МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

М.М. Іванов

МАРКЕТИНГОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСОНАЛУ

Методичні рекомендації до практичних занять для здобувачів освітньо-професійна програма «Економіка персоналу та HR-індустрія» спеціалізація С1.01 - Економіка



Запоріжжя
2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

М.М. Іванов

МАРКЕТИНГОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСОНАЛУ

Методичні рекомендації до практичних занять
для здобувачів освітньо-професійна програма «Економіка персоналу та HR-індустрія» , спеціалізація С1.01 - Економіка

Затверджено
вченою радою ЗНУ
Протокол № 3 від 25. 10 .2022

Запоріжжя
2022

УДК: 339.138:331.108.2

Іванов М.М. Маркетингові дослідження персоналу: методичні рекомендації до практичних занять для здобувачів освітньо-професійна програма «Економіка персоналу та HR-індустрія» , спеціалізація С1.01 - Економіка, 2022. 41 с.

У виданні подано зміст практичних занять з освітньої компоненти «персоналом» (тематику, короткі теоретичні відомості, методику розв’язання задач із прикладами й поясненнями, порядок виконання практичних робіт, завдання до практичних робіт, питання для закріплення та актуалізації знань). Методики виконання практичних робіт основана із використанням системи Matlab.

Рецензент

Дашко І.М., д-р економ. наук, проф., професор кафедри управління персоналом і маркетингу

Відповідальний за випуск

Іванов М.М., д-р економ. наук, проф., завідувач кафедри управління персоналом і маркетингу

ЗМІСТ

Вступ……..……..	4
Методичні поради з підготовки до практичних занять…….	6
Ознайомлення з системою нечіткого моделювання……	7
Редактор систем нечіткого виводу FIS…….	8
Зміст практичних занять……	17
Практичне заняття 1. Побудова вхідних функцій приналежності HR в системі Matlab …….……	17
Практичне заняття 2. Побудова баз нечітких лінгвістичних правил в системі Matlab ……..	26
Практичне заняття 3. Побудова системи нечіткого виводу даних в системі Matlab	28
Практичне заняття 4. Побудова поверхні виводу результату моделювання оцінювання персоналу в системі Matlab …….	35
Глосарій……..	39
Рекомендована література……...	40

ВСТУП

З огляду на динамічні ринкові перетворення, що відбуваються в економіці України, зміну моделі економічних відносин одним із ключових завдань підприємств України є перехід від мислення категоріями виробництва до осягнення управління людськими ресурсами. Успішно вирішити ці завдання є підготовка фахівців освітньо-професійна програма «Економіка персоналу та HR-індустрія» , спеціалізація С1.01 - Економіка

Метою вивчення освітньої компоненти є забезпечення студентів необхідним теоретичним та методичним інструментарієм переходу від традиційних моделей економічного розвитку до моделей цифрової економіки, що враховують оцінювання та управління людськими ресурсами в умовах діджиталізації для довгострокового розвитку суспільства, а також аналізувати можливі шляхи використання сучасних методів управління та аналізу для інтелектуального оцінювання персоналу.

Основними завданнями вивчення освітньої компоненти «персоналом» є:

ознайомлення з принципами управління персоналом в умовах цифрової економіки та вивчення основних положень теорії та методології інтелектуальної обробки даних;

формування розуміння ролі людських ресурсів (персоналу), необхідність переходу від традиційних моделей економічного розвитку, що склалися в світі, до стійкого типу життєздатних систем;

набуття вміння інтелектуального оцінювання персоналу в умовах цифрової економіки;

оцінювання можливості персоналу та динаміку розвитку людських ресурсів; формування навичок в прийнятті управлінських рішень;

оволодіння основними вимогами, які висуваються до студента чинною нормативною базою.

Методичні рекомендації до практичних занять розроблені з метою ознайомлення студентів зі змістом практичних занять, порядком виконання практичних робіт, вимогами до звітності, а також надання необхідної методичної допомоги в організації самопідготовки.

📄 МЕТОДИЧНІ ПОРАДИ З ПІДГОТОВКИ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Практичне заняття – вид навчального процесу, метою якого є закріплення окремих теоретичних положень освітньої компоненти та формування вмінь і навичок їх практичного застосування шляхом виконання практичних завдань.

Тематика практичних занять із дисципліни «персоналом» визначається робочою програмою, їх зміст і вимоги конкретизуються у методичних вказівках.

Підготовка до практичного заняття має бути спрямовано на виконання наданих рекомендацій, що сприятиме раціональному використанню часу та ефективній підготовці до практичних занять.

Методика підготовки до практичних занять:

1. Ознайомитися з темою та метою заняття.
2. Опрацювати короткі теоретичні відомості.
3. Ознайомитися з основними підходами вирішення задачі.
4. Встановити зв’язок вивченого навчального матеріалу з попереднім.
5. Ознайомитися з порядком виконання практичної роботи, вимогами до звітності.

🕮 ОЗНАЙОМЛЕННЯ З СИСТЕМОЮ НЕЧІТКОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Для розробки та подальшого застосування систем нечіткого виведення в інтерактивному режимі можуть бути використані такі графічні засоби, що входять до складу Fuzzy Logic Toolbox:

- редактор систем нечіткого виводу FIS (FIS Editor);
- редактор функцій власності системи нечіткого висновку (Membership Function Editor);
- редактор правил системи нечіткого виводу (Rule Editor);
- програма перегляду правил системи нечіткого виводу (Rule Viewer);
- програма перегляду поверхні системи нечіткого виводу (Surface Viewer).

Окрім цих графічних засобів до складу пакету Fuzzy Logic Toolbox також включає такі спеціальні програми:

- редактор адаптивних систем нейронечіткого виведення (Adap tive Neuro-Fuzzy Inference System Editor);
- програма нечіткої кластеризації методом нечітких С середніх (fuzzy C-means clustering).

Функції Matlab, які можуть бути використані для виклику відповідних графічних засобів, представлені в табл. 1.

Таблиця 1.Функції графічного інтерфейсу користувача

Функція	Призначення
anfisedit	Редактор гібридних мереж ANFIS
findcluster	Програма нечіткої кластеризації
fuzzy	Редактор системи нечіткого виводу FIS
mfedit	Редактор функцій приладдя
ruleedit	Редактор правил нечіткого висновку
ruleview	Програма перегляду правил та діаграми нечіткого виводу
surfview	Програма перегляду поверхні нечіткого виводу

Розглянемо особливості кожного з графічних засобів, які слід використовувати для розробки та дослідження систем нечіткого виводу у середовищі Matlab.

Редактор систем нечіткого виводу FIS

Редактор систем нечіткого виводу FIS (або просто редактор FIS) є основним засобом, який використовується для створення або редагування систем нечіткого виводу у графічному режимі. Редактор FIS може бути відкритий за допомогою введення з додатку Fuzzy Logic Designer (рис. 1) або fuzzy в командному рядку(Рис. 2).



Рисунок 1 – Виклик додатку Fuzzy Logic Designer

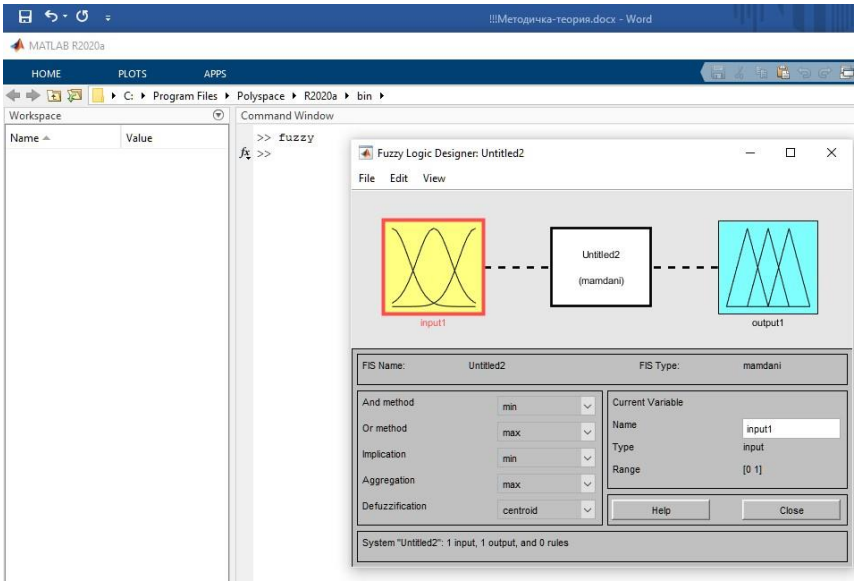


Рисунок 2 – Виклик функції fuzzy у командній строки.

Ця функція надає користувачеві можливість задавати та редагувати на високому рівні властивості системи нечіткого виведення, такі, як число вхідних та вихідних змінних, тип системи не чіткого виводу, метод дефазифікації тощо.

У випадку, коли функція fuzzy викликається без аргументів, то редактор FIS викликається для новостворюваної системи нечіткого виведення з ім'ям Untitled за замовчуванням (Рис. 3).

