

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри

Ігор ШЕЛЕХОВ

(підпис)

18 грудня 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня магістр

зі спеціальності 122 - Комп'ютерних наук,
освітньо-наукової програми «Інформатика»

на тему: «Інформаційна технологія оцінки якості кваліфікаційних робіт»
здобувача групи ІН.м-22 Шептухіна Матвія Сергійовича

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело.

Матвій ШЕПТУХІН

(підпис)

Керівник,
доцентка кафедри комп'ютерних
Наук, к.т.н

Наталія БАРЧЕНКО

(підпис)

Суми – 2023

Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук

«Затверджую»

В.о. завідувача кафедри

Ігор ШЕЛЕХОВ

(підпис)

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр

зі спеціальності 122 - Комп'ютерних наук, освітньо-наукової програми «Інформатика»

здобувача групи ІН.м-22 Шептухіна Матвія Сергійовича

1. Тема роботи: «Інформаційна технологія оцінки якості кваліфікаційних робіт»
затверджую наказом по СумДУ від «06» грудня 2023 р. № 1412-VI
2. Термін здачі здобувачем кваліфікаційної роботи до 18 грудня 2023 року
3. Вхідні дані до кваліфікаційної роботи _____
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їй належить розробити)
Було розроблено три пункти: аналіз та постановка задачі дослідження, вибір методів дослідження та опис програмної реалізації.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____
6. Консультанти до проекту (роботи), із значенням розділів проекту, що стосується їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання « ____ » _____ 20 ____ р.

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Керівник _____

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання	Примітка

Здобувач вищої освіти _____

(підпис)

Керівник _____

(підпис)

АНОТАЦІЯ

Записка: 56 стор., 34 рис., 2 таблиці, 1 додаток, 25 джерел.

Обґрунтування актуальності теми роботи – Тема кваліфікаційної роботи є актуальною, оскільки присвячена розробці інформаційної технології, яка буде враховувати сучасні тенденції, та інтегрує нечітку логіку для підвищення точності отриманих результатів, разом з експертними системами, які підвищують її об'єктивність.

Об'єкт дослідження — процес оцінювання якості кваліфікаційних робіт.

Мета роботи — розробка інформаційної технології оцінки якості кваліфікаційних робіт.

Методи дослідження — алгоритми прийняття рішень, експертні системи, нечітка логіка.

Результати — розроблено інформаційну технологію оцінки якості кваліфікаційних робіт. Програмна реалізація цієї технології надає можливість отримувати оцінку якості кваліфікаційної роботи в балах на основі нечітких входних критеріїв якості.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ, НЕЧІТКА ЛОГІКА,
MATLAB, ОЦІНЮВАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНИХ РОБІТ

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ОЦІНЮВАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНИХ РОБІТ.....	7
1.1 Огляд можливих інструментів.....	9
1.2 Формулювання гіпотези та основних питань дослідження.....	14
2. ВИБІР МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	16
2.1 Експертні системи.....	16
2.1.1 Теоретичні відомості	16
2.1.2 Використання в роботі.....	18
2.2 Нечітка логіка	20
2.1.1 Теоретичні відомості	20
2.3 Інформаційні технології	24
2.3.1 Теоретичні відомості	24
2.3.2 Використання в роботі.....	26
3. ОПИС ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОЦІНЮВАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНИХ РОБІТ.....	28
3.1 Проектування системи оцінки	28
3.1.1 Проектування критеріїв аналізу	30
3.1.2 Проектування правил нечіткого логічного виведення	33
3.2 Моделювання інформаційної технології оцінювання кваліфікаційних робіт з використанням MATLAB.....	35
3.3 Проведення експерименту з моделюванням	42
3.3.1 Моделювання системи оцінки кваліфікаційної роботи	42
3.3.2 Висновки з результатів моделювання	46
ВИСНОВОК.....	48

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	49
ДОДАТОК	52

ВСТУП

В сучасному світі питання оцінки якості роботи студентів стоїть дуже гостро. Викладач має перевіряти величезну кількість робіт і при цьому ставити кожній справедливу оцінку. Така кількість роботи може значно вплинути на якість такого оцінювання і залишити студента незадоволеним. Саме з цього випливає необхідність покращення системи оцінки та її можлива автоматизація.

З появою нечіткої логіки та експертних систем, автоматизація таких процесів стала можливою. Система основана на цих принципах призначена для врахування різних аспектів при оцінюванні кваліфікаційних робіт та допомагає в пришвидшенні цих процесів.

Наразі більшість університетів використовує певні інформаційні системи для допомоги з перевіркою робіт, що можуть значно пришвидшити та полегшити процес перевірки та разом з цим зробити оцінку більш точною та справедливою. Такі системи зазвичай мають якісь недоліки, чи є застарілими, що може призвести до погіршення якості результату при їх використанні.

Магістерська робота має на меті розробку інформаційної технології, яка буде враховувати сучасні тенденції, та інтегрує нечітку логіку для підвищення точності отриманих результатів, разом з експертними системами, які підвищать її об'єктивність.

1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ОЦІНЮВАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНИХ РОБІТ

В сучасному світі ключовим показником ефективності для оцінювання якості навчальних програм є оцінка успішності здобувача освіти. Найбільш важливою є оцінка кваліфікаційних робіт – які являють собою підсумками вивчених здобувачем освіти знань.

Зазвичай для оцінки рефератів використовують європейську систему оцінювання – ECTS, яка являє собою шкалу в якій успішність позначається буквою, яка відповідає певному цифровому значенню (Рисунок 1.1).

