

Оцінювання навчальних досягнень учнів на основі модальної логіки в середовищі Matlab

В.О. Сухомлинський вважав, що найголовніше заохочення і най-сильніше (та не завжди дійове) покарання в педагогічній практиці – оцінка. Це найгостріший інструмент, використання якого потребує величезного вміння і культури. Під оцінюванням знань розуміють процес визначення й вираження в умовних одиницях (балах), а також в оцінювальних судженнях учителя знань, умінь та навичок учнів відповідно до вимог шкільних програм. Оцінка успішності учнів складається із винесення оцінювального судження (словесна оцінка з роз'ясненням позитивних сторін навчальної роботи учнів та недоліків у роботі) та виставлення оцінювального балу (цифрового вираження оцінки). Ототожнювати оцінку тільки з виставленням оцінювального балу не можна. Дія оцінки дозволяє визначити, засвоєний або не засвоєний (і в якій мірі) загальний спосіб виконання даного навчального завдання, відповідає чи ні (і в якій мірі) результат навчальних дій їх кінцевій меті. Разом з тим оцінка – це не проста констатація цих моментів, а змістовний, якісний розгляд результату засвоєння (загального способу дії й відповідного йому поняття) у співставленні з метою. Саме оцінка «повідомляє» школярам про те, вирішене або не вирішене ними дане навчальне завдання [6].

Різні аспекти проблеми оцінювання знань учнів досліджувалися Я.А. Коменським, Ж.-Ж. Руссо, Й.Г. Песталоцці, А.В. Дістервегом, К.Д. Ушинським, А.С. Макаренком, В.О. Сухомлинським та іншими.

Проблема оцінювання навчальних досягнень учнів не втратила своєї актуальності й сьогодні. Зміна змісту, форм та методів навчання, збільшення ролі самостійної роботи вихованців, можливість їх широкого доступу до джерел різноманітних відомостей не могли не змінити відношення до особливостей контролю результатів навчальної діяльності як учнів, так і вчителів.

Проблеми педагогічного контролю, його основні функції, дидактичні принципи, переваги і недоліки різних його видів і форм, педагогічні аспекти оцінювання знань учнів детально розглядалися у дослідженнях В.С. Аванесова, В.П. Беспалько, Г.А. Ключової, О.І. Ляшенка, Т.О. Лукіної, Є.А. Михайличева, М.Н. Скаткіна, Н.Ф. Талізної, М.Б. Челишкової та інших.

З метою забезпечення об'єктивного оцінювання рівня навчальних досягнень учнів в 2000 році було введено 12-бальну шкалу, побудовану за принципом урахування особистих досягнень учнів. Основною її перевагою є те, що критерії оцінювання ґрунтуються на позитивному принципі, при якому оцінки не поділяються на позитивні і негативні. Гуманістична сутність нової системи оцінювання виявляється в тому, що оцінюється не дитина, а її діяльність, навчальні досягнення учня, враховується його індивідуальність.

Проте сьогодні спостерігається частина вад, які були притаманні 4-бальній шкалі. Педагогам відомо: одна й та сама оцінка має різне значення навіть у 2-х учнів. В одного, наприклад, "четвірка" – ближче до "п'ятірки", а в іншого – це майже "трійка". В цьому вбачали причину необ'єктивності попередньої системи оцінювання. Вважається, що нові шкали оцінювання, збільшуючись в інтервалі, підвищують поріг "чутливості", а також дають змогу вчителю деталізувати вивчення навчального матеріалу з метою контролю. Але на практиці знову є нечіткість: "четвірка" – ближче до "п'ятірки" перетворилася в „дев'ятку”, яка ближче до „десятки”. Критеріїв оцінювання стало більше (для усних, письмових відповідей, практичних та лабораторних робіт тощо), їх словесне вираження таке, що межі між ними чітко не вказані. Для прикладу наведемо критерії оцінки „9” (достатній рівень) та „10” (високий рівень):

„9” (достатній рівень): учень добре володіє вивченим матеріалом, застосовує знання в стандартних ситуаціях, уміє аналізувати й систематизувати матеріал, використовує загальновідомі доведення із самостійною і правильною аргументацією;

„10” (високий рівень): учень має міцні знання, здатний використовувати їх у практичній діяльності, робити висновки, узагальнення, аргументувати їх.

