

НЕЧІТКІ МНОЖИНИ ДЛЯ ОПИСУ ХАРАКТЕРИСТИК РОСЛИН ТА УМОВ ВИРОЩУВАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто застосування теорії нечітких множин для формалізації характеристик рослин та умов їх вирощування в контексті інформаційної технології надання рекомендацій. Запропоновано математичні моделі нечітких множин для опису складності догляду, рівня освітлення та потреби у вологості, що дозволяє ефективно обробляти лінгвістичну невизначеність та якісні оцінки експертів.

Ключові слова: нечіткі множини, функції належності, рекомендаційні системи, характеристики рослин, інформаційні технології в садівництві.

Abstract

The work considers the application of fuzzy set theory to formalize plant characteristics and growing conditions in the context of information technology for providing recommendations. Mathematical models of fuzzy sets are proposed to describe the complexity of care, lighting level, and humidity requirements, which allows for effective handling of linguistic uncertainty and qualitative expert assessments.

Keywords: fuzzy sets, membership functions, recommender systems, plant characteristics, information technologies in horticulture.

Вступ

Вибір рослин для вирощування є складною задачею, що потребує врахування багатьох факторів: кліматичних умов, характеристик ґрунту, досвіду садівника та індивідуальних вимог кожної рослини. Традиційні інформаційні системи використовують чіткі критерії відбору, що не завжди адекватно відображає реальну ситуацію, оскільки експертні знання часто формуються у вигляді лінгвістичних термів ("помірна складність", "висока потреба у вологості").

Застосування методу нечіткої логіки дозволяє природно моделювати невизначеність та нечіткість вхідних даних, забезпечуючи більш гнучкі та точні рекомендації для користувачів різного рівня досвіду.

Метою роботи є розробка математичних моделей нечітких множин для формалізації основних характеристик рослин та побудова бази нечітких правил для системи рекомендацій щодо вибору рослин.

Результати дослідження

Нечітка логіка – це метод, призначений для обробки невизначеності та неточності[1]. Поняття «нечіткість» багатозначне та включає такі основні компоненти: недетермінованість виведень, багатозначність, ненадійність, неповнота, неточність[2].

Для опису складності догляду визначено універсальну множину $X = [1, 10]$ балів та п'ять лінгвістичних термів:

- A_1 = "Дуже легка" — рослини, що потребують мінімального догляду: $[1 - 3]$
- A_2 = "Легка" — рослини для початківців: $[2 - 5]$
- A_3 = "Помірна" — рослини середньої складності: $[4 - 7]$
- A_4 = "Складна" — рослини для досвідчених садівників: $[6 - 9]$
- A_5 = "Дуже складна" — рослини, що потребують експертного догляду: $[8 - 10]$

Перетин суміжних термів у діапазоні 1-2 балів забезпечує плавні переходи між категоріями складності.

Для даної нечіткої множини необхідно побудувати графік функцій належності (рис.1)

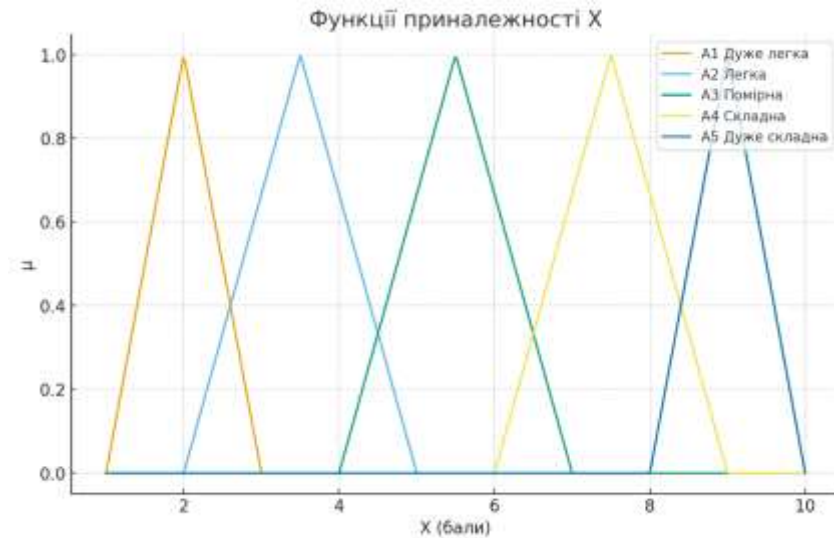


Рис.1 Функція належності для терміну «Складність догляду»

Універсальна множина $Y = [0, 12]$ годин прямого сонячного світла на день. Визначено п'ять лінгвістичних термів:

- B_1 = "Глибока тінь" — рослини для найтемніших місць: $[0, 1]$
- B_2 = "Тінь" — рослини для помірно темних місць: $[0.5; 3]$
- B_3 = "Напівтінь" — рослини для розміщення в напівтіні: $[3, 6]$
- B_4 = "Яскраве світло" — рослини для під яскравим освітленням: $[6, 9]$
- B_5 = "Пряме сонце" — рослини для під прямими сонячними променями: $[8, 12]$

Для даної нечіткої множини необхідно побудувати графік функцій належності (рис.2)

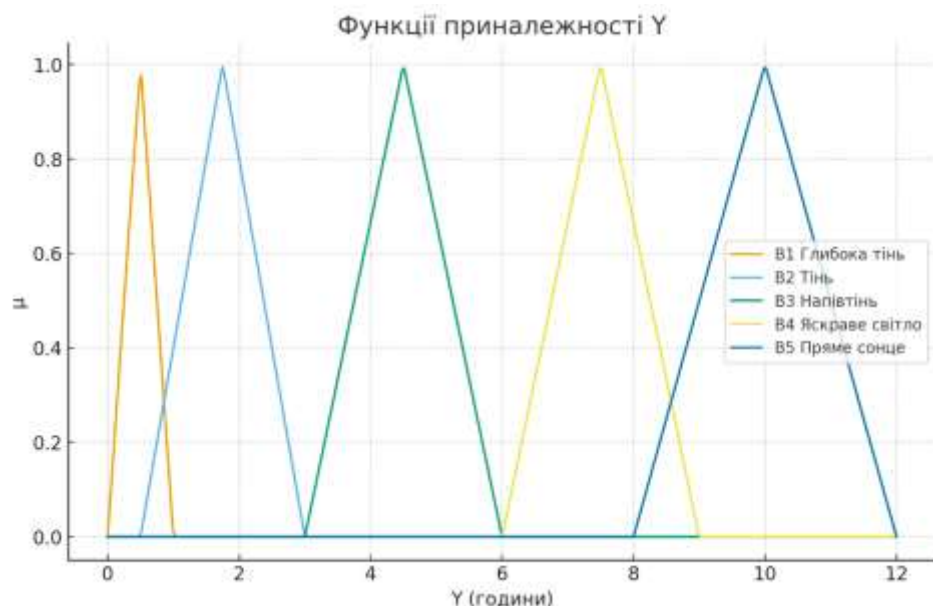


Рис.2 Функція належності для терміну «Рівень освітлення»

Універсальна множина $Z = [1, 10]$ балів для потреби рослини у вологості включає п'ять лінгвістичних термів:

- C_1 = "Посухостійка" — рослини, що переносять тривалу посуху : $[1, 3]$

- C_2 = "Низька потреба" — рослини, що не мають потреби в постійному поливі: [2.5, 5.5]
- C_3 = "Помірна потреба" — рослини, яких необхідно регулярно поливати: [4.5, 7.5]
- C_4 = "Висока потреба" — рослини, що потребують частий полив [6.5, 9.5]
- C_5 = "Дуже висока" — рослини для вологих середовищ та водойм: [8.5, 10]

Для даної нечіткої множини необхідно побудувати графік функцій належності (рис.3)

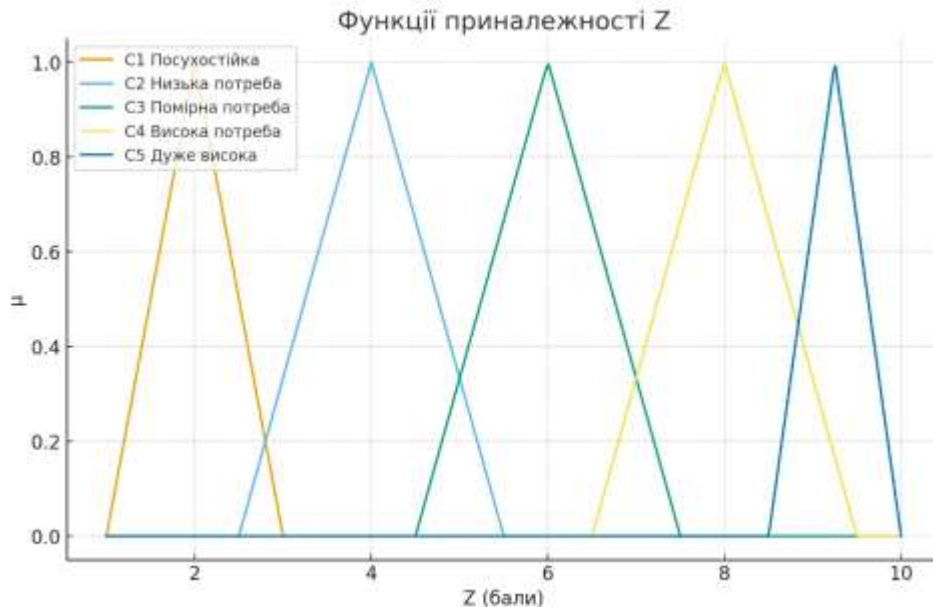


Рис.3 Функція належності для терміну «Потреба в поливі»