За шкалою ECTS	За національною шкалою	За шкалою навчального закладу (як приклад)
A	відмінно	90–100
B	дуже добре	85–89
C	добре	75–84
D	задовільно	66–74
E	достатньо	56–65
FX	незадовільно з можливістю повторного складання	35–55
F	незадовільно з обов'язковим повторним курсом	1–34

Рисунок 1.1 – Приклад вигляду ECTS[1]

Така система оцінки дозволяє оцінювати результати роботи здобувача освіти, разом з цим маючи під собою як певні цифрові значення, які можливо використовувати для створення рейтингу чи збору статистики, так і більш

зрозумілу для здобувачів освіти шкалу, по якій можливо зробити висновки відносно того, чи гарно вони написали цю роботу [1].

Найбільшим викликом при оцінюванні кваліфікаційних робіт є суб'єктивна оцінка такої роботи. Вона потребує різноманітних експертних думок, які мають надати свою оцінку, за допомогою якої, можливо надати відповідну для реферату оцінку. Саме надання суб'єктивної оцінки на даний час визиває велику кількість суперечок – здобувачі освіти можуть стикнутися з необ'єктивним оцінюванням, плагіатом, хабарництвом тощо (Рисунок 1.2) [2].

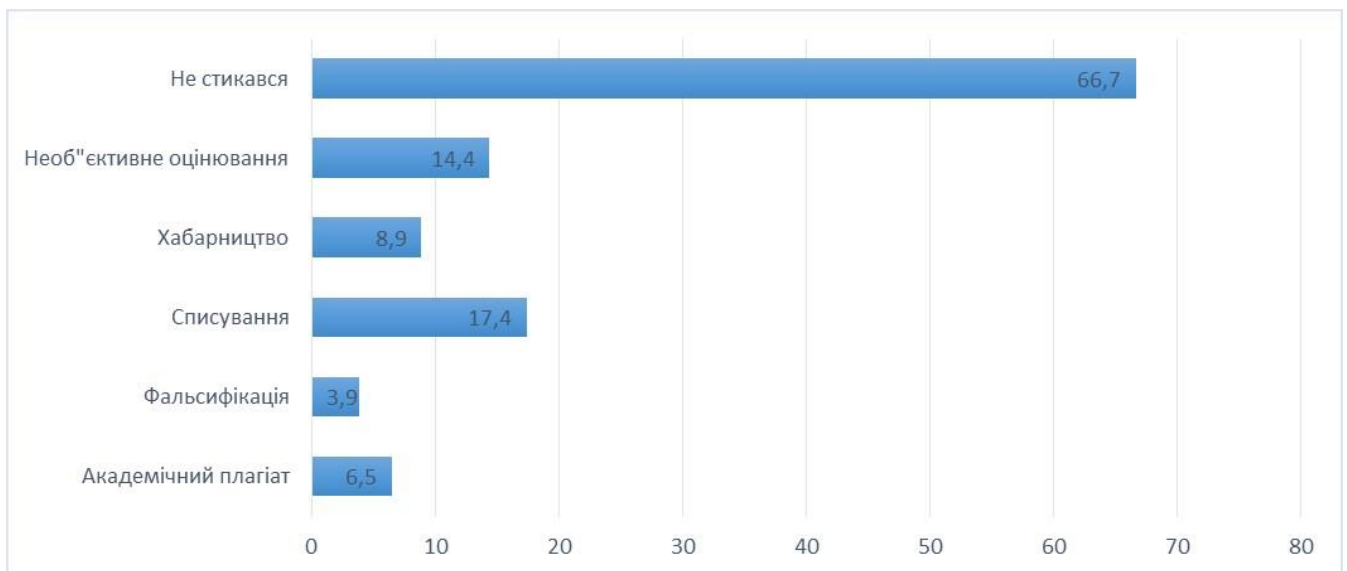


Рисунок 1.2 – Результати опитування здобувачів освіти стосовно порушення принципів академічної доброчесності[2]

Як можливо побачити з результатів опитування, існуючі методи наразі є доволі обмеженими та не завжди коректними. Існує певна необхідність в створенні актуальної та більш точної системи оцінювання.

Експертні системи оцінювання можуть бути спрямовані на покращення об'єктивності існуючих процесів.

На даний час використання інформаційних технологій стає все більше невід'ємним елементом сучасної освіти. Більшість університетів

використовує спеціалізовані на певних темах веб-додатки, які дозволяють, наприклад, проводити тестування в онлайн режимі, автоматично перевіряти його та надавати здобувачу освіти результати цього тесту. Окрім цього існує можливість для викладачів в онлайн режимі виставити оцінки, а для здобувача освіти їх передивлятися.

Автоматизація процесу перевірки кваліфікаційних робіт з використанням певних інформаційних систем, дозволить як заощадити час викладачів спростивши їх роботу, так і забезпечити більш об'єктивні та точні результати, що збільшить кількість задоволених здобувачів освіти та покращить отримання результатів їх навчання.

Для оцінки цих робіт є можливим використання експертних систем, що дозволить врахувати різноманітність думок експертів. Такий підхід дозволить підвищити точність оцінювання та його справедливість.

1.1 Огляд можливих інструментів

Для аналізу було обрано три веб-додатки, які є найбільш популярними при аналізі та оцінюванні рефератів. Цими продуктами є –

- Turnitin.
- MOSS (Measure Of Software Similarity).
- Gradescope.

Першим з оглянутих додатків став веб-сайт Turnitin, який використовується для перевірки оригінальності написаного тексту. Цей додаток дозволяє завантажити роботу, та отримати інформацію, щодо унікальності його роботи та перевірити чи був залучений штучний інтелект до написання.