Шкільний вчитель має самостійно встановити межу між міцними та добрими знаннями, з'ясувати чим застосування знань в стандартній ситуації відрізняється від використання їх у практичній діяльності, або як відрізнити ситуацію, коли учень використовує загальновідомі доведення із самостійною і правильною аргументацією, від ситуації, коли учень здатний робити

висновки, узагальнення, аргументувати їх. Нечіткість і громіздкість критеріїв приводить до формалізму в застосуванні їх вчителями.

Якщо вчитель під час виставлення оцінки має приймати рішення в умовах невизначеності, то напевне можна використати системи нечіткого виведення, реалізація яких виконується за допомогою основних положень нечіткої логіки. Побудова моделей наближених роздумів людини і використання їх у комп'ютерних системах представляє сьогодні одну з найважливіших проблем. Нечітка модальна логіка служить основою для реалізації даної проблеми. Вона більш природно описує характер людського мислення та хід думок, ніж традиційні формально логічні системи.

Ще у 1965 році професор Л. Заде запропонував апарат нечітких (розмитих) множин (fuzzy sets). Він ввів поняття функції нечіткої належності $\mu(x)$ елемента до множини, яка може набувати будь-якого значення від 0 до 1. Чим більшим є значення функції належності, тим більшою мірою належить елемент до множини. Якщо $\mu_A(x)=1$, то елемент x чітко належить множині A , якщо ж $\mu_A(x)=0$, то елемент x чітко не належить A . При $0 < \mu_A(x) < 1$ елемент належить множині нечітко. Функція належності є основною характеристикою нечіткої множини.

Приклад. Формалізуємо поняття „середній” та „достатній” рівень навченості учнів. Для цього слід визначити функції належності для відповідної нечіткої множини.

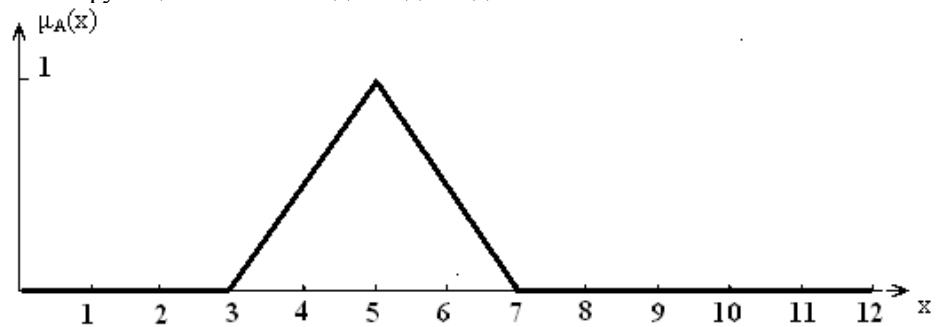


Рис. 1. Функція належності поняття «середній» рівень навченості

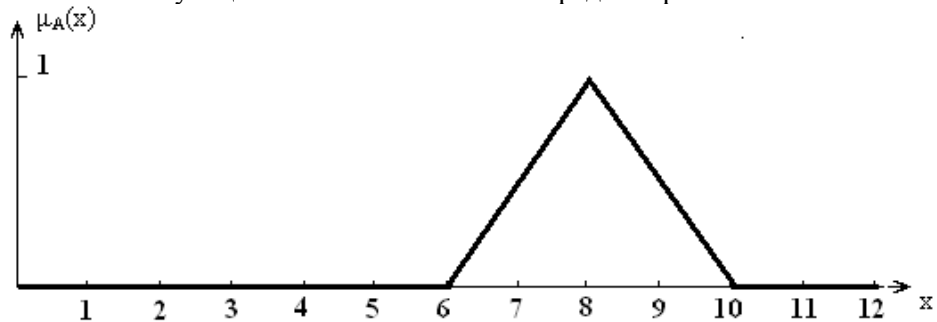


Рис. 2. Функція належності поняття «достатній» рівень навченості

Розробка і застосування систем нечіткого виведення включає кілька етапів, реалізація яких виконується за допомогою основних положень нечіткої логіки.