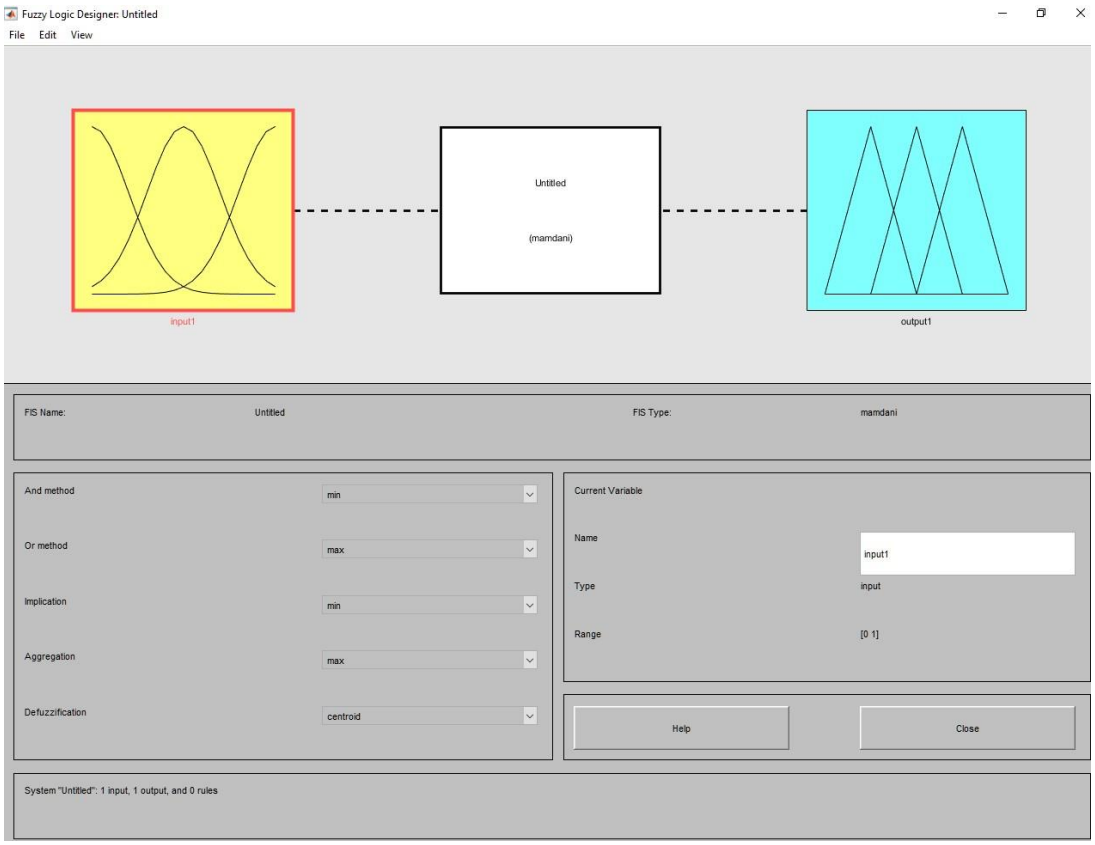


Рисунок 3 – Графічний інтерфейс редактора FIS, викликаний без аргументів

За замовчуванням також задається ряд таких параметрів, таких як тип системи нечіткого виведення (Мамдані), нечіткі логічні операції, методи імплікації, агрегування та дефазифікації та деякі інші. Користувач може погодитися з цими значеннями чи змінити їх.

Якщо функція fuzzy викликається з аргументом у формі fuzzy ('FISfile'), де FISfile - ім'я зовнішнього файла з розширенням.fis із заздалегідь розробленою системою нечіткого виводу, то редактор викликається із вже завантаженою

системою FIS з ім'ям FISfile. Наприклад, на рис. 4 у редакторі відкрити файл «Система нечіткого виводу.fis».

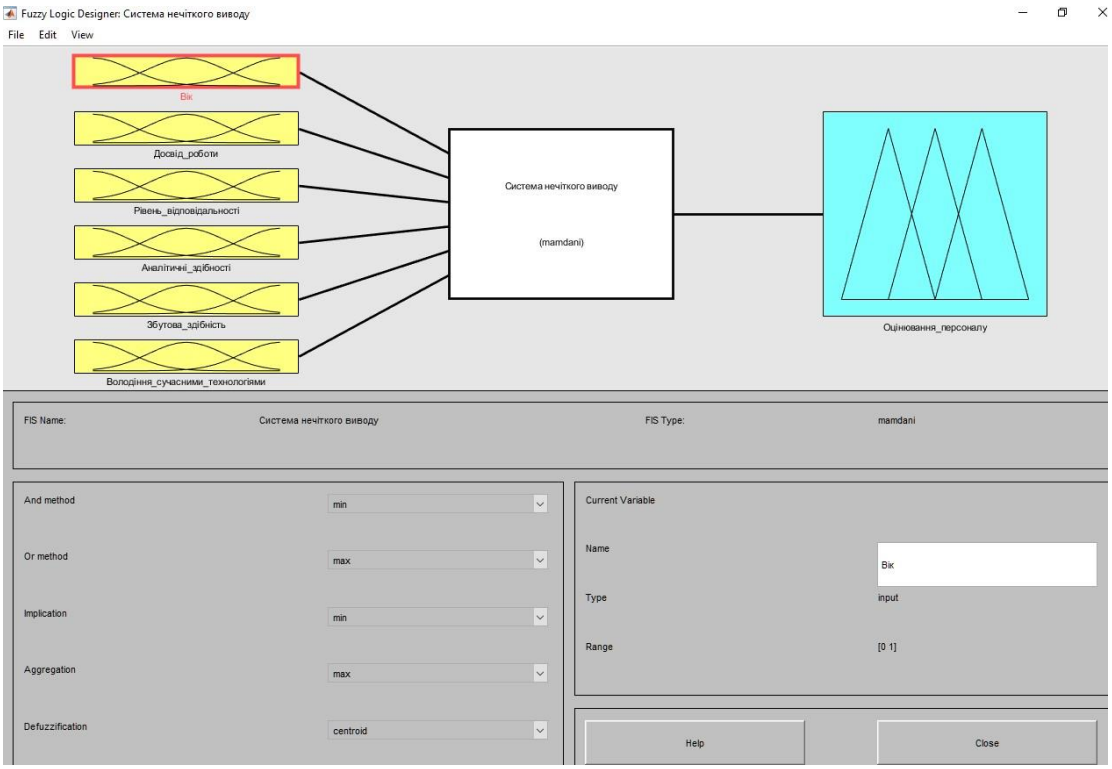


Рисунок 4 – Інтерфейс редактора відкритого файлу побудованої нечіткої системи.

Редактор FIS має графічний інтерфейс і дозволяє викликати всі інші редактори та програми перегляду систем не чіткого виведення. Графічний інтерфейс редактора має достатню зручність і гнучкість, необхідну для інтерактивної роботи з окремими компонентами системи нечіткого виведення.

У верхній частині робочого інтерфейсу редактора FIS зображується діаграма, що представляє у візуальній формі входи та виходи системи нечіткого виводу, в центрі яких є редактор нечітких правил Rule Editor. Один клік на прямокутнику із зображенням входу або виходу виділяє відповідну змінну і робить її поточною. Зображення поточної змінної виділяється червоним кольором (Рис 5).

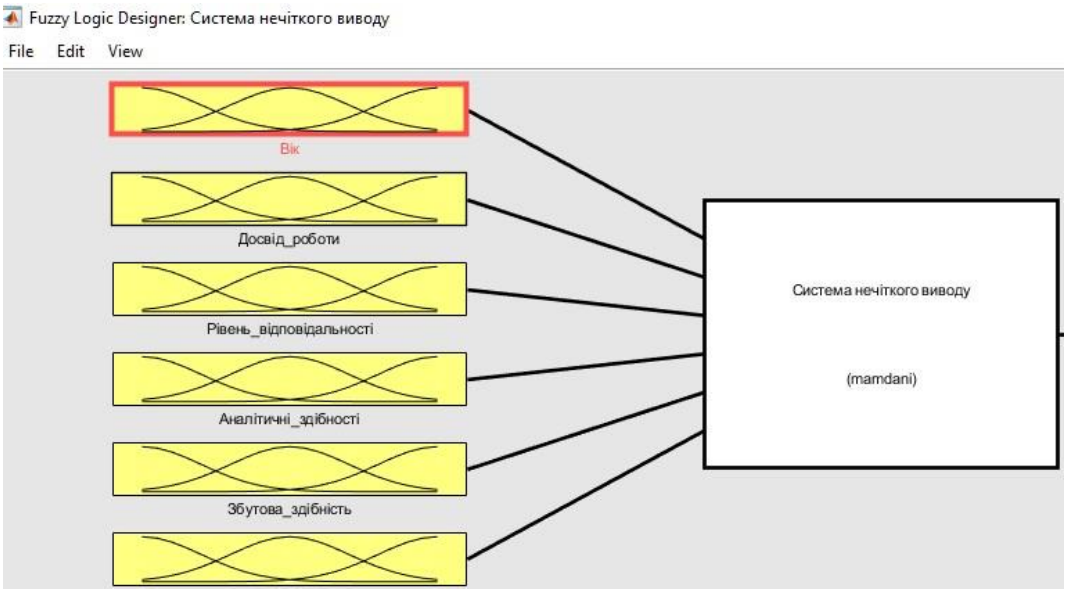


Рисунок 5 – Зображення поточного виділення (червоний).

Подвійний клік на прямокутнику із зображенням вхідний або вихідний змінної викликає редактор функцій приналежності із завантаженою до нього відповідної змінної. Подвійний клік на зображенні процесора нечітких правил викликає редактор правил для відповідної системи нечіткого виводу. Якщо деяка змінна існує в системі нечіткого висновку, але не використовується в правилах виведення, то зв'язок її з процесором нечітких правил зображується не суцільною, а пунктирною лінією. Редактор FIS має головне меню, яке дозволяє користувачеві викликати інші графічні засоби роботи з системою нечіткого виводу FIS, завантажувати та зберігати структуру FIS у зовнішніх файлах тощо. Розглянемо призначення пунктів меню редактора FIS.

Пункт меню File (Файл) редактора FIS містить наступні операції (Рис.6):

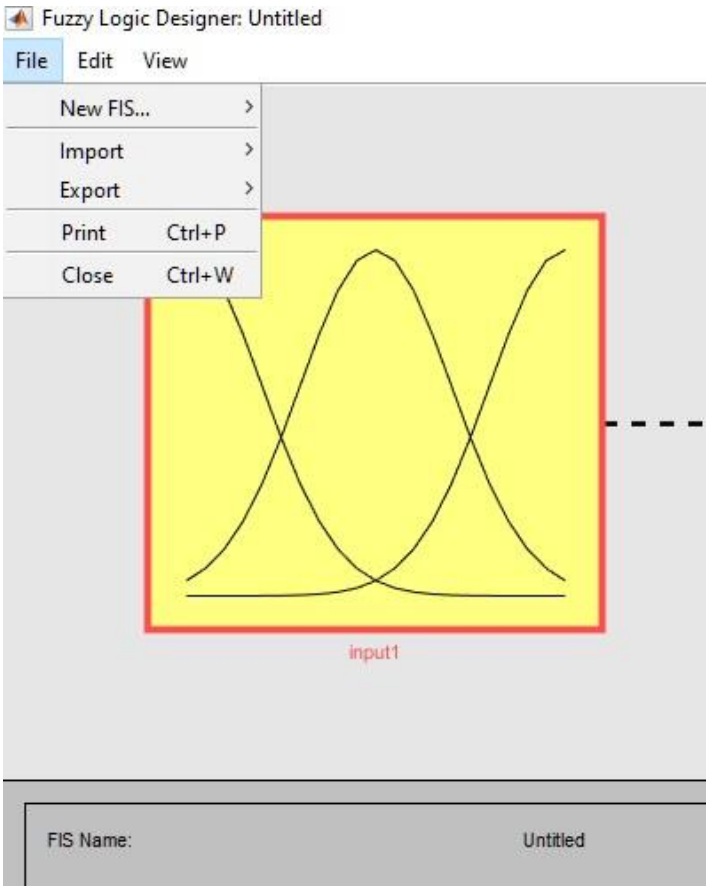


Рисунок 6 – Пункт меню File

- New FIS... — дозволяє вибрати тип нової, що задається системи нечіткого виведення: Mamdani або Sugeno - типуМамдані чи Саджено відповідно. Задана система нечіткого висновку не має ні вхідних, ні вихідних змінних, а її ім'я задається за замовчуванням як Untitled;
- Import - дозволяє завантажити в редактор FIS існуючу систему нечіткого виводу одним з двох способів: From Workspace... або From Disk... — із робочого простору Matlab або із зовнішнього файлу відповідно. В останньому випадку викликається стандартне діалогове вікно відкриття зовнішнього файла із диска;
- Export — дозволяє зберегти редаговану систему не чіткого виводу одним із двох способів: To Workspace... або Disk... — у робочому просторі програми Matlab або у зовнішньому файлі відповідно. В останньому випадку викликається стандартне діалогове вікно збереження файлу на диску;

– Print — дозволяє друкувати на принтері редагування систему нечіткого виведення. У цьому випадку стандартне діалогове вікно налаштовує властивості друку на підключеному до комп'ютера принтері;
– Close — закриває редактор FIS, викликаючи діалогове вікно з пропозиціями зберегти або відмовитися від збереження редагованої системи нечіткого виведення.