Цей сайт не має можливості отримати кінцеву оцінку роботи, проте він дозволяє отримати один із найважливіших результатів – оригінальність цієї роботи, цей параметр може бути в майбутньому використаний для оцінки

роботи в загальному, а тому такі інструменти є дуже важливими при оцінюванні.

Окрім цього функціоналу, на сайті існує можливість залишення потрібного фідбеку, програми для допомоги при навчання та перевірка плагіату розробленої роботи. Ці інструменти можуть бути використані для допомоги здобувачу освіти до чи після написання роботи.

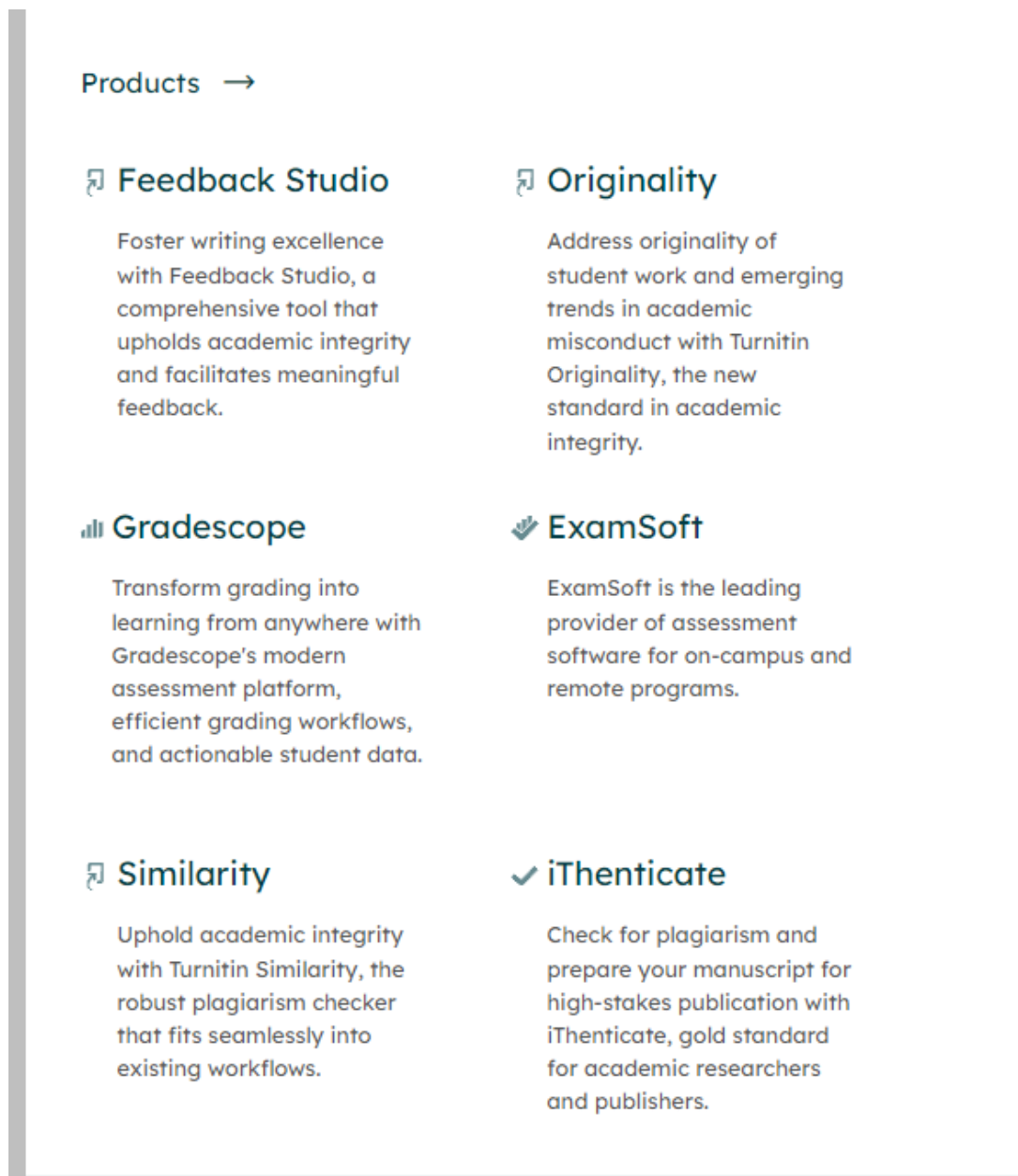


Рисунок 1.3 – Наявний функціонал веб-додатку Turnitin[5]

Найголовнішим і розглянутим функціоналом, який може бути використаний – це перевірка на оригінальність та плагіат. Даний функціонал можливо інтегрувати до алгоритму заради подальшої його автоматизації.

Даний сайт має можливість аналізувати документи створені онлайн, чи локально. Результатами аналізу стає згруповані оцінки у різних категоріях – допомозі штучного інтелекту, плагіату та загальній оригінальності роботи.

Головними перевагами цього продукту є його велика кількість інтеграцій – існує декілька можливостей для перевірки роботи, безліч інтеграцій та інструментів для полегшення роботи. Окрім цього цей веб-сайт дозволяє сортувати результати, отримувати їх у вигляді таблиці та виділяти окремі потрібні дані.