Рис. 3. Діаграма процесу нечіткого виведення

Системи нечіткого виведення призначені для перетворення значень вхідних змінних процесу управління у вихідні змінні на основі використання нечітких правил. Для цього системи нечіткого виведення повинні містити базу правил, за допомогою яких реалізовуватиметься нечітке виведення висновків на основі посилянь або умов, представлених у формі нечітких лінгвістичних висловів.

Основні особливості кожного з цих етапів і прості приклади їх виконання описані в спеціальній літературі [4].

Для реалізації процесу нечіткого моделювання можна обрати середовище MATLAB, в якому передбачений спеціальний пакет розширення Fuzzy Logic Toolbox. Для розробки і подальшого використання систем нечіткого виведення в напівавтоматичному режимі можуть бути використані наступні графічні засоби, що входять до складу пакета Fuzzy Logic Toolbox (табл. 1).

Таблиця 1.

Функції графічного інтерфейсу користувача

Функція	Назва
anfisedit	Редактор гібридних мереж ANFIS
findclusters	Програма нечіткої кластеризації
fuzzy	Редактор системи нечіткого виведення FIS
mfedit	Редактор функції належності
ruleedit	Редактор правил нечіткого виведення
ruleview	Програма перегляду правил і діаграм нечіткого виведення
surfedit	Програма перегляду поверхні нечіткого виведення

Користувачеві необов'язково вивчати усі тонкощі теорії нечітких множин, достатньо лише визначити усі вхідні і вихідні змінні і задати таблицю правил, а решта роботи автоматично виконується за допомогою Matlab. Дефазифікація виконується за одним з п'ятьох методів, зазначених програмістом. Крім того, можна вивести на екран відповідно до введених правил результуючі поверхні управління в залежності від комбінації входів, схему отриманої нечіткої програми, і це лише мала частина всіх можливостей використання даного набору інструментів.

Приступимо до формування бази правил системи нечіткого виведення для випадку оцінювання навчальних досягнень учнів за 12-бальною шкалою. Спочатку слід відповісти на питання: що потрібно оцінювати? На це питання знаходимо відповідь у листі МОН України № 1/9-183 від 17.03.10 року „Порядок оцінювання навчальних досягнень учнів основної та старшої школи в системі загальної середньої освіти (проект)“:

„Об'єктом оцінювання навчальних досягнень учнів є знання, вміння та навички, досвід творчої діяльності учнів, досвід емоційно-ціннісного ставлення до навколишньої дійсності.

При оцінюванні навчальних досягнень учнів мають враховуватися:

- характеристики відповіді учня: цілісність, повнота, логічність, обґрунтованість, правильність;
- якість знань: осмисленість, глибина, гнучкість, дієвість, системність, узагальненість, міцність;
- ступінь сформованості загальнонавчальних та предметних умінь і навичок;
- рівень володіння розумовими операціями: вміння аналізувати, синтезувати, порівнювати, абстрагувати, класифікувати, узагальнювати, робити висновки тощо;
- досвід творчої діяльності (вміння виявляти проблеми та розв'язувати їх, формулювати гіпотези);
- самостійність оцінних суджень.”

Після узагальнення перелічених критеріїв було побудовано таблицю, в якій виділено три основні ознаки: розумові здібності, якість знань та ступінь сформованості умінь та навичок. Також було вирішено, що оцінювати навчальні досягнення учнів за цими ознаками зручно таким чином: „погано” („2”), „задовільно” („3”), „добре” („4”) та „відмінно” („5”). Зауважимо, що кількість ознак може не обмежуватись числом три, але для створення моделі в даному випадку навмисне було прийняте деяке спрощення.

На основі даної таблиці можна формувати базу правил та формалізувати вхідні змінні (в даному випадку їх буде 3).

Таблиця 2.

