалізації професійних завдань;
- надпрофесійні (іноді їх називають базовими) компетенції, необхідні, щоб ефективно працювати в організації);
- ключові компетенції, які визначають успішну соціалізацію кожного випускника.

Очевидно, що між цими класами немає протиріч і їх слід розглядати як взаємодоповнюючі, що дозволяють деталізувати навчальні завдання [3].

На практиці розрізняють два типи навчальних результатів студентів ВНЗ: загальна компетентність (навички, які є взаємозамінними) та компетентність, що відповідає предмету (теоретичні, практичні, знання і навички відповідні предмету). Відтак постає необхідність оцінювання цих результатів за

відповідними критеріями (параметрами) [4]. Рівень компетентності випускника залежить від цілого ряду взаємозв'язаних факторів: знання теоретичних основ дисциплін, які вивчаються, уміння застосовувати набуті знання на практиці, здатність до самоосвіти, особистісних характеристик та ін. Недостатній рівень розвитку якого-небудь фактору, що впливає на формування компетентції, в кінцевому результаті зменшує рівень компетентності спеціаліста. Тому компетентність повинна оцінюватись комплексно, за декількома критеріями, тобто задача є багатокритеріальною [5]. При розв'язуванні таких задач часто використовуються різні методи згортки критеріїв в один узагальнений (інтегральний) критерій.

Мета статті

Метою даної статті є описання підходів для визначення рівня компетентності випускника ВНЗ на підставі оцінок одержаних студентом за різні види робіт у процесі навчання, використовуючи теорію нечітких множин та методи обробки інформації в умовах нечітко заданої інформації

Виклад основного матеріалу

Інтегрований характер компетентності випускника вимагає розробки цілісної системи засобів вимірювання. Серед методів вимірювання і оцінки компонент компетентності можна виділити дві великі групи: тестові технології та методи експертного оцінювання. На даному етапі активно розвивається напрям прикладної математики – нечітке моделювання, яке дає змогу більш адекватно моделювати різні об'єкти і процеси освітньої діяльності, враховувати людський фактор. Саме це пояснює ті обставини, що нечітке моделювання може дати результати більш продуктивні і корисні в освіті, ніж результати чіткого моделювання. В основі реалізації методів нечіткого моделювання лежить теорія нечітких множин і побудована на ній нечітка логіка, яка дозволяє більшою мірою враховувати характер людського мислення. Це пояснюється тим, що для дієвого аналізу компетентності потрібен підхід, для якого точність, строгість і математичний формалізм не є чимось абсолютно необхідним, і в якому використовується методологічна схема, що допускає нечіткість. Особливістю такого підходу є те, що в ньому використовуються лінгвістичні змінні, замість числових змінних або в додаток до них, прості відношення між змінними описуються за допомогою нечітких висловлювань, а складні відношення описуються нечіткими алгоритмами. Методи цього напрямку дозволяють одержувати кількісну оцінку рішень, що приймаються, через їх якісне описання [6].

Традиційно про якість професійної освіти судять з оцінок успішності студентів, які вони одержали в результаті виконання ними контрольних процедур: заліків та екзаменів. Кожен викладач відповідає тільки за зміст свого предмету, організацію його засвоєння та академічного контролю. При цьому основні форми організації процесу його засвоєння також штучні, які спеціально придумані як форми освітнього процесу і поза ним майже не зустрічаються. Впровадження компетентнісного підходу не лише змінює результати і цілі освіти, критерії і процедури діагностики рівня реальних досягнень, але змінює і сам тип навчання з іншими, адекватними цим цілям, критеріям і процедурам змістом, формами, методами, засобами, організацією освітнього середовища і діяльності в ній тих, хто навчає і навчається.

На формування професійної компетентності студентів ВНЗ впливають різні дисципліни, які об'єднуються в цикли підготовки. Крім цього, на її формування впливають і такі фактори, як участь у власних проєктах, наукових конференціях і семінарах, предметних олімпіадах тощо [7].

Для визначення рівня компетентності випускника розглянемо процедуру оцінки компетентності, яка складається з декількох етапів: визначення рівня компетентності за циклами навчання та рівня компетентності випускника ВНЗ.