Недоліками цього ресурсу для використання його є по-перше його початкова складність в інтегруванні – для роботи спочатку необхідно запланувати розмову зі спеціалістом, який потім розповість все про продукт та допоможе в підключенні його. Не має можливості одразу розпочати роботи з цим ресурсів без зайвих витрат часу. Окрім цього цей ресурс потребує постійного використання, тобто не має можливості оформити його на якийсь конкретний день, необхідно заплатити за певний період використання.

В нашій системі такі ресурси можуть використовуватися для автоматизації процесу перевірки унікальності. Інтеграція зовнішніх ресурсів сильно зменшує можливість недобросовісної роботи, адже такі по-перше повністю автоматизовані та по-друге вони виключають можливість хабарництва чи плагіату.

Другим інструментом який було проаналізовано став MOSS - (Measure Of Software Similarity). Цей інструмент дозволяє аналогічно з попереднім ресурсом перевірити на унікальність та плагіат, проте він перевіряє не текст , а код.

Цей ресурс також необхідний при перевірці роботи, адже при написанні кваліфікаційних робіт дуже часто виконують програмну реалізацію, що несе за собою ризики.

Для використання цього ресурсу необхідно спочатку виконати процедуру реєстрації, а після цього скачати останню версію скрипту, який буде виконувати перевірку коду на його унікальність (Рисунок 1.4).

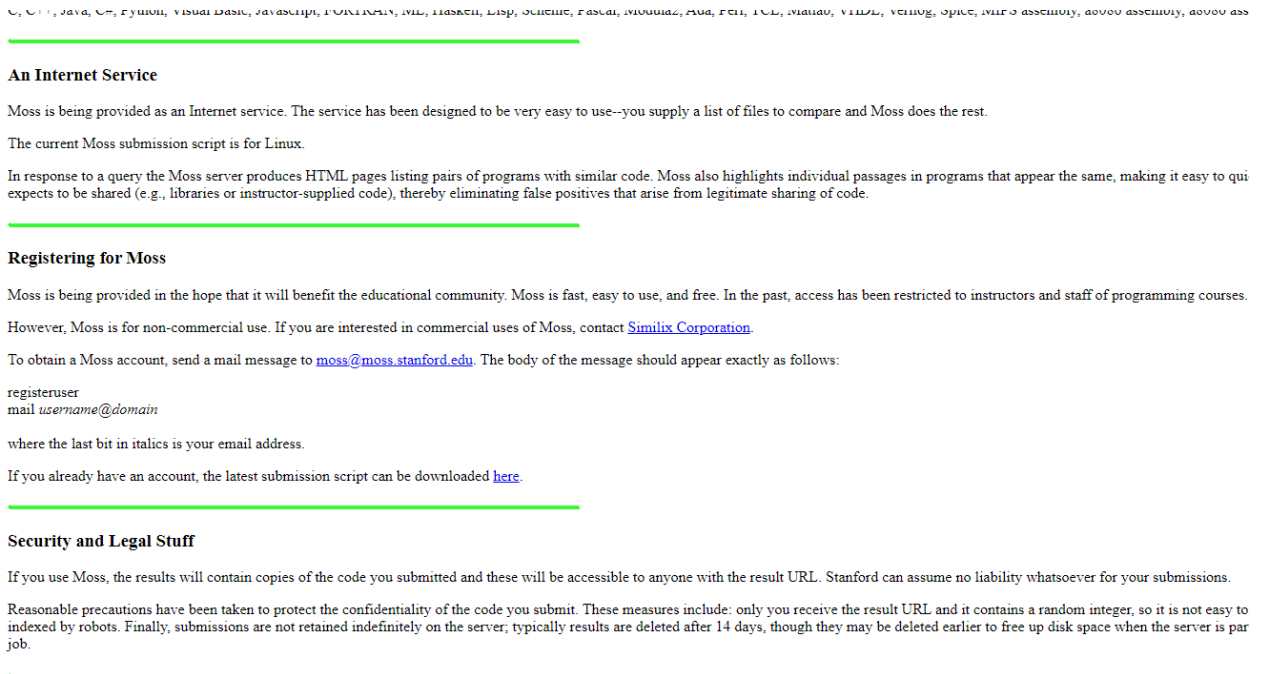


Рисунок 1.4 – Офіційний сайт з документацією використання MOSS[6]

Головним недоліком цього інструменту є відсутність графічного інтерфейсу. Цей інструмент потребує використання спеціальних скриптів. Окрім цього реєстрація комерційного акаунту потребує додаткових кроків, а без них кількість перевірок обмежена до 4 в день.

Переваги для використання цього ресурсу збігаються з попереднім ресурсом – у кожній роботі з кодом необхідно знати чи вона є унікальною чи повністю списаною. Цей ресурс дозволяє отримати необхідні дані та результати, які можливо потім інтегрувати до нашої системи.

Окремо необхідно додати, що на відміну від тексту, повної оригінальності коду досягнути майже неможливо, тому можливі варіанти де отримані результати необхідно буде перевіряти вручну, адже такі речі як імпорти бібліотек, найбільш популярні функції чи класи будуть зазвичай однаковими, що сильно зменшить процент оригінальності коду.

Цей ресурс у парі з попереднім допоможе отримати необхідний для оцінювання процент унікальності написаної роботи, обидва ресурси оброблюють дані автоматично і виключають можливість людського втручання, що дуже сильно збільшує об'єктивність оцінки.

Останній розглянутий ресурс – це Gradescope. Цей ресурс дозволяє полегшити процес виставлення та перегляду оцінок за завдання. Він виконаний у вигляді зручного веб-сайту, який в онлайн форматі дозволяє виставляти та переглядати виставлені оцінки (Рисунок 1.5).