Що оцінюємо?	Погано	Задовільно	Добре	Відмінно
Розумові здібності	Учень вміє лише розпізнавати.	Учень навчений виділяти головне, порівнювати.	Учень володіє операціями абстрагування, аналізу, синтезу, вміє узагальнювати.	Учень класифікує та систематизує навчальний матеріал.
Якість знань	Відповідь фрагментарна, учень має початкові уявлення про предмет вивчення.	Відповідь осмислена, репродуктивне відтворення навчального матеріалу.	Відповідь правильна, логічна, обґрунтована. Знання узагальнені, гнучкі.	Відповідь цілісна, наявна самостійність оціночних рішень.
Ступінь сформованості умінь та навичок	Учень постійно потребує допомоги.	Учень діє за зразком.	Учень самостійно застосовує знання в стандартних ситуаціях.	Учень виявляє творчий підхід до виконання завдань, вміє виявляти проблему та розв'язувати її

Найбільш часто базу правил подають у формі структурованого тексту. Розглядувана база правил містить 22 позиції. Наведемо частину цих правил:

1. Якщо учень класифікує та систематизує навчальний матеріал, його відповідь цілісна, наявна самостійність оцінювальних рішень, він виявляє творчий підхід до виконання завдань, вміє виявляти проблему та розв'язувати її, тоді його рівень навчальних досягнень дуже високий.

2. Якщо учень класифікує та систематизує навчальний матеріал, його відповідь цілісна, наявна самостійність оцінювальних рішень та він самостійно застосовує знання в стандартних ситуаціях, то його рівень навчальних досягнень більше високий, ніж достатній.

3. Якщо учень володіє операціями абстрагування, аналізу, синтезу, вміє узагальнювати, його відповідь осмислена, наявне повне відтворення навчального матеріалу та він самостійно застосовує їх в стандартних ситуаціях, тоді його рівень навчальних досягнень достатній.

4. Якщо учень навчений виділяти головне, порівнювати, його відповідь осмислена, наявне повне відтворення навчального матеріалу, а сам учень застосовує знання в стандартних ситуаціях, тоді його рівень навчальних досягнень більше середній, ніж достатній.

5. Якщо учень навчений виділяти головне, порівнювати, його відповідь осмислена, наявне репродуктивне відтворення навчального матеріалу, але при виконанні дій постійно потребує допомоги, тоді його рівень навчальних досягнень більше середній, ніж початковий.

Під час формування бази правил необхідно визначити: множину правил; множину вхідних лінгвістичних змінних; множину вихідних лінгвістичних змінних.

Вхідна або вихідна лінгвістична змінна вважається заданою або визначеною, якщо для неї визначена базова терм-множина з відповідними функціями належності кожного терма. Найбільш поширеним випадком є використання як функції належності термів трикутних або трапецієвидних функцій належності. При цьому для зручності записів застосовують спеціальні скорочення для найменування окремих термів вхідних і вихідних лінгвістичних змінних.

Таблиця 3.

Загальноприйняті скорочення для значень основних лінгвістичних змінних в системах нечіткого виведення

Символічне позначення	Англомовна нотація	Українськомовна нотація
NB	Negative Big	Негативне велике
NM	Negative Middle	Негативне середнє
NS	Negative Small	Негативне мале
ZN	Zero Negative	Негативне близьке до нуля
Z	Zero	Нуль, близьке до нуля
ZP	Zero Positive	Позитивне близьке до нуля
PS	Positive Small	Позитивне мале
PM	Positive Middle	Позитивне середнє
PB	Positive Big	Позитивне велике

Множину всіх правил зручно подати у такому вигляді (табл. 4).

Таблиця 4.

Множина правил, заданих з використанням спеціальних скорочень (фрагмент)

Номер правила	Володіння розумовими операціями.	Якість знань	Ступінь сформованості умінь та навичок	Рівень навчальних досягнень
1	PB	PB	PB	PB
2	PM	PB	PB	PM
3	PB	PM	PB	PM
4	PB	PB	PM	PS
5	PM	PM	PB	PS
6	PM	PB	PM	ZP
7	PB	PM	PM	ZP
8	PB	PM	PS	Z

Для створення і редагування функцій належності окремих термів системи нечіткого виведення в графічному режимі в пакеті Fuzzy Logic Toolbox є редактор функції належності Membership Function Editor. На рисунках 4 і 5 подано вікно Membership Function Editor для задання термів функції належності вхідної і вихідної змінної. Для кожної функції належності можна змінювати її ім'я, тип і параметри.