Пункт меню Edit (Редагування) містить такі операції (Рис.7):

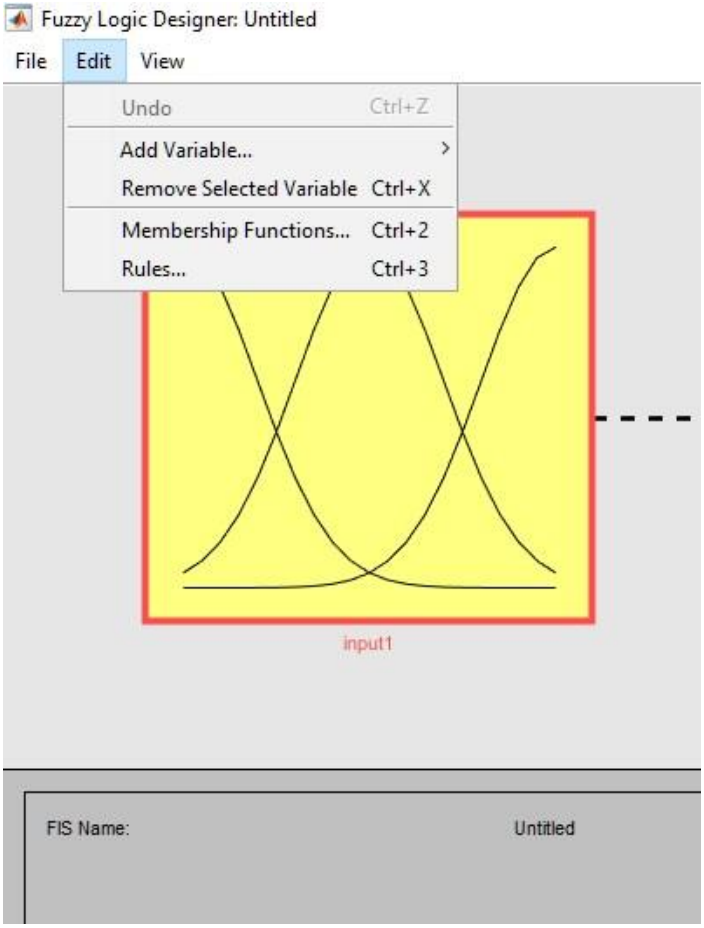


Рисунок 7 – Вигляд пункта меню Edit

– Undo – скасовує виконання останньої дії;
– Add Variable... – дозволяє додати до редагованої системи нечіткого виводу вхідну (Input) або вихідну (Out-put) змінну;
– Remove Selected Variable – видаляє попередньо обрану змінну з системи нечіткого виведення, що редагується;
– Membership Functions – Викликає редактор функцій приналежності;

– Rules – Викликає редактор правил нечіткого виведення.

Відповідно пункт меню View містить наступні операції:

Rules – викликає програму перегляду правил нечіткого виводу;

Surface – Викликає програму перегляду поверхні не чіткого виведення.

У лівій нижній частині робочого інтерфейсу редактора FIS є п'ять спливаючих меню:

– And method (Метод логічної кон'юнкції) — дозволяє задати один із наступних методів для виконання логічної кон'юнкції в умовах нечітких правил:

min - метод мінімального значення:

$T(A \wedge B) = min\{T(A), T(B)\}$;

– prod — метод алгебраїчного множення

$T(A \wedge B) = min\{T(A) \cdot T(B)\}$.

– Custom - метод, визначений користувачем.

– Or method (Метод логічної диз'юнкції) - дозволяє задати один з наступних методів для виконання логічної диз'юнкції в умовах нечітких правил:

max - метод максимального значення

$T(A \vee B) = max\{T(A), T(B)\}$;

probor - метод алгебраїчної суми

$(A \vee B) = min\{T(A) + T(B) - T(A) \cdot T(B)\}$;

Custom - метод, визначений користувачем.

– Implication method (Метод виведення висновку) — дозволяє задати один із наступних методів для виконання (активізації) логічного висновку у кожному з нечітких правил:

– min - метод мінімального значення

$\mu'(y) = min\{c_i, \mu(y)\}$,

де c_i - ступінь істинності укладання правила R_i, що входить у основу правил системи нечіткого виведення, $\mu(y)$ — функція ghbyfkt;yjcns термо, що є значенням вихідний змінної правила R_i;

– prod — метод твору алгебри

$\mu'(y) = c_i, \mu(y)$;;

– Custom - метод, визначений користувачем. Це меню не використовується для систем нечіткого виведення типу Саджено.

– Aggregation method (Метод агрегування) - дозволяє задати один з наступних методів для агрегування значень функції приналежності кожної з вихідних змінних у висновках нечітких правил:

- max - метод максимального значення

$T(A \vee B) = max\{T(A), T(B)\}$;

- sum - метод граничної суми

$T(A \vee B) = min\{T(A) + T(B), 1\}$;

- probor - метод алгебраїчної суми

$T(A \vee B) = T(A) + T(B) - T(A) \cdot T(B)$;

– Custom - метод, визначений користувачем. Це меню не використовується для систем нечіткого виведення типу Саджено.

– Defuzzification method (Метод дефазифікації) — дозволяє задати один із наступних методів для виконання дефазифікації вихідних змінних у системі нечіткого виведення типу Мамдані:

- centroid - метод центру тяжкості для дискретної множини значень функції приналежності

$$y = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i \mu(x_i)}{\sum_{i=1}^{n} \mu(x_i)},$$

де n - число одноточкових нечітких множин, кожна з яких характеризує єдине значення аналізованої вихідний лінгвістичної змінної;

- bisector - метод центру площі

$\int_{min}^{y} \mu(x)dx = \int_{y}^{max} \mu(x)dx$;

– mom (middle of maximum) - метод середнього максимуму, визначається як середнє арифметичне лівого та правого модальних значень;
– som (smallest of maximum) - метод найменшого (лівого) модального значення;
– lom (largest of maximum) - метод найбільшого (правого) модального значення;
– Custom - метод, визначений самим користувачем.

Для систем нечіткого виведення типу Саджено можна вибрати один з наступних методів дефазифікації:

– wtaver (weighted average) - метод виваженого середнього

$y = \frac{\sum_{i=1}^{n} c_i w_i}{\sum_{i=1}^{n} c_i}$,

де n - загальна кількість активних нечітких пропорційних правил, у висновках яких присутня вихідна лінгвістична змінна;

– wtsum (weighted sum) - метод виваженої суми

$y = \sum_{i=1}^{n} c_i \cdot w_i$,

де n — загальна кількість активних нечітких продукційних правил, у висновках яких присутня вихідна лінгвістична змінна.

У нижньому правому куті знаходяться кнопка виклику вбудованої довідкової системи Matlab (Help) і кнопка закриття редактора FIS (Close

🕮 ЗМІСТ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

🖃 Практичне заняття 1. Побудова вхідних функцій приналежності HR в системі Matlab

Мета: виконання практичного заняття є засвоєння основних принципів формування функцій приналежності; набути вміння будувати функцій приналежності; виявляти та вирішувати проблеми, самостійно приймати обґрунтовані рішення, забезпечувати їх виконання; здійснювати планування та управління своїм часом (ПРН 16).

Теоретичні відомості

Основні типи функцій приналежності. Формальне визначення і застосування нечіткої множини не накладає жодних обмежень по вибіру конкретної функції приналежності для його уявлення. Однак на практиці зручно використовувати ті з них, які припускають аналітичне уявлення у вигляді математичної функції. Це спрощує як відповідні чисельні розрахунки, так й скорочує обчислювальні процеси, необхідних зберігання окремих значень цих функцій приналежності. Необхідність типізації окремих функцій приналежності також обумовлена наявністю реалізацій відповідних функцій у інструментальних засобах, що розглядаються далі.

Як перший тип функцій приналежності розглянемо функції, які виникають з їх назви і складаються з відрізків прямих ліній, утворюючи безперервну функцію.

Найбільш характерним прикладом таких функцій є «трикутної» (рис. 7) та «трапецієвидної» (рис. 8) функції приналежності. У цьому випадку кожна з цих функцій може бути задана на $X = [0, 10]$, в якості якого обраний замкнутий інтервал дійсних чисел. У загальному випадку вибір X може бути довільним і не обмежений жодними правилами.

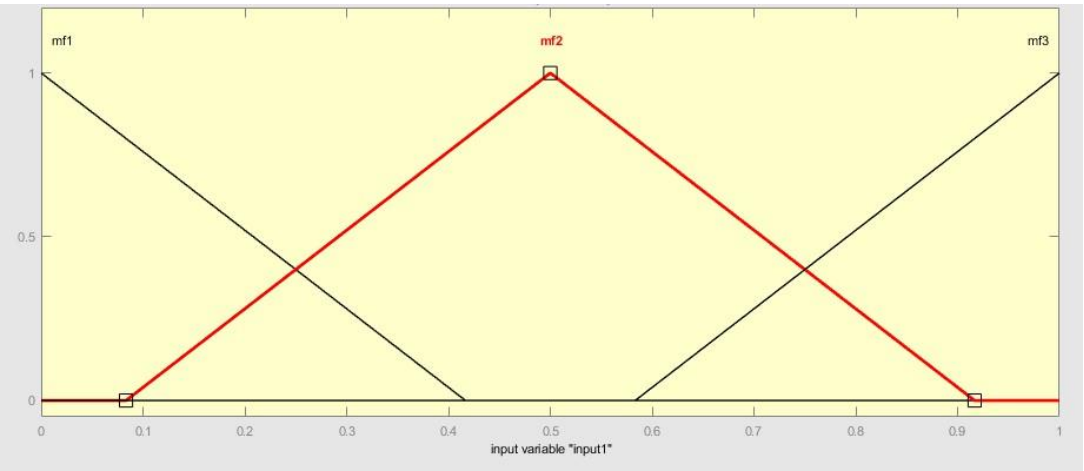


Рисунок 7 – Приклад трикутної функції приналежності.