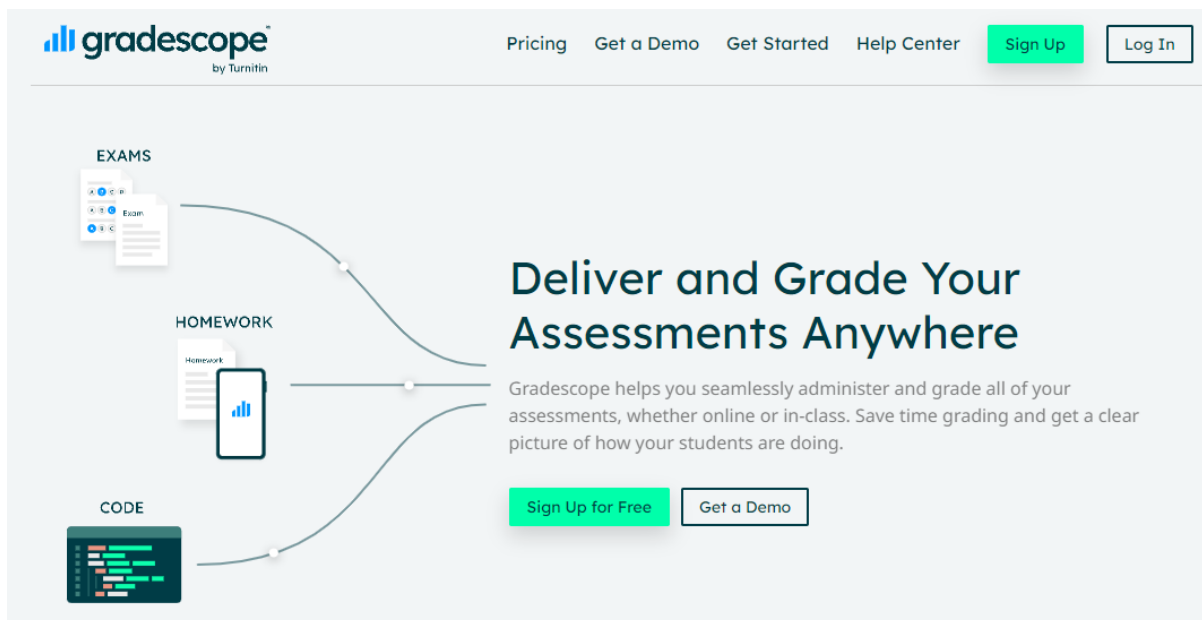


Рисунок 1.5 – Головна сторінка сайту Gradescope[7]

Основним функціоналом цього ресурсу є допомога в оцінюванні та обговоренні результатів роботи. Цей ресурс може бути інтегрованим для допомоги під час написання дипломної роботи та після її оцінювання. Цей ресурс може бути використаним під час написання для надання фідбеку щодо зробленої роботи, та після написання для отримання оцінки, разом з повноцінним поясненням як і через що вона була отримана.

Головним недоліком цього ресурсу є його мале впливання на розробляєм систему, цей ресурс лише спростить відображення результатів, чи

допоможе надіслати фідбек, він ніяк не допоможе отримати потрібну для оцінювання статистику.

Після аналізу цих технологій, стало зрозуміло, що вони мають можливість спростити деякі аспекти збору даних чи отримання результатів. Ці додатки в майбутньому можуть бути інтегровані до процесу оцінювання з метою полегшення використання системи чи додавання додаткового функціоналу

1.2 Формулювання гіпотези та основних питань дослідження

В центрі дослідження стоїть гіпотеза, яка передбачає, що «Використання інформаційних технологій з використанням нечіткої логіки та експертних систем в системі оцінки кваліфікаційних робіт суттєво покращить ефективність та об'єктивність цього процесу».

Дана гіпотеза в процесі цієї роботи має бути підтвердженою чи спрощеною, для цього необхідно виділити основні питання на які потрібно дати відповідь –

- Які інформаційні технології можливо ефективно впровадити до системи оцінки кваліфікаційних робіт з метою підвищення об'єктивності процесу оцінки?
- Які переваги та обмеження несе у собі застосування нечіткої логіки в системі оцінки кваліфікаційних робіт?
- Як можна інтегрувати експертні системи для підвищення точності оцінки та справедливості процесу?

Висновки та постановка задачі дослідження

Проведене дослідження предметної області не виявило інформаційних систем, які дозволяють врахувати думку наукового керівника, рецензента та комісії для оцінки якості кваліфікаційної роботи. Тому метою даного дослідження є розробка інформаційної технології оцінювання якості кваліфікаційних робіт.

Необхідно вирішити наступне:

- Провести огляд методів проектування експертних систем для вибору метода дослідження.
- Розглянути можливості застосування нечіткої логіки для побудови експертної системи нечіткого логічного виведення.
- Розробити інформаційну технологію оцінки якості кваліфікаційних робіт. Програмна реалізація цієї технології повинна надавати можливість отримувати оцінку якості кваліфікаційної роботи в балах на основі нечітких вхідних критеріїв якості. Для цього необхідно:
 - Описати критерії якості оцінювання кваліфікаційної роботи науковим керівником, рецензентом та державною екзаменаційною комісією.
 - Розробити правила нечіткого логічного виведення, які містять досвід та знання щодо оцінювання якості кваліфікаційної роботи науковим керівником, рецензентом, державною екзаменаційною комісією.
 - Розробити підсистеми оцінювання для наукового керівника, рецензента, державної екзаменаційної комісії.
 - Провести комп'ютерні експерименти щодо перевірки правильності роботи експертної системи нечіткого логічного виведення.