При побудові нечіткої моделі було зроблено припущення про те, що всі розглянуті вхідні змінні вимірюються в балах в інтервалі дійсних чисел від 1 до 5, а вихідна змінна в інтервалі від 1 до 12 (необхідно отримати на виході оцінку за 12-бальною шкалою).

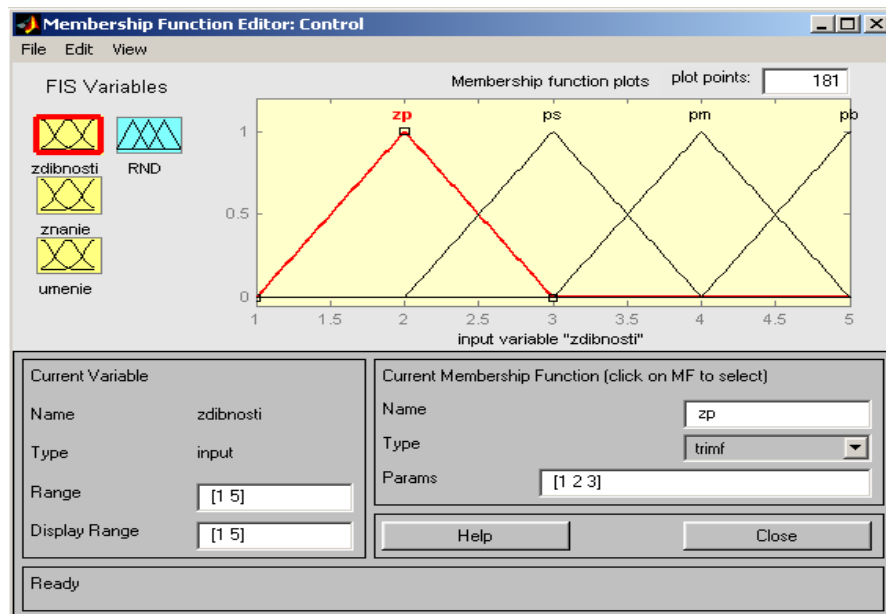


Рис. 4. Вікно «Membership Function Editor» для задання термів функції належності вхідної змінної «розумові здібності».

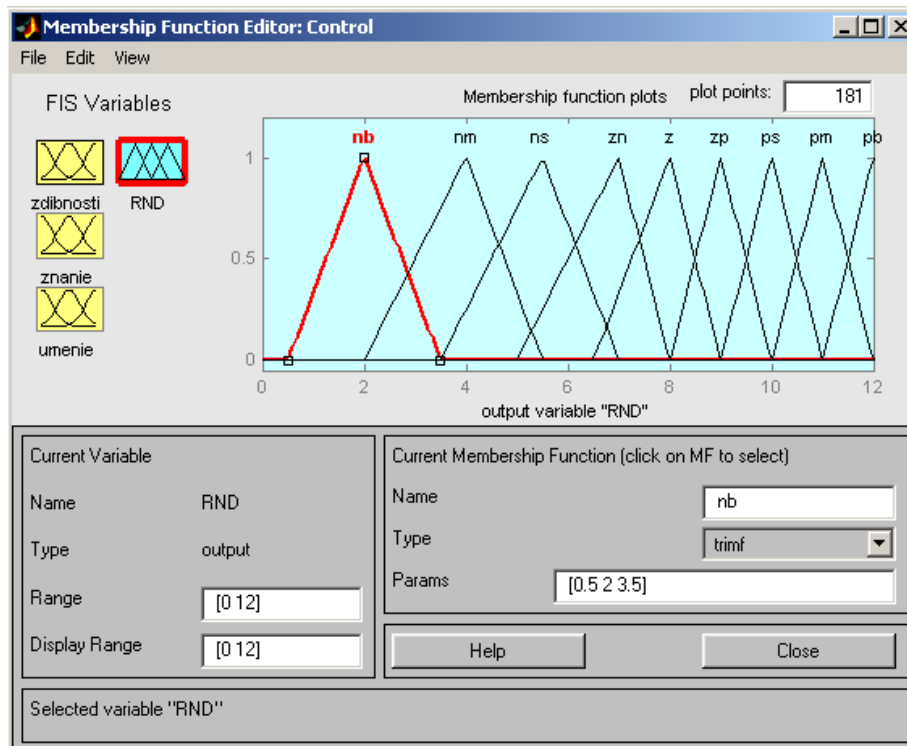


Рис. 5. Вікно «Membership Function Editor» для задання термів функції належності вихідної змінної «рівень навчальних досягнень».