Таким чином, з метою розв'язання проблеми визначення рівня компетентності випускника ВНЗ розглянемо структуру нечіткої системи на основі залежності вихідної величини (рівня компетентності) від декількох вхідних величин (оцінок). Функціональність такої системи визначимо такими кроками:

- фазифікація: перетворення чітких вхідних змінних (оцінок) на нечіткі значення, тобто визначення ступеня відповідності входів кожній із нечітких множин;

- агрегування нечітких входів у вихідні значення за циклами навчання;

- агрегування нечітких входів у загальне вихідне значення;

- дефазифікація: перетворення нечіткого вихідного значення на чітке.

На першому етапі визначимо рівень компетентності та ступінь належності відповідній нечіткій множині, сформований в результаті вивчення дисциплін кожного циклу підготовки згідно з навчальним планом: цикл соціально-гуманітарних дисциплін, цикл фундаментальних дисциплін, цикли загально-професійної та практичної і професійної підготовки, цикл дисциплін самостійного вибору ВНЗ та вільного вибору студента. Очевидно, що рівень компетентності безпосередньо залежить від оцінок,

які студент одержав у результаті вивчення дисциплін циклу, а також від кількості кредитів, що виділені на вивчення цих дисциплін. У подальшому усі оцінки розглядаються як нечіткі лінгвістичні змінні, з відповідними терм-множинами. Терм-множини – це рівні сформованості компетентності випускника [8].

На другому етапі, використовуючи рівні компетентності одержані по кожному циклу на першому етапі, за допомогою агрегованої згортки отримуємо інтегральну оцінку компетентності випускника ВНЗ. Вагові коефіцієнти згортки в даному випадку вибираємо залежно від сумарної кількості кредитів, передбачених для вивчення кожного з циклів навчання: чим більша кількість кредитів, тим більшого значення набуває ваговий коефіцієнт.

Для формування компетентності випускника використаємо терм-множини лінгвістичної змінної через такі рівні:

- низький (рецептивно-продуктивний) рівень;
- середній (репродуктивний) рівень;
- достатній (конструктивно-варіативний) рівень;
- високий (творчий) рівень.

Спочатку визначимо рівень компетентності випускника ВНЗ по кожному з циклів навчання, використовуючи оцінки дисциплін і таблицю відповідності результатів контролю за шкалою ЄКТС.

Фазифікація входів. Фазифікація полягає у перетворенні чітких вхідних величин (у даному випадку – значення оцінок за шкалою ЄКТС) до нечітких множин [9].

Введемо в розгляд нечітку лінгвістичну змінну \tilde{X} – "рівень компетентності", яка задається набором з чотирьох лінгвістичних термів: K_1 – "низький рівень", K_2 – "середній рівень", K_3 – "достатній рівень", K_4 – "високий рівень", тобто $\tilde{X} = \{K_i \mid i = 1, 2, 3, 4\}$. Кожен із термів є нечіткою множиною

$$K_i = \{x, \mu_{K_i}(x) \mid x \in X, 0 \leq \mu_{K_i}(x) \leq 1, i = 1, 2, 3, 4\}.$$

Функції належності $\mu_{K_i}(x)$, $i = 1, 2, 3, 4$ лінгвістичної змінної \tilde{X} визначимо в просторі $X \in [1..100]$, використовуючи схему:

$$\mu_{K_i}(x) = \frac{\text{бал} - (\text{нижня границя градації} - 1)}{\text{розмах градації}}. \quad (1)$$

Отже, при фазифікації чіткого входу (оцінки) x_j , $j = 1, 2, \dots, s_t$, де s_t – кількість оцінок відповідного циклу навчання, визначається ступінь його належності одному з чотирьох лінгвістичних термів K_i , з відповідними функціями належності