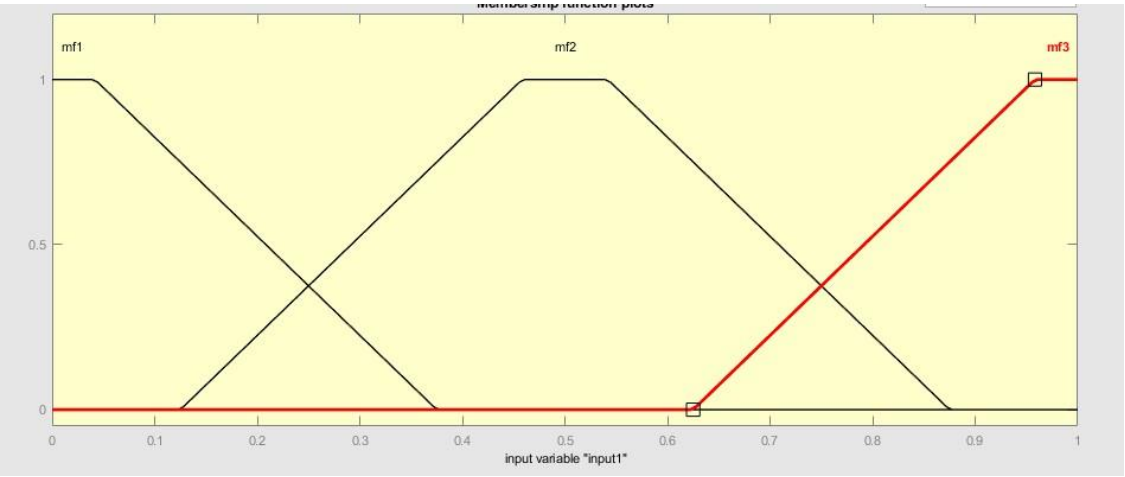


Рисунок 8 – Приклад трапецієвидної функції приналежності.

Перша з цих функцій (рис.1) приналежності у випадку може бути задана аналітично наступним виразом:

$$f_{\Delta}(x;a,b,c)=\begin{Bmatrix}0, & x\le a\\ \frac{x-a}{b-a}, & a\le x\le b\\ \frac{c-x}{c-b} & b\le x\le c\\ 0, & c\le x\end{Bmatrix}, \qquad (1)$$

де a,b,c - деякі числові параметри, що приймають довільні значення і впорядковані відношенням: $a\le b\le c$.

Визначено, що конкретна функція, яку зображено на рис. 1 значення параметрів буде дорівнювати: $\text{а}=0.08, \text{в}=0.5, \text{с}=0.92$.

Параметри a і c характеризують основу трикутника, а параметр b його вершину. Як можна помітити, ця функція приналежності породжує нормальну опуклу нечітку множину з носієм інтервалом (a,c), межами $(a,c)\backslash\{b\}$, ядром $\{b\}$ та модою b.

Трапецієвидна функція приналежності (рис.2) може бути задана наступним виразом:

$$f_{\mathrm{T}}(x;a,b,c,d)=\begin{Bmatrix}0, & x\le a\\ \frac{x-a}{b-a}, & a\le x\le b\\ \frac{d-x}{d-b} & b\le x\le d\\ 0, & d\le x\end{Bmatrix}, \qquad (2)$$

де a,b,c,d - деякі числові параметри, що набувають довільних дійсних значень і впорядковані ставленням: $\text{а}\le \text{в}\le \text{с}\le d$.

Що стосується функції приналежності, яка зображена (рис. 2) значення параметрів буде дорівнювати: $\text{а} = 0.12, \text{в} = 0.45, \text{с} = 0.55, d = 0.88$.

Параметри а і d характеризують нижню основу трапеції, а параметри в і с верхню основу трапеції. При цьому дана функція приналежності породжує нормальну опуклу нечітку множину з носієм інтервалом (a, b), межами $(a, b) \cup (c, d)$ і ядром $[b, c]$.

Ці функції використовуються для завдання таких властивостей множин, які характеризують невизначеність типу: «приблизно дорівнює», «середнє значення», «знаходження в інтервалі», «подібне об'єкту», «подібне предмету» та інші.

Редактор функцій приналежності у Matlab

Редактор функцій приналежності призначений для завдання та редагування функцій приналежності окремих термів системи нечіткого виведення у графічному режимі. Редактор функцій приналежності може бути відкритий за допомогою введення функції mfedit, а також mfedit('FISfile') або mfedit(fisname) у командному рядку, або за допомогою головного меню Редактора FIS (командою меню Edit > Membership Functions... або подвійного кліку на прямокутнику).

Функція викликає редактор функцій приналежності, який дозволяє користувачеві в графічному режимі аналізувати та модифікувати всі функції приналежності побудованої структури FIS та зберегти у зовнішньому файлі з ім'ям FISfile.fis. Для кожної функції приналежності можна змінити її ім'я, тип та параметри. Редактор надає користувачеві не тільки можливість вибрати будь-яку з 11 вбудованих функцій приналежності, але й построїти власну функцію приналежності.

Результат виклику редактора функцій приналежності зображено на рис. 9.

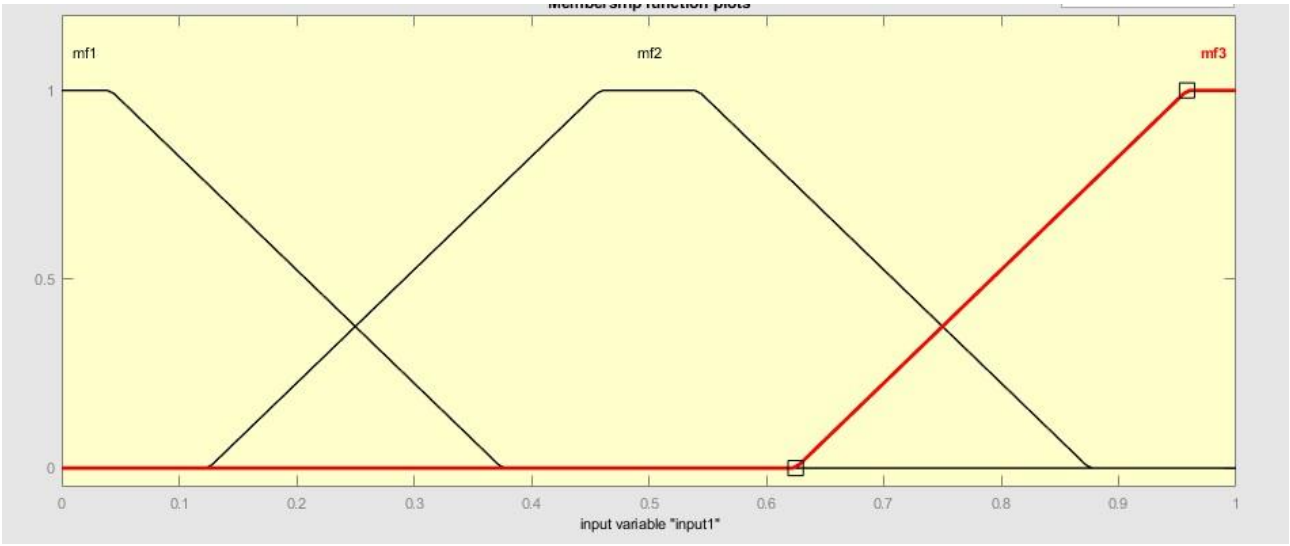


Рисунок – 9 Вид функцій приналежності.

Для відображення графіків функцій приладдя слід вибрати необхідну змінну в лівій частині графічного інтерфейсу редактора під заголовком FIS Variables (Змінні FIS).

Щоб вибрати потрібну функцію приналежності, клікніть на ній або її мітці в основному вікні графіків функцій приналежності.

Редактор функцій приналежності має головне меню програми, яке дозволяє користувачеві викликати інші графічні засоби роботи із системою нечіткого виведення FIS, завантажувати та зберігати структуру FIS у зовнішніх файлах тощо.

— Пункт меню File (Файл) редактора функцій приладдя містить такі ж операції, що і однойменний пункт меню редактора FIS.

— Пункт меню Edit (Редагування) містить такі операції:

- Undo - скасовує виконання останньої дії;

— Add MF... — дозволяє додати вбудовану функцію приладдя термів до вибраної змінної;

- Add Custom MF... - дозволяє додати користувальницьку функцію приладдя для окремої змінної;

- Remove Current MF - дозволяє видалити окрему функцію приладдя;

— Remove All MFs — дозволяє видалити всі функції приладдя для окремої змінної;

- FIS Properties... - Викликає редактор FIS;

— Rules... — викликає редактор правил нечіткого висновку.

— Пункт меню View містить наступні операції:

- Rules - викликає програму перегляду правил нечіткого виводу;

- Surface - Викликає програму перегляду поверхні нечіткого виведення.

Список типів функцій приладдя, що відкривається, дозволяє вибрати одну з 11 вбудованих функцій приладдя.

Використовуючи відповідні поля введення, можна змінити імена термів вибраної змінної у полі введення Name, модифікувати параметри вбудованих функцій приладдя в полі Params.

Оскільки цей редактор не дозволяє встановити в діалоговому режимі функцію приналежності, визначену користувачем, у разі подібної необхідності слід скористатися відповідними функціями командного режиму. Тим не менш, вбудованих типів функцій приналежності виявляється цілком достатньо для більшості практичних додатків.

Змінити вигляд функції приналежності можна також за допомогою миші: слід виділити змінну функцію приналежності на графіці (вона буде зображена червоним кольором) і, не відпускаючи ліву кнопку миші, переміщувати маркер в потрібний бік. При цьому змінюватимуться графік відповідної функції приналежності та її параметри. Такою можливістю слід користуватися з великою обережністю, оскільки виконані таким способом зміни функції приналежності вже не вдасться скасувати після експорту системи нечіткого виводу.

У нижньому правому куті знаходяться кнопка виклику вбудованої довідкової системи Matlab (Help) та кнопка закриття редактора (Close).

Порядок виконання практичної роботи

1. Самостійно обрати показники для оцінювання персоналу.

Наприклад, це можуть бути: T_1 - «Вік», T_2 - «Досвід роботи», T_3 - «Рівень відповідальності», T_4 - «Аналітичні функції», T_5 - «Збутова діяльність», T_6 - «Володіння сучасними технологіями» та T_7 - оцінювання персоналу.

Оцінювання персоналу в системі Matlab можна представити наступним виглядом(рис.10).