Вид графічного інтерфейсу редактора правил після задання всіх правил зображений на рис. 6.

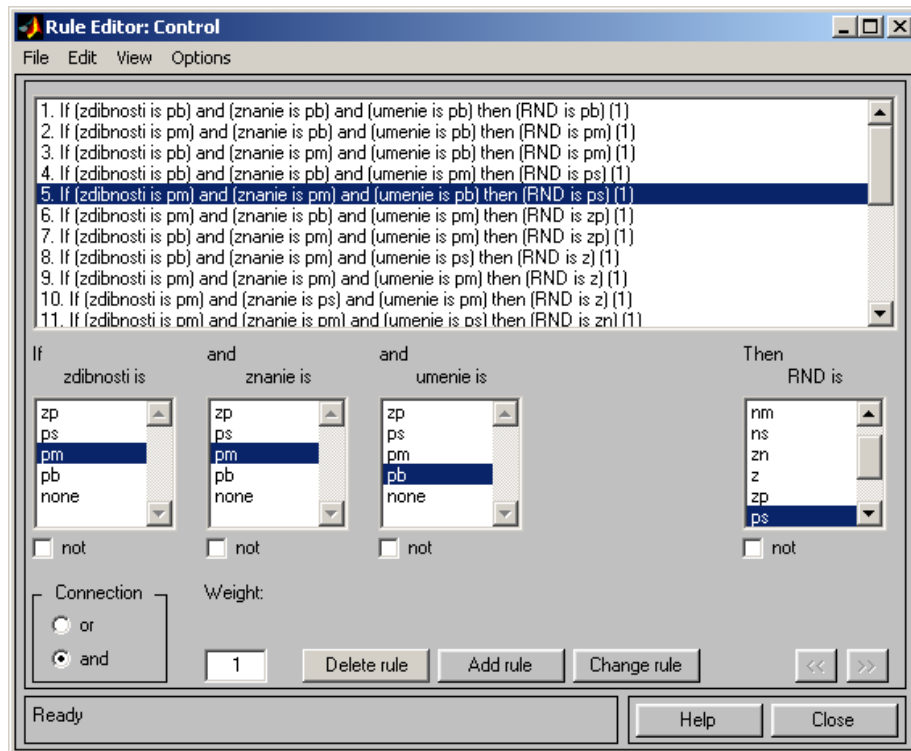


Рис. 6. Вид графічного інтерфейсу редактора правил.

Тепер можна виконати аналіз побудованої системи нечіткого виведення. З цією метою відкрисмо вікно перегляду правил системи MATLAB і вводимо значення вхідних змінних для окремого випадку, коли значення вхідної змінної „розумові здібності” = 3, „якість знань” = 3, „ступінь сформованості умінь та навичок” = 4. Значення вихідної змінної „рівень навчальних досягнень” = 6,67 (рис. 7.). Якщо змінити значення вхідних змінних („розумові здібності” = 4, „якість знань” = 5, „ступінь сформованості умінь та навичок” = 5), тоді для вихідної змінної отримуємо інше значення („рівень навч. досягнень” = 11).