2. ВИБІР МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Експертні системи

2.1.1 Теоретичні відомості

Експертні системи – це методологія використання алгоритму прийняття рішень, яка була створена для відтворення та використання людського досвіду під час вирішення певного питання. З розвитком технологій ця методологія перетворилася на комп'ютерну систему, яка містить певний набір знань та правил, які можуть вирішувати поставлені перед ними задачі [11].

Єдиного алгоритму чи правила як розробляти чи використовувати експертні системи не існує, натомість такі системи можуть бути адаптовані до потрібної ситуації чи завдання. Головною ідеєю таких систем є накопичення експертних знань у певній галузі, та подальше їх використання для вирішення задач. Деякі системи навіть мають можливість навчатися на нових даних та створювати нові правила самостійно.

Експертні системи вперше були введені видатним американським інформатиком Едвардом Фейгенбаумом, який намагався визначити – чи існують питання чи проблеми, в яких особистий досвід міг би зіграти ключову роль при вирішенні. Експертні системи являють собою першою успішною спробою у розробці програми, яка використовувалася для покращення штучного інтелекту [12].

Окрім Америки, експертні системи також досліджувалися у Франції, де на відміну від Америки, в якій розроблювалися більш прості для використання звичайною людиною системи, розробляли та досліджували більш складні системи, які могли використовувати логіку першого порядку [13].

Найбільшою популярністю та роком поширення для експертних систем став 1980 рік, під час якого такі системи застосовували майже всі університети, та більшість комерційних компаній. Такий успіх переслідував

ці системи до 1990 років. Приблизно у цей час ці системи почали масово виходити з обороту та використання.

Існує багато версій, чому так вийшло, двома з яких є те, що по-перше можливості таких системи почали масово інтегруватися до багатьох продуктів, що призвело до зменшення потреби в таких системах, та другою і найбільш ймовірною причиною стало те, що такі системи «зжили» себе. Сама ідея експертних систем не мала під собою можливостей для подальшого розвитку, такі системи були повністю оглянуті та зайняли свою нішу в програмуванні, уступаючи популярність більш новим системам [14].

На даний момент, експертні системи зазвичай мають такий вигляд(рис 1.6) –

- Додаток чи по яка містить графічний інтерфейс, який звичайна людина використовує для введення даних та отримання потрібних результатів.
- База знань, яка містить набір правил чи потрібних для вирішення проблем знань та правил, які надає спеціально навчена людина(експерт).
- Спеціальна система, яка бере дані з бази знань, та використовує їх для отримання результатів [15].

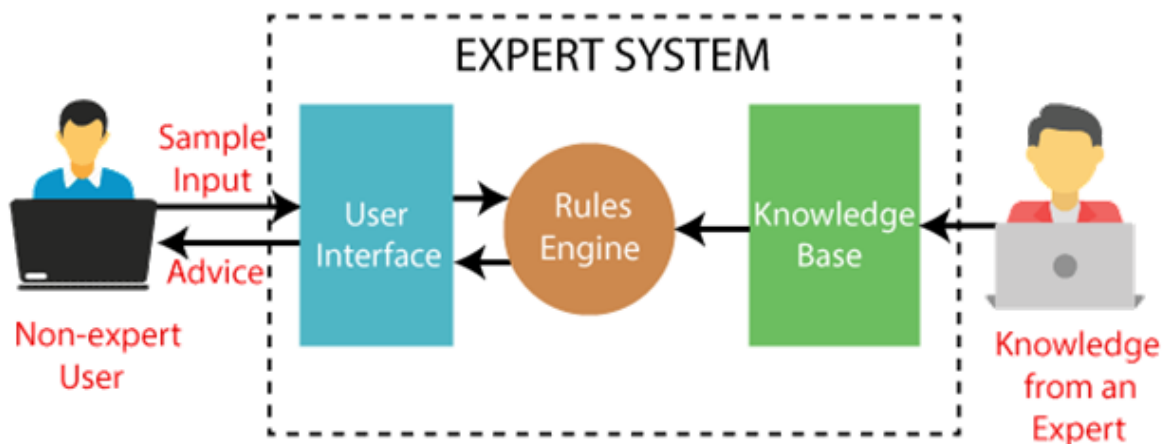


Рисунок 1.6 – Узагальнений вигляд експертних систем[15]

База знань зазвичай розділена на дві частини – база фактів та база правил. Таке розділення дозволяє легше взаємодіяти з базою знань, та отримувати потрібну інформацію для результату.

База фактів використовується для зазначення конкретних фактів, які потрібні для розуміння поставленої задачі, та потрібні для отримання результату. Натомість база правил містить спеціальні правила, які потрібно використовувати для опрацювання фактів відносно введених користувачем даних [16].

Головною частиною такої системи є частина, яка опрацює введені дані, обирає потрібні правила, які використовуючи збережені факти зможе видати потрібний результат. Ця система іноді навіть може містити спеціальні модулі, які на основі отриманих результатів зможуть самостійно заповнювати базу знань [17].

Така система може бути реалізована в будь якому форматі – програма яка, використовує мови програмування, спеціалізований веб-додаток, який буде об'єднувати її та графічний інтерфейс чи навіть окремі програми (такі як MATLAB), які будуть автоматично оброблювати потрібні дані та видавати результат [18].

2.1.2 Використання в роботі

Проведений в попередньому пункті аналіз дозволяє зрозуміти, що експертні системи можуть бути дуже легко інтегровані до процесу оцінки. Під час оцінювання кваліфікаційної роботи існує безліч аспектів, які можуть бути спрощені та автоматизовані за допомогою використання експертних систем. Далі буде наведено приклад деяких з них.