$$\mu_{K_i}(x_j), \quad i = 1, 2, 3, 4, \quad j = 1, 2, \dots, s_t.$$

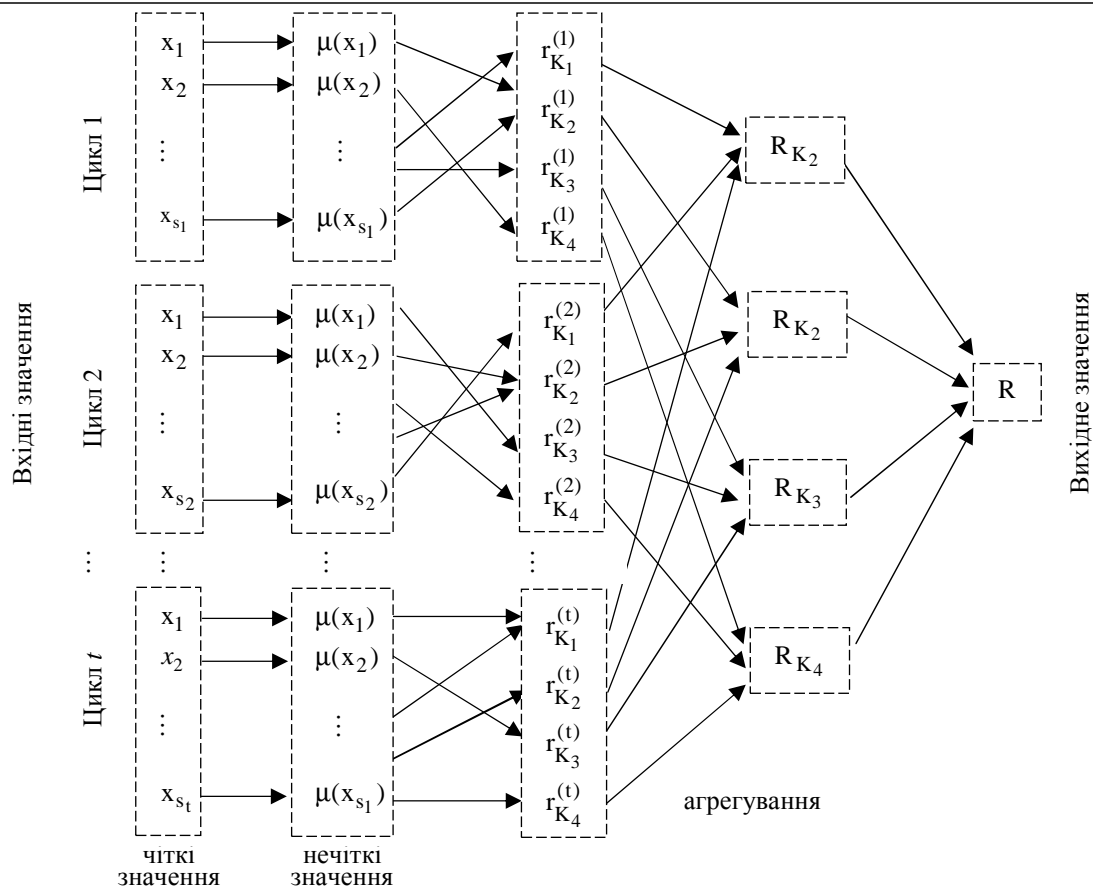


Рис. 1. Схема оцінки рівня компетентності випускника

Ці ступені є значеннями функції належності $\mu_{K_i}(x)$ в точці $x = x_j, j = 1, 2, \dots, s_t$.

Таким чином,

– лінгвістичному терму K_1 – "низький рівень", значення якого належать діапазону $[1..59]$ відповідає функція належності

$$\mu_{K_1}(x) = \frac{\text{бал} - 59}{59}; \quad (2)$$

– лінгвістичному терму K_2 – "середній рівень", значення якого належать діапазону $[60..73]$ відповідає функція належності

$$\mu_{K_2}(x) = \frac{\text{бал} - 59}{14}; \quad (3)$$

– лінгвістичному терму K_3 – "достатній рівень", значення якого належать діапазону $[74..89]$ відповідає функція належності

$$\mu_{K_3}(x) = \frac{\text{бал} - 73}{16}; \quad (4)$$

– лінгвістичному терму K_4 – "високий рівень", значення якого належать діапазону $[90..100]$ відповідає функція належності

$$\mu_{K_4}(x) = \frac{\text{бал} - 89}{11}. \quad (5)$$

Схема нечіткої оцінки рівня компетентності студента може бути реалізована як показано на рис. 1.