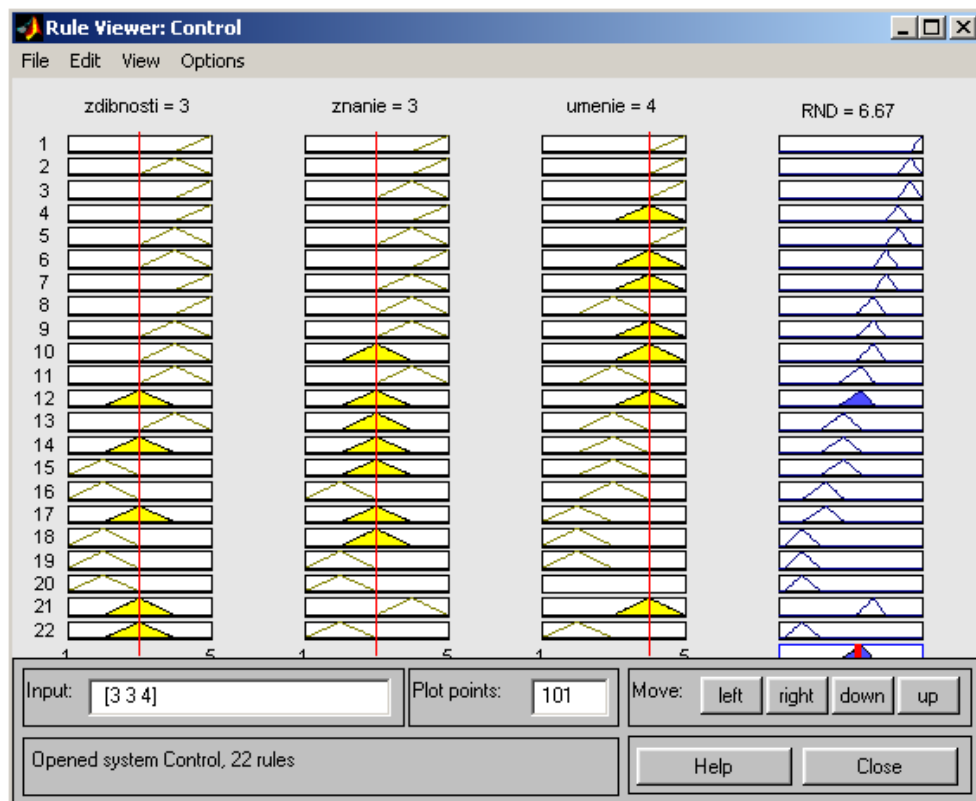


Рис. 7. Вікно перегляду правил системи MATLAB

В даному випадку вчитель оцінює якість знань учнів, ступінь сформованості загальнонавчальних та предметних умінь і навичок, рівень володіння розумовими операціями, самостійність окремо за кожною ознакою, виставляючи зрозумілий для всіх оцінювальний бал в 4-бальній системі, а за допомогою комп'ютерної моделі формалізується цей процес і виставляється оцінка в 12-бальній системі.

Збільшити об'єктивність оцінювання можна за рахунок збільшення кількості ознак, тобто вхідних змінних. Більш тонке налаштування моделі потребує збільшення кількості термів для кожної змінної, що в свою чергу приводить до збільшення правил в системі нечіткого виведення. Найефективнішим процес розробки найпростішої системи нечіткого виведення виявляється для складних нечітких моделей з великим числом змінних і правил нечіткого виведення. В цьому випадку задання змінних і функцій належності та їх термів в графічному режимі, а також візуалізація правил дозволяють істотно зменшити трудомісткість розробки нечіткої моделі, знизити кількість можливих помилок і скоротити загальний час нечіткого моделювання.

Література

1. Давыдов В.В. Теория развивающего обучения / В.В. Давыдов. – М.: ИНТОР, 1996. – 544 с.
2. Дьяконов В. MATLAB: учебный курс / В. Дьяконов. – СПб: Питер, 2001. – 560 с.
3. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств / А. Кофман – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.
4. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzy TECH / А.В. Леоненков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.
5. Лист МОН України № 1/9-183 від 17.03.10 року „Про обговорення проекту Порядку оцінювання навчальних досягнень учнів основної та старшої школи в системі загальної середньої освіти”.
6. Сухомлинский В.О. Сердце отдаю детям / В.О. Сухомлинский – К.: Рад. школа, 1988. – 153 с.
7. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний / Н.Ф. Талызина – М.: МГУ, 1975. – 343 с.
8. Zadeh L.A. Fuzzy sets. – Information and Control, vol. 8, 1965, pp. 43-80.