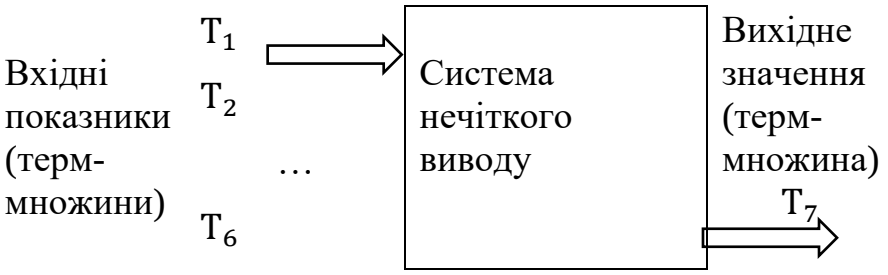


Рисунок 10 – Оцінювання персоналу в системі MATLAB.

Слід зазначити, що лінгвістична змінна, як і її вихідна терм-множина, пов'язана з конкретною розмірної шкалою, на якій визначені всі арифметичні операції.

Для оцінки характеристик співробітників в практичній роботі запропоновані лінгвістичні змінні і їх розмірності (табл. 1).

Кожне терм-множина $T_i = \left\{T_i^j\right\}$, $i = \overline{1,6}$, відповідне і -тій характеристиці співробітника, складається з термів T_i^j, представлених нечіткими множинами

$$T_i^j = \langle x, \mu_{T_i^j}(x) \mid x \in [x_{min}, x_{max}] \rangle, j = \overline{1,3}.$$

По виду впливу чинників на оцінку персоналу можна поділити на дві групи як стимулятори - якщо вплив чиннику направлено на збільшення оцінки, так і дестімулятори - якщо вплив чиннику направлено на зменшення (табл.1).

Таблиця 1. Лінгвістичні змінні характеристики співробітників суб'єкта економічної діяльності

Терм-множини	Метрика і вид впливу	x_{min}^{1}	x_{max}^{1}	Позначення термів
$T_1^1 = \cup T_1^j, j = \overline{1,3}$	Вік <Вік>, рік стимулятор	20	65	молодий середній досвідчений
$T_2^1 = \cup T_1^j, j = \overline{1,3}$	Досвід роботи на посаді <Досвід_роботи>, рік стимулятор	0	20	малий середній великий
$T_3^1 = \cup T_1^j, j = \overline{1,5}$	Рівень відповідальності <Рівень_відповідальності> дестімулятор	1	3	низька середня висока
$T_4^1 = \cup T_1^j, j = \overline{1,3}$	Аналітичні здібності <Аналітичні_здібності > стимулятор	1	3	низька середня висока
$T_5^1 = \cup T_1^j, j = \overline{1,3}$	Збутова здібність <Збутова_здібність> стимулятор	1	3	низька середня висока
$T_6^1 = \cup T_1^j, j = \overline{1,3}$	Володіння сучасними технологіями <Володіння_сучасними_технологіями >	1	3	низька середня висока

Для усунення впливу зміни вхідних змінних метрик і, як наслідок, коригування терм-множин пропонується перехід до нормованої функції. Нехай певний раніше терм-множина T_i є вихідним.

Нормована лінгвістична змінна у Matlab представляє собою відображення на інтервалі [0;1]:

$$D_i^n = \{D_i^{n\prime}\},\ D_i^{n\prime} = \langle z, \mu_{D_i'}(z) \mid z \in [0,1] \rangle, \qquad (3)$$

де z – нечітке число, відповідне терм-множині D_i' на інтервалі [0;1],

n – число співробітників підприємства.

Наступним етапом в системі Matlab будуємо для кожного терм-множини T_i функція приналежності $\mu_{D_i^j}(z) \coloneqq \mu_{T_i^j}(x)$ відповідно до побудованої таблиці 2.

Таблиця 2. Функції нормування вхідних змінних метрик співробітників суб'єкта економічної діяльності .

Терм-множини	Множини $D_i^{n\prime}$
D_1^1	$D_1^{1\prime}$={[0,0; 0,0; 0,2; 0,4], [0,2; 0,4; 0,6; 0,8], [0,6; 0,8; 1,0; 1.0]}
D_2^1	$D_2^{1\prime}$={[0,0; 0,0; 0,2;0,3], [0,2; 0,3; 0,7;0,8], [0,7; 0,8; 1,0; 1,0] }
D_3^1	$D_3^{1\prime}$={[0,0; 0,0; 0,2;0,35], [0,2; 0,35; 0,62; 0,72], [0,62; 0,72; 1,0; 1,0] }
D_4^1	$D_4^{1\prime}$={[0,0; 0,0; 0,2; 0,35], [0,2; 0,35; 0,65; 0,8], [0,65; 0,8; 1,0; 1,0]}
D_5^1	$D_5^{1\prime}$={[0,0; 0,0; 0,13; 0,23], [0,13; 0,23; 0,62; 0,72], [0,62; 0,72; 1,0; 1,0]}
D_6^1	$D_6^{1\prime}$={[0,0; 0,0; 0,1; 0,3], [0,1; 0,3; 0,6; 0,8], [0,6; 0,8; 1,0; 1,0]}

Отримані множини $D_i^{n'}$ дозволяють побудувати функції приналежності у вигляді трапецієподібних– функцій.

В цьому випадку трапецієвидний нечіткий інтервал представлений у вигляді кортежу з чотирьох чисел:

$D_i^j = <a, b, c, d>$,

де a, b, c, d - числові параметри, які беруть дійсні значення і впорядковані ставленням: $a \leq b \leq c \leq d$.

Наприклад, лінгвістична змінна «Вік» характеризується термами «молодий», «середній» і «досвідчений» (табл. 1, 2). При цьому значення знаходяться в інтервалі [0;1]. Формально такий опис представляється лінгвістичної змінної: ⟨Вік, {молодий, середній, досвідчений}, [0;1]⟩. Функція приналежності вхідний лінгвістичної змінної «Вік» представлена на рис. 11 .

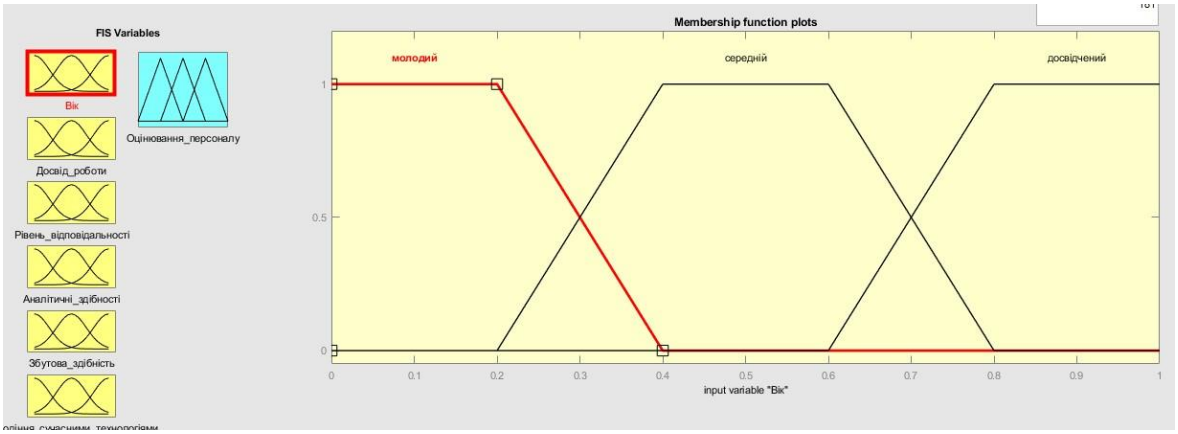


Рисунок 11 – Функція приналежності вхідний лінгвістичної змінної «Вік».

2. Побудувати наступні вхідні функції приналежності відповідно обраним показникам.

3. Форма звіту: надання розв’язання завдання в системі Matlab та обґрунтування висновків за результатами виконаної практичної роботи.

Виконання завдань лабораторної роботи розраховане на 3 години.

❓ Питання для закріплення та актуалізації знань

1. Розкрийте сутність функцій приналежності.
2. Наведіть методику побудови вхідних функцій приналежності.
3. За якою функцією приналежності слід визначати інтервальну оцінку?

🎓 ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 2. ПОБУДОВА СИСТЕМИ НЕЧІТКОГО ВИВОДУ ДАНИХ В СИСТЕМІ MATLAB

Мета: виконання практичної роботи є засвоєння методу побудова системи нечіткого виводу даних в системі Matlab та використання інформаційно-комунікаційних технологій у дослідницькій та викладацькій діяльності; обирати ефективні методи, моделі моделювання, прогнозування соціально-економічних явищ, розпізнавати проблеми, обґрунтовувати пропоновані рішення на основі релевантних даних та наукових і прикладних досліджень (ПРН 23).

Теоретичні відомості

Згідно таблиці 3 лінгвістичну змінну «Оцінювання персоналу» можна характеризувати термами: «мінімальний», «середній», «високий». При цьому значення оцінки знаходяться в інтервалі [0;1].

Таблиця 3. Шкала оцінювання персоналу.

Оцінка	x_{min}	x_{max}	Характеристика
мінімальна	0,0	0,3	Оцінка дається коли значення мале.
середня	0,3	0,55	Оцінка дається коли можливість впливу на позитивну діяльність підприємства існує.
висока	0,55	1,0	Оцінка дається коли можливість впливу на позитивну діяльність підприємства велика.

Формально такий опис представляється лінгвістичної змінної:

⟨Оцінювання_персоналу, {мінімальний, малий, середній, високий, максимальний, критичний}, [0;1]⟩.

Вихідний лінгвістичної змінної «Оцінювання персоналу» ставиться у відповідність наступне терм-множина:

T_7={[0,0; 0,0; 0,15; 0,3], [0,15; 0,3; 0,55; 0,7], [[0,586; 0,736; 1,0; 1,0]}.

Функція приналежності лінгвістичної змінної «Оцінювання персоналу» представлена на рис. 12.