Агрегування. Розглянемо m -й цикл навчання та дисципліни, що входять до нього. Нехай за кожну j -ву дисципліну студент одержав x_j балів за 100-бальною шкалою. Таким чином, результати студента по даному циклу можна представити у вигляді вектора $(x_1, x_2, \dots, x_{s_m})$, де s_m – кількість оцінок розглядуваного циклу. Замінімо оцінки з кожної дисципліни на нечіткі значення з функціями належності згідно (2)–(5) і визначимо ступінь належності одному з чотирьох лінгвістичних термів, що відповідає певному рівню компетентності випускника по розглядуваному m -му циклу навчання, використовуючи формулу

$$r_{K_i}^{(m)} = \sum_{j \in J_{K_i}^{(m)}} p_{ij}^{(m)} \mu_{K_i}(x_j), \quad i = 1, 2, 3, 4, \quad (6)$$

де $J_{K_i}^{(m)}$ – множина оцінок, що відповідає i -му лінгвістичного терму m -го циклу; $p_{ij}^{(m)}$ – ваговий коефіцієнт j -ї дисципліни i -о лінгвістичного терму в m -му циклі, який вибирається залежно від кількості кредитів, виділених на вивчення j -ї дисципліни у розглядуваному циклі. Крім того, вагові коефіцієнти

будемо вибирати так, щоб $\sum_{j=1}^{s_m} p_{ji}^{(m)} = 1, i = 1, 2, 3, 4$.

Аналогічний підхід застосуємо до всіх циклів навчання, що передбачені навчальним планом. У результаті використання згортки (6), по кожному m -му циклу одержимо нечіткі числові значення, які характеризують ступінь належності одному з чотирьох лінгвістичних термів, тобто вектор $(r_{K_1}^{(m)}, r_{K_2}^{(m)}, r_{K_3}^{(m)}, r_{K_4}^{(m)})$, де $r_{K_i}^{(m)}$, $m=1, 2, \dots, t$, $i=1, 2, 3, 4$ – зважене нечітке значення, що відповідає i -му рівню компетентності випускника по m -му циклу навчання.

Після обчислення нечітких значень, які означають ступінь належності одному з чотирьох лінгвістичних термів по кожному з циклів, переходимо до другого етапу: визначення нечітких числових значень, які характеризують ступінь належності відповідним терм-множинам та відповідають певному рівню компетентності випускника ВНЗ в цілому, тобто знайдемо вектор $(R_{K_1}, R_{K_2}, R_{K_3}, R_{K_4})$, де R_{K_i} , $i=1, 2, 3, 4$ – зважене нечітке значення. Значення цих величин обчислимо за формулою

$$R_{K_i} = \sum_{m=1}^t d_m r_{K_i}^{(m)}, i=1, 2, 3, 4, \quad (7)$$

де d_m – ваговий коефіцієнт m -го циклу навчання, що визначається залежно від кількості кредитів, виділених на вивчення даного циклу, причому

$$\sum_{m=1}^t d_m = 1.$$

Для формування нечітких входів можуть бути використані й інші підходи [10].

Дефазифікація. Дефазифікацію нечіткого вихідного значення на чітке можна здійснити одним з відомих методів (центроїдним методом, першого максимуму, висотної дефазифікації та інші). Залежно від вибраного методу, будемо мати те або інше чітке значення шуканої величини [11].

Висновки

Таким чином, використання описаного підходу дає можливість, на підставі оцінок одержаних по кожній дисципліні в процесі навчання, здійснювати моніторинг процесу підготовки випускника ВНЗ і реалізацію компетентнісної моделі спеціаліста; перейти до визначення рівня компетентності випускника ВНЗ, що в свою чергу забезпечить створення якісно нових стандартів вищої освіти, дозволить розширити поле майбутньої професійної діяльності випускника і забезпечить його конкурентоспроможність на ринку праці, а також надає можливість роботодавцям обирати для роботи фахівця відповідного рівня професійної компетентності.