Першим з цих аспектів є оцінка роботи відносно заданих критеріїв – зазвичай для оцінки роботи існує набір певних критеріїв, які мають бути обов'язково присутніми. Використання експертних систем дозволить автоматизувати процес перевірки відносно таких критеріїв – така система

буде мати можливість перевіряти присутність потрібних структурних елементів(наявність пунктів вступу, змісту, тощо), знаходити чи існують в роботі ключові елементи та аналізувати структуру.

Другим важливим аспектом є необхідність перевіряти особливості роботи притаманні до деяких тем. Деякі роботи мають бути сфокусованими на науковій частини, а деякі більше на практичній реалізації, використання експертних систем дозволить задавати певні правила, використання яких дозволить правильно інтерпретувати такі роботи і виставляти об'єктивні оцінки. Окрім цього використання експертних систем дозволить усунути можливі суб'єктивні заниження балів, адже наявність думок від кількох експертів, допоможе поставити найбільш об'єктивну оцінку для написаної роботи.

Третім і останнім переглянутим аспектом є можливість інтегрування з нечіткою логікою. Ця можливість допоможе в оцінюванні роботи враховуючи навіть деякі нечіткі моменти. Система з використання нечіткої логіки має можливість проаналізувати та надати оцінку для таких критеріїв роботи як ясність роботи, чи якість аналізу теми роботи, які не мають можливості бути точно оціненими за допомогою звичайної логіки. Окрім цього така система буде мати можливість повертати результати, які будуть більше зрозуміли для здобувача освіти, а отже з'явиться можливість використання цієї системи для надання фідбеку відносно його роботи під час її написання в автоматизованому режимі.

Окрім наведених аспектів існує ще безліч можливостей які з'являються під час використання експертних систем, проте цих трьох, найголовніших, аспектів достатньо для відповіді на поставлене питання. Окремо необхідно згадати дуже важливу можливість експертних систем – можливість використання штучного інтелекту. В майбутньому існує можливість розробки спеціальної системи, яка буде мати можливість після аналізу роботи покращувати свої знання та правила, роблячи процес оцінювання ще більш точним [19].

Проведений аналіз має надавати достатню кількість інформації для відповіді на поставлене до гіпотези питання – «Як можна інтегрувати експертні системи для підвищення точності оцінки та справедливості процесу». Окрім цього цей аналіз показав, що використання експертних систем зможе сильно спростити процес перевірки, та надає велику кількість можливостей для подальшого покращення системи яка розроблюється.

Останнім пунктом який необхідно розглянути в теоретичній частині – це інформаційні технології, та надати відповідь на останнє питання, що дозволить підтвердити чи спростувати висунуту гіпотезу.

2.2 Нечітка логіка

2.1.1 Теоретичні відомості

Було розглянуто інформацію про нечітку логіку. Ця інформація була проаналізована та використана для відповіді на питання «Які переваги та обмеження несе у собі застосування нечіткої логіки в системі оцінки кваліфікаційних робіт».

Нечітка логіка – це логічний підхід, який дозволяє оперувати та використовувати невизначені значення. Вона являє собою розділ математики та є узагальненням булевої логіки разом з теорією множин [3].

Вперше вона була введена в 1965 році американським математиком Лотфі Заде. Головною ідеєю цієї логіки є оперування з наближеними значеннями, невідмінну від булевої логіки, де використовуються лише нулі та одиниці. Нечітка логіка дозволяє окрім звичайних значень притаманних булевій логіки (0 та 1), використовувати інтервал що лежить поміж ними. Значення обране на цьому інтервалі відображає ступінь належності елементу до даної множини [4].

Для кращого розуміння ідеї цієї логіки зазвичай приводять такий приклад: існує певна характеристика якогось об'єкту чи явища (наприклад

теплота води), в булевій логіці для характеристики води використали б два значення – холодна чи гаряча(1 чи 0 відповідно). Нечітка логіка дозволяє визначити та використати опис який буде знаходитися посередині – тепла. Така характеристика дає можливість більш точно передати степінь теплоти води та отримати більш точні результати. На рисунку 1.7 можливо побачити, що на інтервалі $[0,1]$ було додана нова множина – тепла вода, для характеризування якої можливо обрати значення наприклад 0.6.

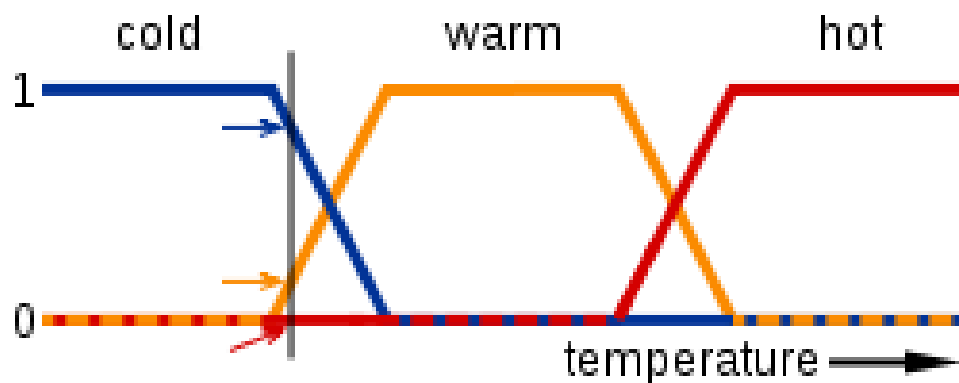


Рисунок 1.7 – Приклад використання нечіткої логіки для характеризування води[4]

Поштовхом для розробки та покращення нечіткої логіки, стала проблема виявлена при роботі зі штучним інтелектом. Система з його використанням могла без проблем керувати складними технічними комплексами, та могла виконувати дуже складні задачі, стикалася з дуже простою, проте важливою проблемою – вона була нездатна оперувати більш нечіткими поняттями, які зазвичай присутні у повсякденному житті – звичайний вислів «цей здобувач освіти написав непогану роботу», заводив таку систему в глухий кут, вона могла оперувати поняттям погана чи ідеальна робота, вислови які використовували характеристики з середини цього інтервалу були їй незрозумілими [5].