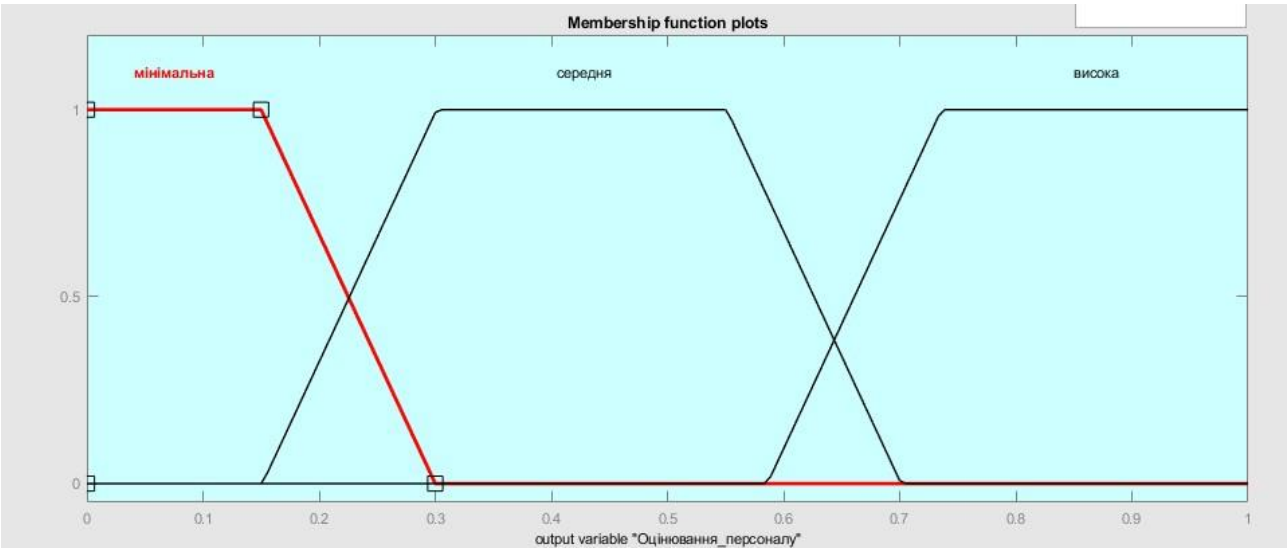


Рисунок 12 – Функція приналежності «Оцінювання персоналу».

Порядок виконання практичної роботи

Методика виконання практичної роботи включає такі етапи:

1. Побудувати функцію приналежності «Оцінювання персоналу» у системі Matlab.

2 Проаналізувати вихідну функцію приналежності.

2. *Форма звіту:* надання побудованої функції приналежності «Оцінювання персоналу» у системі Matlab та надати висновки за результатами виконаної практичної роботи.

Виконання завдань практичної роботи розраховане на 3 години.

? Питання для закріплення та актуалізації знань

1. У чому полягає сутність вихідної функції приналежності?
2. Назвіть основні принципи застосування вихідної функції приналежності.
3. Розкрийте зміст поняття функції приналежності.

📻 ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 3. ПОБУДОВА БАЗ НЕЧІТКИХ ЛІНГВІСТИЧНИХ ПРАВИЛ В СИСТЕМІ MATLAB.

Мета: виконання практичної роботи є засвоєння методу побудови баз нечітких лінгвістичних правил в системі Matlab; вміти використовувати сучасний інструментарій для дослідження економічних процесів, корпоративної культури, реалізації управлінських рішень, планувати, здійснювати дослідження в економіці (ПРН 25).

Теоретичні відомості

Нечітка логіка призначена для формалізації людських здібностей до неточних або наближених міркувань, які дозволяють адекватніше описувати ситуації з невизначеністю. Класична логіка за своєю суттю ігнорує проблему невизначеності, оскільки всі висловлювання і міркування які данні у формальних логічних системах можуть мати тільки значення «істина» (І) або значення "лож" (Л). На відміну від цих міркувань оцінюється певна міра, яку може приймати і інші відмінні значення {І, Л}.

У запропонованому Л. Заде варіанти нечіткої логіки безліч істинних значень висловлювань узагальнюється до інтервалу дійсних значень $[0, 1]$, що дозволяє висловленню приймати будь-яке значення істинності з цього інтервалу. Це чисельне значення є кількісною оцінкою істинності висловлювання, щодо якого не можна з повною упевненістю укласти про его істинності чи хибності. Використання як безліч істинних значень інтервалу $[0, 1]$ дозволяє побудувати лоричну систему, в рамках якої виявилося можливим виконувати міркування з невизначеністю і оцінювати істинність висловлювань типу: «Швидкість автомобіля досить висока», «Тиск у системі дуже значний», «Висота польоту літака гранично низька» та інші.

Для оцінки ступеня істинності довільного нечіткого висловлювання зручно ввести в розгляд спеціальне відображення Т, яке діє з безлічі нечітких висловлювань U, що розглядаються, в інтервал $[0, 1]$, тобто $T: U \to [0, 1]$. Це відображення називатимемо відображення істинності нечітких висловлювань. У цьому випадку значення істинності нечіткого висловлювання $A \in U$ позначатимемо через $T(A)$.

Запереченням нечіткого висловлювання A (записується як $\neg A$ і читається «не А», невірно, що А) називається логічною операцією, результат якої є нечітким висловлюванням, істинність якого за визначенням набуває значення:

$$T(\neg A) = 1 - T(A).$$

Прийнятий у математичній логікі спосіб визначати логічні операції за допомогою таблиць істинності не може бути використаний в нечіткій логіки. Причина цього полягає в безлічі істинних значень $[0, 1]$. Саме тому центральну роль у визначенні логічних операцій відводиться нечіткій логікі, де відображення істинності T, яке має допоміжне значення у класичній математичній логіки.

Редактор правил системи нечіткого виведення

Редактор правил системи нечіткого виведення призначений для завдання та редагування окремих правил системи нечіткого виведення в графічному режимі. Редактор правил може бути відкритий за допомогою введення функції ruleedit ('FISfile') або ruleedit(fisname) у командному рядку, або за допомогою головного меню редактора FIS (командою меню Edit -> Rules... або натисканням комбінації клавіш <Ctrl>+<3 >).

Ця функція викликає редактор правил, який дозволяє користувачеві в графічному режимі аналізувати та модифікувати правила системи нечіткого виведення FIS, збереженої у зовнішньому файлі з ім'ям FISfile.fis. Функція дозволяє також виконувати граматичний аналіз правил, що використовуються у системі нечіткого виведення FIS.

Щоб використати даний редактор для створення правил, необхідно попередньо визначити всі вхідні та вихідні змінні, для чого можна скористатися редактором системи нечіткого виведення FIS та редактором функцій приналежності. Задати правила можна за допомогою вибору відповідних значень термів вхідних та вихідних змінних. Вікно редактор правил оцінювання персоналу представлено на рис. 13.

На основі бази правил (знань) будуємо систему нечіткого виводу для оцінювання персоналу у наступному виді, наприклад:

1. If (Вік is молодий) and (Досвід_роботи is малий) and (Рівень_відповідальності is низька) and (Аналітичні_здібності is низька) and (Збутова_здібність is низька) and (Управління_проектами is низька) then (Оцінювання_персоналу is мінімальна).

2. If (Вік is середній) and (Досвід_роботи is середній) and (Рівень_відповідальності is середня) and (Аналітичні_здібності is нормальна) and (Збутова_здібність is середня) and (Управління_проектами is середня) then (Оцінювання_персоналу is середня).

3. If (Вік is досвідчений) and (Досвід_роботи is великий) and (Рівень_відповідальності is висока) and (Аналітичні_здібності is висока) and (Збутова_здібність is висока) and (Управління_проектами is висока) then (Оцінювання_персоналу is висока).

4. If (Вік is молодий) and (Досвід_роботи is середній) and (Рівень_відповідальності is низька) and (Аналітичні_здібності is нормальна) and (Збутова_здібність is середня) and (Управління_проектами is середня) then (Оцінювання_персоналу is середня).

5. If (Вік is середній) and (Досвід_роботи is малий) and (Рівень_відповідальності is середня) and (Аналітичні_здібності is нормальна) and (Збутова_здібність is низька) and (Управління_проектами is низька) then (Оцінювання_персоналу is мінімальна).

6. If (Вік is середній) and (Досвід_роботи is середній) and (Рівень_відповідальності is середня) and (Аналітичні_здібності is висока) and (Збутова_здібність is середня) and (Управління_проектами is середня) then (Оцінювання_персоналу is середня).

7. If (Вік is середній) and (Досвід_роботи is середній) and (Рівень_відповідальності is висока) and (Аналітичні_здібності is висока) and (Збутова_здібність is висока) and (Управління_проектами is висока) then (Оцінювання_персоналу is висока).

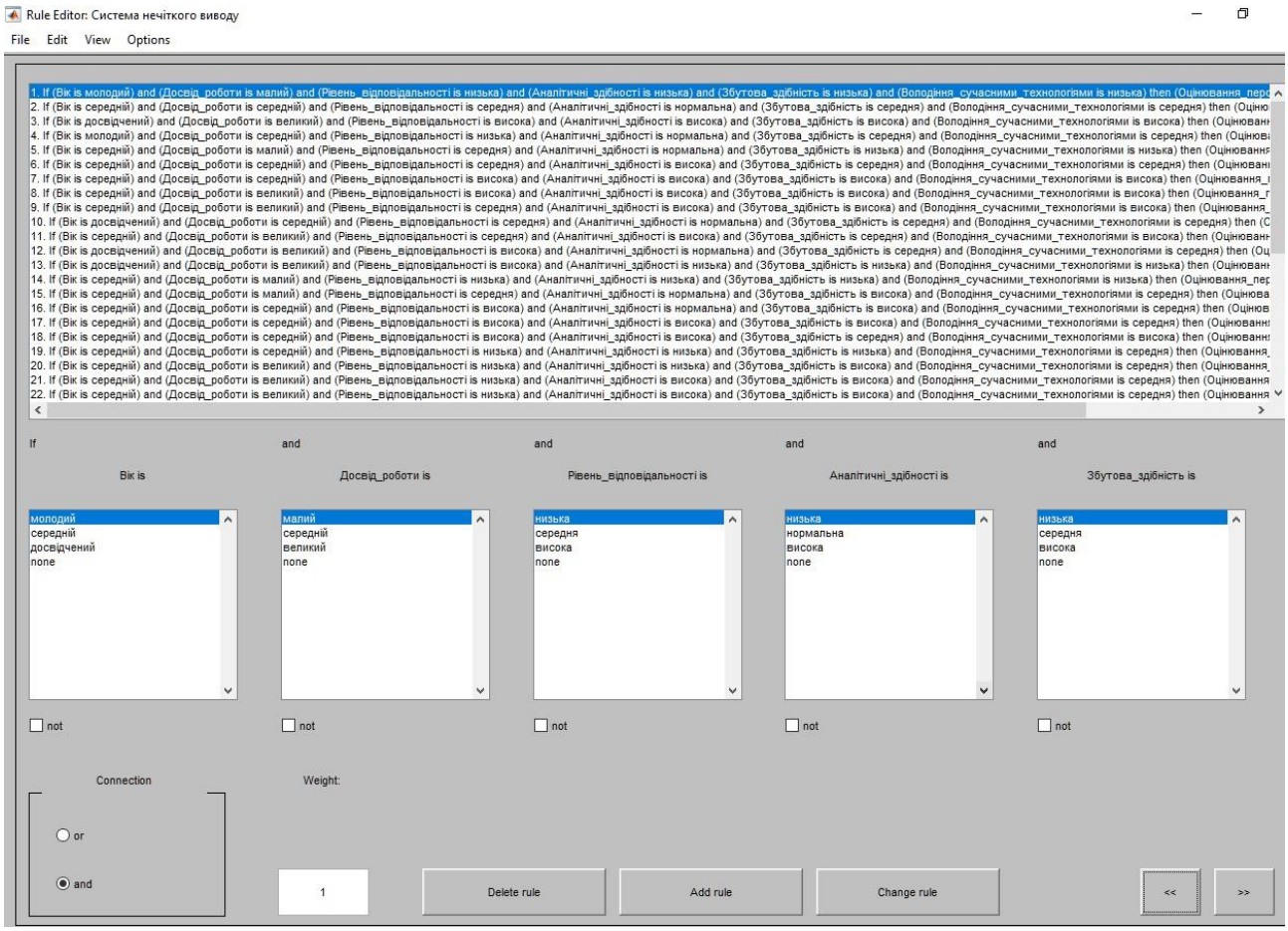


Рисунок 13 – Вікно редактор правил нечіткого виводу для оцінювання персоналу.