Список літератури

1. Зимняя И. А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования [Текст] / И.А. Зимняя // Высшее образование. – 2003. – № 5. – С. 34-42.
2. Васильева К.С. Оцінювання студентів в умовах компетентнісного підходу [Текст] / К.С. Васильева, О.А. Щербина // Управління розвитком складних систем. – К.:КНУБА, 2013. – Вип. 16. – С. 159-163.
3. Татур Ю.Г. Компетентность в структуре модели качества подготовки специалистов [Текст] / Ю.Г. Татур // Высшее образование сегодня. – 2004. – №3.
4. Ларионова Г.А. Компетенции в профессиональной подготовке студентов вуза [Текст] / Г.А. Ларионова. – Челябинск: ЧГАУ, 2004. – 206 с.
5. Маляр М.М. Побудова моделі оцінювання компетентності випускника [Текст] / М.М. Маляр., А.Ю. Штимак // Обчислювальний інтелект (результати, проблеми, перспективи): Матеріали 1-ї Міжнародної науково-технічної конференції (10-13 травня 2011 р., м. Черкаси). – Черкаси: Маклаут, 2011. – С. 342..
6. Маляр М.М. Модель формування рейтингової оцінки знань випускника вузу [Текст] / М.М. Маляр, А.Ю. Штимак // Інформаційні технології та інформаційна безпека в науці, техніці та навчанні "ІНФОТЕХ-2013": Матеріали між нар. наук.-практ. конф. – Севастополь: Вид-во СевНТУ, 2013. – С. 99-100.
7. Маляр М.М. Структурна схема оцінки компетентності студента [Текст] / М.М. Маляр., А.Ю. Штимак // Інформаційні технології та інформаційна безпека в науці, техніці та навчанні "ІНФОТЕХ-2011": Матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Севастополь, 5-10 вересня 2011 р. – Севастополь: Вид-во СевНТУ, 2011. – С. 216.
8. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений [Текст] / Л.А. Заде. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
9. Маляр Н.Н. Моделирование оценки знаний выпускника вуза [Текст] / Н.Н. Маляр, А.Ю. Штимак // Problem of computer Intellectualization. – Kyiv-Sofia. – 2012. – P. 340-344.
10. Полещук О.М. О применении нечетких множеств в задачах построения уровневых градаций [Текст] / О.М. Полещук // Лесной вестник. – 2000. – №4(13). – С.143-146.
11. Зайченко Ю.П. Нечёткие модели и методы в интеллектуальных системах [Текст]: учеб. пособие / Ю.П. Зайченко. – К.: Изд. дом "Слово", 2008. – 354 с.

References

1. Zimniaya, I. A. (2003). *Key competencies - a new paradigm of education result. Higher education*, 5, 34-42.
2. Vasylyeva, K. S, Shherbyna, O. A. (2013). *Evaluation of students in a competency approach. Management of complex systems. Kyiv, Ukraine: KNUCA*, 16, 159-163.
3. Tatur, Y. H. (2004). *Competence in the model structure of the quality of training specialists. Higher education today*.
4. Larionova, G.A.(2004). *Competence in the training of university students. Chelyabinsk: ChGAU*.
5. Maliar M. M., Shtymak A. Yu. (2011). *Construction of the model of assessment of competence of a graduate. Computational Intelligence (results, problems and prospects): Proceedings of the 1st International Scientific and Technical Conference. Cherkasy: Maklout*.
6. Maliar, M. M., Shtymak, A. Yu. (2013). *Model of formation of rating of knowledge of a graduate. "INFOTEH-2013" – IT and information security in science, technology and education: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Sevastopol: SevNTU*.
7. Maliar M. M., Shtymak A. Yu. (2011). *Block diagram of the evaluation of the student's competence. "INFOTEH-2011" – IT and information security in science, technology and education: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Sevastopol: SevNTU*.
8. Zadeh, L.A. (1976). *Concept of linguistic variable and its application to the adoption of approximate solutions. Moscow: Mir*.
9. Maliar N. N., Shtymak A. Yu. (2012). *Modeling of the rating of knowledge of graduates. Problem of computer Intellectualization (pp. 340-344). Kyiv- Sofia*.
10. Poleschuk O.M. (2000). *On the application of fuzzy sets in problems of constructing leveled gradations. Lesnoy vestnik*, 4(13), 143-146.
11. Zaychenko Yu. P. (2008). *Fuzzy models and methods in intelligent system. Kyiv: "Slovo"*.

Стаття надійшла до редколегії 07.04.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Й.Г. Головач, Державний вищий навчальний заклад "Ужгородський національний університет", Ужгород.