Отже, маємо три вхідні змінні:

- $x \in X = [1, 10]$ — складність догляду
- $y \in Y = [0, 12]$ — рівень освітлення
- $z \in Z = [1, 10]$ — потреба в поливі

Формально, розроблена система рекомендацій описується як відображення:

$$F: X \times Y \times Z \rightarrow R$$

де: X — універсальна множина складності догляду, Y — універсальна множина рівня освітлення (години прямого сонячного світла), Z — універсальна множина потреби в поливі, R — множина рейтингів рекомендацій рослин.

Користувач може вводити умови (рівень освітлення, можливості поливу) та власні характеристики (досвід, доступний час), система обчислює ступінь придатності кожної рослини з бази даних та ранжує їх за спаданням функції належності.

Практичним застосуванням методів нечіткої логіки можуть бути експертні системи - клас комп'ютерних програм, які дають поради, проводять аналіз, виконують класифікацію та дають консультацію, ставлять діагнози. основною їх цівільлю є вирішення задач, які вимагають проведення експертизи експертам. на відміну від класичних комп'ютерних програм, вони вирішують проблеми у вузькій конкретній області на основі дедуктивних міркувань[3]

Класична експертна система складається з трьох основних компонентів.

1. База знань, яка містить правила та факти предметної області – це основа системи де зберігаються знання експертів в структурованому вигляді
2. Механізм введення, що інформацію яка надходить з бази знань та застосовує механізми логічних правил для отримання висновків - рекомендацію
3. Інтерфейс користувача, що забезпечує взаємодію між системою і користувачем. тобто збирає інформацію та показує результат в зрозумілій формі

На основі визначених нечітких множин можливо сформувати базу знань, яка містить систему нечітких правил виду "ЯКЩО ... ТО ...". Ці правила відображають експертні знання щодо підбору рослин залежно від комбінації вхідних параметрів, наприклад:

Правило 1: ЯКЩО складність догляду = "Дуже легка" І освітлення = "Напівтінь" І потреба в поливі = "Низька потреба", ТО рекомендується група рослин R_1 (наприклад, , замікулькас).

Правило 2: ЯКЩО складність догляду = "Помірна" І освітлення = "Яскраве світло" І потреба в поливі = "Помірна потреба", ТО рекомендується група рослин R_2 (наприклад, фікус, драцена).

Правило 3: ЯКЩО складність догляду = "Складна" І освітлення = "Пряме сонце" І потреба в поливі = "Висока потреба", ТО рекомендується група рослин R_3 (наприклад, орхідеї, азалії).

Висновки

Запропоновано формалізацію трьох ключових характеристик рослин за допомогою нечітких множин. Визначено функції належності, що відображають експертні знання. Запропоновано математичну модель, де вхідні параметри — складність догляду, рівень освітлення та потреба в поливі — перетворюються у рейтинг рекомендацій. Розроблена модель забезпечує гнучку обробку невизначеності у системах рекомендацій. Розроблена модель може бути впроваджена у мобільні та веб-застосунки для підтримки прийняття рішень у садівництві, а також адаптована для інших галузей, де необхідно враховувати нечіткі експертні знання при класифікації та рекомендаціях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Fuzzy Logic | Introduction – Режим доступу: <https://www.geeksforgeeks.org/artificial-intelligence/fuzzy-logic-introduction/>
2. Основи проектування систем штучного інтелекту. Месюра В.І, Ваховська Л.М, Колодний В.В. — Режим доступу: https://iq.vntu.edu.ua/fm/fdb/1051/teacher/NMOI/%D0%BB%D0%B0%D0%B1_%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82_%D0%9D%D0%9C%D0%86%D0%9C%D0%9E%D0%86.pdf
3. Експертні системи. Частина 1. Месюра В.І, Яровий А.А, .І.Р. Ареснюк . – Режим доступу: https://iq.vntu.edu.ua/method/getfile.php?fname=57811.pdf&x=1&card_id=96855 &id=57811

Грабчак Марина Олегівна — студентка групи ІКН-24м, кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: mgrabchak1109@gmail.com.

Сілагін Олексій Віталійович -кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних наук Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. e-mail: avsilagin@vntu.edu.ua

Hrabchak Maryna Olehivna — student of Computer Science Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. e-mail: mgrabchak1109@gmail.com.

Silagin Olesiy Vitaliyovych — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Computer Science, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. e-mail: avsilagin@vntu.edu.ua