Функція викликає редактор правил для змінної робочого простору Matlab, що відповідає структурі FIS з ім'ям fisname.

Редактор правил має головне меню, яке дозволяє користувачеві викликати інші графічні засоби роботи із системою не чіткого виводу FIS, завантажувати та зберігати структуру FIS у зовнішніх файлах тощо.

Пункт меню File (Файл) редактора правил містить такі самі операції, що відповідний пункт меню редактора FIS.

Пункт меню Edit (Редагування) містить такі операції:

– Undo - скасовує виконання останньої дії;

– FIS Properties... – Викликає редактор FIS;

– Membership Functions... – викликає редактор функцій належності.

Пункт меню View містить наступні операції:

– Rules – Викликає програму перегляду правил;

– Surface – викликає програму перегляду поверхні ви вода.

Пункт меню Options (Сервіс) містить такі операції:

– Language – дозволяє вибрати мову для запису правил формі тексту: English (англійська), Deutsch (німецька) або Francais (французька);

– Format – дозволяє вибрати формат запису правил системи нечіткого виводу: Verbose (у формі тексту), Symbolic (у символічній формі) або Indexed (у цифровій формі).

При записі правил у формі тексту для створення закінчених речень використовуються службові слова if, then, is, and, or.

При записі правил у символічній формі ці службові слова замінюються символами відповідних операцій. Наприклад, правило «if (A is A) and (B is B) then (C is C)» претворюється до виду «(A $==$ A) & (B $==$ B) $=>$ (C $==$ C)».

Правила нечіткого висновку відповідають формату їхнього представлення у структурі FIS.

Поля введення в середній частині графічного інтерфейсу редактора правил дозволяють встановити нове правило в системі нечіткого виведення.

Для цього необхідно виділити ім'я термо відповідної змінної, яка має бути попередньо визначена за допомогою редактора функцій приладдя. Якщо певний терм не входить у правило, то для нього слід вибрати значення «none». Якщо за умови правила використовується логічне заперечення деякого терма, то для цього терма слід зазначити відповідний прапорець із міткою «not».

Редактор правил дозволяє також задати логічні зв'язки для умов правила (перемикач Connection) і вага правила (поле введення Weight). Кнопки в нижній частині графічного інтерфейсу редактора правил, як випливає з їх назв, служать

для видалення виділеного у вікні правила (Delete rule), додавання створеного правила в систему (Add rule) і внесення змін до виділеного у вікні правила (Change rule). У нижньому правому куті знаходяться кнопки виклику вбудованої довідкової системи Matlab (Help) і кнопка закриття редактора правил (Close).

В системі Matlab використовується програма перегляду правил системи нечіткого виводу.

Головне призначення програми перегляду правил полягає у можливості візуалізувати результати нечіткого виводу і одержувати значення вихідних змінних залежно від вихідних значень вхідних змінних.

Графічний інтерфейс програми перегляду правил може бути відкритий користувачем за допомогою введення функції ruleview('FISfile') або ruleview(fisname) у командному вікні, або за допомогою головного меню редактора FIS, редактора функцій приналежності або редактора правил (командою меню View -> Rules або натисканням клавіш <Ctrl>+<5>).

Функція, записана у форматі ruleview (FISfile), викликає програму перегляду правил, яка зображує діаграму нечіткого виводу для структури FIS, збереженої в зовнішньому файлі з ім'ям FISfile.fis.

Функція у форматі ruleview(fisname) викликає програму перегляду правил для змінної робочого простору MATLAB, що відповідає структурі FIS з ім'ям fisname.

Програма перегляду правил **не дозволяє** редагувати правила та функції належності термів змінних і використовується після розробки системи нечіткого виведення на етапі її аналізу та оцінки. Функцію також доцільно використовувати в тому випадку, коли необхідно візуально представити весь процес нечіткого ви вода від початку до кінця. Користувач має можливість оцінити значення вихідних змінних нечіткої моделі та вплив кожного з правил на результат нечіткого виведення за допомогою зміни значень вхідних змінних.

Програма перегляду правил має головне меню, яке дозволяє користувачеві викликати інші графічні засоби роботи з системою нечіткого виводу FIS, завантажувати та зберігати структуру FIS у зовнішніх файлах та виконувати інші операції.

Графічний інтерфейс програми перегляду правил зображений на рис. 14.



Рисунок 14 – Вікно графічного інтерфейсу програми перегляду правил.

Пункт меню File (Файл) редактора правил містить такі самі операції, як і меню редактора FIS.

Пункт меню Edit (Редагування) містить такі операції:

– Undo – скасовує виконання останньої дії;

– FIS Properties... – Викликає редактор FIS;

– Membership Functions... – Викликає редактор функцій при належності;

– Rules... – викликає програму редагування правил.

Пункт меню View містить наступні операції:

Surface – Викликає програму перегляду поверхні виведення.

Пункт меню Options (Сервіс) містить такі операції:

Format – дозволяє вибрати формат запису правил системи нечіткого виводу: Verbose (у формі тексту), Symbolic (у символічній формі) або Indexed (у цифровій формі).

У центральній частині вікна графічного інтерфейсу програми перегляду правил розташовані прямокутники, що відповідають окремим вхідним змінним (функції належності жовтого кольору) та вихідним змінним (функції належності синього кольору) правил нечіткого виведення. Кожному правилу відповідає

окремий рядок із цих прямокутників. Номери правил вказані у лівій частині графічного інтерфейсу.

У правій нижній частині графічного інтерфейсу розташований прямокутник, що зображує нечітку множину, що відповідає вихідній змінній після акумулювання всіх висновків правил нечіткого виведення. Отримане внаслідок дефазифікації

Значення вихідної змінної вказується у верхній частині стовпця з ім'ям цієї вихідної змінної (рис. 14).

Прямокутники вхідних змінних перетинає вертикальна пряма червоного кольору, положення якої відповідає конкретному значенню вхідної змінної відповідного стовпця. Задати конкретні значення вхідних змінних можна або за допомогою їх запису в полі введення Input або за допомогою миші, переміщуючи вертикальні прямі у потрібному напрямку. В останньому випадку можна клацнути на тій чи іншій вертикальній прямій і, утримуючи ліву кнопку миші, перемістити пряму вправо або вліво.

Також можна просто вибрати (клікнути) в потрібній точці всередині прямокутника відповідної вхідної змінної.

Отримані після зміни значення вхідних змінних безпосередньо відображаються у верхній частині прямокутників після імені вхідних змінних та у полі введення з позначкою Input. Більш того, система Matlab реагує на кожну зміну значення окремої вхідної змінної виконанням процедури нечіткого виводу, отриманням та відображенням відповідних результуючих значень вихідних змінних.

Порядок виконання практичної роботи

1. Самостійно формуємо бази знань для системи нечіткого виведення.
2. Побудувати бази знань в системі Matlab.
3. Форма звіту: надання розв’язання завдання в системі Matlab та обґрунтування висновків за результатами виконаної практичної роботи.

Виконання завдань практичної роботи розраховано на 3 години.

? Питання для закріплення та актуалізації знань

1. Охарактеризуйте оцінку ступеня істинності.
2. Надайте визначення нечіткої логіки.
3. Охарактеризуйте систему бази правил нечіткого виводу.

📻 ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 4. ПОБУДОВА ПОВЕРХНІ ВИВОДУ РЕЗУЛЬТАТУ МОДЕЛЮВАННЯ ОЦІНЮВАННЯ ПЕРСОНАЛУ В СИСТЕМІ MATLAB

Мета: виконання практичної роботи засвоїти метод побудови результату моделювання оцінювання персоналу в системі Matlab; вміти використовувати результати економічних досліджень для розробки та реалізації стратегії розвитку економіки, формувати заходи до виходу на ринки ЄС, підвищення конкурентоспроможності (ПРН 28).

Теоретичні відомості

Процес вирішенні завдання оцінювання персоналу містить використання програми перегляду поверхні системи нечіткого виводу в системі Matlab.

Програма перегляду поверхні системи нечіткого виводу дозволяє переглядати поверхню системи нечіткого виводу і відобразити графіки залежності вихідних змінних від окремих вхідних змінних.

Графічний інтерфейс програми перегляду правил може бути відкритий за допомогою введення командного рядку команди surfview('FISfile') або surfview(fisname), або за допомогою головного меню редактора FIS, редактора функцій приналежності або редактора правил (командою меню View-> Surface або натисканням клавіш <Ctrl>+<6>).

Функція, записана у форматі surfview('FISfile'), викликає програму перегляду поверхні, яка зображує поверхню нечіткого виводу для структури FIS, збереженої у зовнішньому файлі з ім'ям FISfile.fis, для будь-якої однієї або двох її вхідних змінних. Функція у форматі surfview(fisname) викликає програму перегляду поверхні виведення для змінної робочого простору MATLAB, що відповідає структурі FIS з ім'ям fisname.

Графічний інтерфейс програми перегляду поверхні зображено на рис. 15 та рис. 16. Програма перегляду поверхні виводу має головне меню, яке дозволяє користувачеві викликати інші графічні засоби роботи із системою нечіткого виводу FIS, завантажувати та зберігати структуру FIS у зовнішніх файлах тощо.

Пункт меню File (Файл) редактора правил містить такі самі операції, що і пункт меню редактора FIS.

Пункт меню Edit (Редагування) містить такі операції:

- Undo – скасовує виконання останньої дії;
- FIS Properties... – Викликає редактор FIS;
- Membership Functions... – Викликає редактор функцій приналежності;
- Rules... – викликає програму редагування правил.

Пункт меню View містить наступні операції:

Rules – викликає програму перегляду правил.

Пункт меню Options (Сервіс) містить такі операції:

– Plot – дозволяє вибрати один із восьми стилів зображення графіка поверхні виводу;

– Color Map – дозволяє вибрати одну із чотирьох колірних схеми зображення графіка поверхні виведення;

– Always evaluate – позначка галочкою цього пункту вкладеного меню призводить до автоматичного формування нової поверхні виводу щоразу, коли вносяться зміни у систему нечіткого виведення, що впливають на форму графіка поверхні виводу (такі, як зміна кількості точок сітки графіка). Це значення прийнято за замовчуванням.

Щоб його скасувати, необхідно зняти галочку цього пункту вкладеного меню, клацнувши на цій позиції меню.

Програма перегляду поверхні виводу не дозволяє вносити зміни до системи нечіткого виводу та відповідної структури FIS. Використовуючи головне меню програми, користувач може вибрати вхідні змінні та відповідні ним горизонтальні осі системи координат (X та Y), а також вихідну змінну, якій відповідає вертикальна вісь системи координат (Z).

Клацнувши та утримуючи ліву кнопку миші на осях графіка поверхні, за допомогою наступного переміщення курсору миші в тому чи іншому напрямку можна змінити кут перегляду поверхні виводу. Якщо розглядається система нечіткого виводу, що має більше двох вхідних змінних, то для вхідних змінних слід задати деякі постійні значення (константи).

Порядок виконання практичної роботи

1. Побудувати залежність оцінки персоналу від віку співробітника в системі Matlab.

Приклад. Результат моделювання оцінки персоналу в залежності від віку співробітника представлений на графіку (рис. 15).

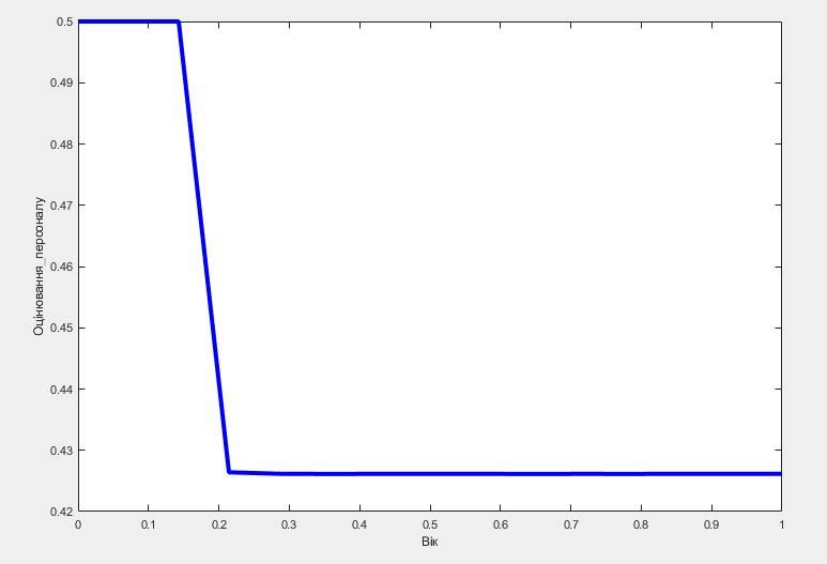


Рисунок 15 – Результат моделювання оцінки персоналу в залежності від віку.

2. Побудувати поверхні виводу результату моделювання оцінювання персоналу в системі Matlab.

Приклад. Результат моделювання оцінки персоналу в залежності від віку та рівня відповідальності співробітника представлений на графіку (рис. 16).

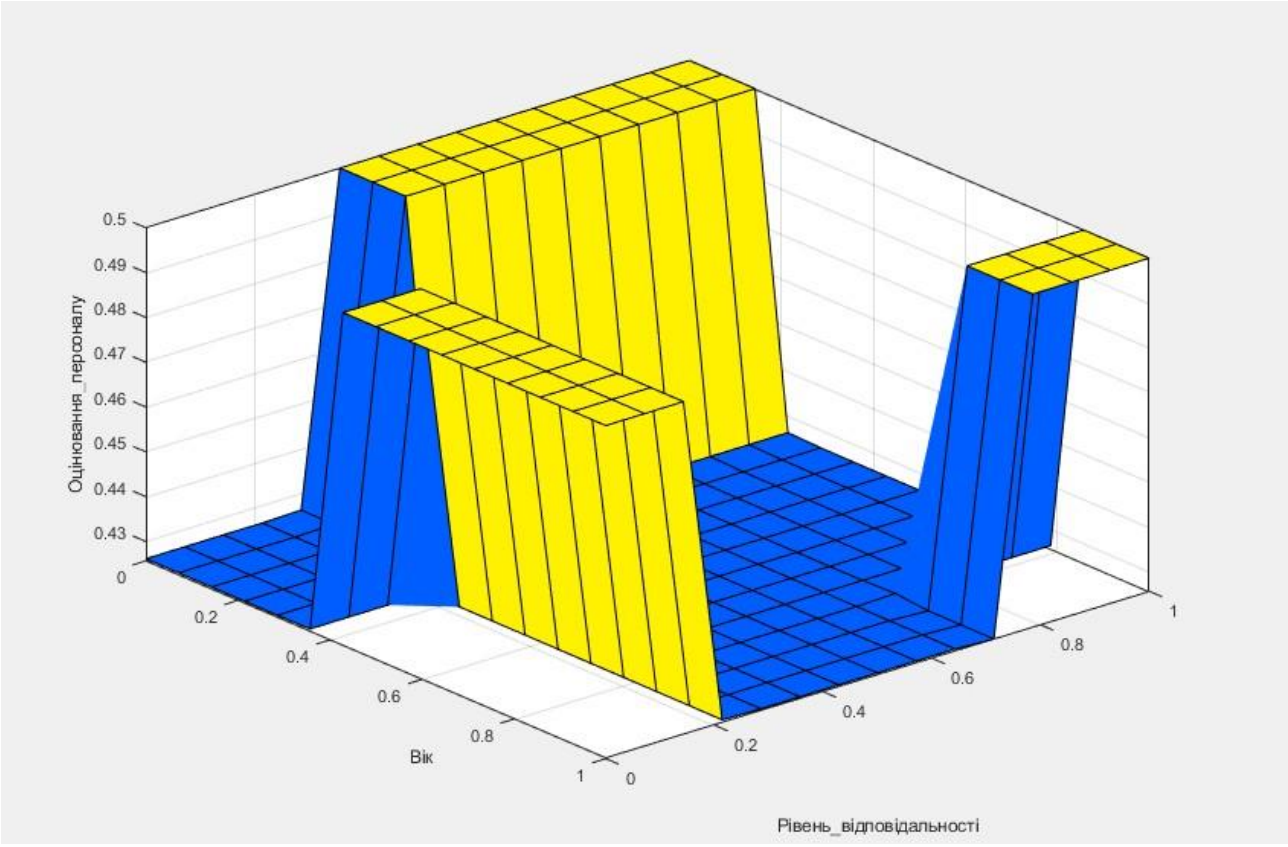


Рисунок 16 – Результат моделювання оцінки персоналу в залежності від віку та рівня відповідальності співробітника.

3. Форма звіту: надання розв’язання завдання в системі Matlab та обґрунтування висновків за результатами виконаної практичної роботи.

Виконання завдань лабораторної роботи розраховане на 3 год.

❓ Питання для закріплення та актуалізації знань

1. Яким можна управляти вхідними змінними?
2. Поясніть отримані результати моделювання.
3. На основі яких вхідних даних здійснюється оцінка персоналу?

🕮 ГЛОСАРІЙ

***Matlab* —** (англ. Matrix Laboratory) пакет прикладних програм для числового аналізу, а також мова програмування, що використовується в даному пакеті.

Функція приналежності (англ. membership function). — це суб'єктивна міра нечіткості, що визначає ступінь відповідності елемента X поняттю, що формалізується нечіткою множиною A.

Довірчій інтервал – інтервал, у межах якого із заданою довірчою імовірністю можна очікувати значення оцінюваної (шуканої) випадкової величини.

Лінгвістична змінна (англ. Linguistic variable) — це одне з ключових понять нечіткої логіки. Суть даного поняття полягає в тому, що конкретні значення числової змінної. зазвичай піддають людській суб'єктивній оцінці відповідною мовою**.**

Нечітка логіка (англ. fuzzy logic) — розділ математики, який є узагальненням класичної логіки і теорії множин. Уперше введений Лотфі Заде в 1965 році як розділ, що вивчає об'єкти з функцією належності елемента до множини, який приймає значення у інтервалі $[0, 1]$, а не тільки 0 або 1. На основі цього поняття вводяться логічні операції над нечіткими множинами, і формулюється поняття лінгвістичної змінної, якою виступають нечіткі множини.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Маркетинг персоналу та HR-брендинг: навч. посіб. для студ. спеціальності 051 «Економіка», спеціалізації «Управління персоналом та економіка праці» / Т.В. Павленко; КПІ ім. Ігоря Сікорського.– Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 97с.
2. Управління персоналом: навчально-методичний посібник для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання спеціальності Н2 «Тваринництво» / О.О. Гуторова. Харків: ДБТУ, 2026. 166 с..
3. Череп О.Г., Іванов С.М., Калюжна Ю.В., Малтиз В.В. Проактивне управління людськими ресурсами (HR) в умовах цифрової економіки: монографія / О.Г. Череп, С.М. Іванов, Ю.В. Калюжна, В.В. Малтиз. – Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2020. – 200 с.

Додаткова:

4. Ivanov M., MaksyshkoN. Ivanov S., Terentieva N. Intelligent Data Analysis in HR Process Management. CEUR Workshop Proceedings(Vol-2608), (2020) 754-768. (Scopus)
5. Ivanov M., Ivanov S., Terentieva N., Maltiz V., Kalyuzhnaya J. Fuzzy modeling in human resource management. E3S Web of Conferences 166, 2020, DOI: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016613010 (Scopus)
6. Ivanov M., Ivanov S., Cherep O, Terentieva N., Maltiz V., Kaliuzhna I., Lyalyuk V. Fuzzy modelling of Big Data of HR in the conditions of Industry 4.0.CEUR-WS.org/Vol-2713 - Machine Learning for Prediction of Emergent Economy Dynamics (M3E2-MLPEED 2020) (ceur-ws.org). pp. 295-314. (Scopus)

Інформаційні джерела:

1. Іванов М.М. Управління персоналом в умовах цифрової економіки (діджиталізації). Електронний ресурс: URL: https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=13246.

Навчально-методичне видання

(*українською мовою*)

Іванов Микола Миколайович

МАРКЕТИНГОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСОНАЛУ

Методичні рекомендації до практичних занять для здобувачів освітньо-професійна програма «Економіка персоналу та HR-індустрія» спеціалізація С1.01 - Економіка

Рецензент *І.М. Дашко*

Відповідальний за випуск *М.М. Іванов*

Коректор *Н.В. Терент'єва*