Перша робота пов'язана з нечіткою логікою була «Fuzzy Sets», написана в 1965 році Лотфі Заде, ця робота розглядала нечіткі множини і

стала поштовхом для її покращення. Сама назва нечітка логіка, походить від цієї роботи (Fuzzy sets - нечіткі множини, Fuzzy logic - нечітка логіка).

Розвиток і використання цієї логіки продовжується і в теперішній час. Системи з її використанням засновуються в багатьох областях – аналітичних, військових та навіть для вибору потрібних стратегій на ринку [6].

Більш практичний підхід до використання цієї логіки дуже сильно пришвидшив її розвиток, проте він же і створив велику кількість проблем – архітектура сучасних комп'ютерів не підтримує логіку і оперує лише значеннями 0 та 1, що створила потребу в розробці нових систем, здатних використовувати нечітку логіку для своїх обчислень [7].

З цієї проблеми впливає інша – сучасні інструменти для використання таких елементів також оперують булевою логікою, що значно ускладнює розробку нових систем чи програмного забезпечення. Окрім цього прикладні методи розрахунку та більшість використаних систем аналогічно не підтримують використання нечіткої логіки, що викликає ускладнення при вводі нових систем на основі нечіткої логіки.

В нечіткій логіці змінна описується у вигляді нечітких змінних в форматі $\langle a, X, A \rangle$, де

- a – це назва цієї змінної.
- X – область визначення.
- A – нечітка множина, яка задає обмеження на значення змінної a .

Окрім цього в нечіткій логіці використовують лінгвістичні змінні. Ці змінні замість точних числових значень описують змінну за допомогою звичайних та зрозумілих термінів. Використовуючи попередній приклад з водою, можливо виділити такі лінгвістичні змінні – «холодна», «прохолодна», «тепла» чи «гаряча». Записується вона за допомогою набору $\langle b, T, X, G, M \rangle$, який містить назву цієї змінної, множину її значень, синтаксичну процедуру для оперування елементами та семантичну процедуру для перетворення отриманих значень в нечіткі змінні відповідно [8].

Лінгвістичні змінні відіграють ключову роль в нечіткій логіці, та дозволяють більш точно та зрозуміло описувати реальні явища, для їх подальшого використання.

Для роботи з нечіткою логікою також використовуються логічні операції. Нечітка логіка використовує нечіткі логічні оператори, такі як «І» - перетин множин, «Або» - поєднання та «Не» - доповнення [9].

Для застосування нечітких множин та логіки в системах важливо розуміти різницю між контролерами нечіткої логіки відносно звичайних. Для їх використання необхідні знання експертів, на відміну від звичайних контролерів, в який використовуються диференційні рівняння.

Раніше було розглянути недоліки та проблеми нечітких систем, необхідно також розповісти про їх переваги.

Головними перевагами таких систем є:

1. Можливість використовувати нечіткі дані. Такі дані зазвичай з'являються в динамічних задачах, чи в результаті неоднозначних задач, таких як статистика, оцінювання робіт, тощо.
2. Більш точні результати при оцінюванні даних – під час їх аналізу використовується їх значення в парі з ступенем вірогідності цих даних, що значно покращує якість та достовірність отриманих результатів.
3. Нечітка логіка дозволяє вводити та використовувати не лише чіткі поняття, а й більш розмиті критерії, які зазвичай використовуються в повсякденному житті та є більш зрозумілими для людини [10].

Після аналізу теорії відносно нечіткої логіки, необхідно зрозуміти чи можливо її використовувати в системі оцінювання та як. Відповідь на ці питання дозволить зрозуміти чи є необхідність і які переваги буде нести нечітка логіка в системі оцінки кваліфікаційних робіт.

2.3 Інформаційні технології

2.3.1 Теоретичні відомості

В цьому розділі буде проведено теоретичний огляд інформаційних систем та їх можливостей. Отримана інформація буде використана для відповіді на останнє поставлене питання – «Які інформаційні технології можливо ефективно впровадити до системи оцінки кваліфікаційних робіт з метою підвищення об'єктивності процесу оцінки?»

Інформаційні технології (ІТ) – це величезний обсяг технологій, метою яких є обробка, передача чи зберігання інформації. Ці технології зазвичай мають в собі бази даних, технології пов'язані з мережею та програмні разом з апаратними засоби які можуть бути використані для збереження, керування та аналізу переданих даних [20].

Існує велика різноманітність інформаційних технологій, зазвичай їх можливо поділити на три головні напрямки – глобальні, базові та прикладні. Кожна з цих категорій використовується для своїх, окремих, цілей та слугує для допомоги при вирішенні конкретних проблем(рис 1.8) [21].



Рисунок 1.8 – Види інформаційних технологій[21]

Історія ІТ починається ще до початка 20 століття – першими такими технологіями були, наприклад, просто механічні калькулятори, які допомагали при виконанні математичних обчислювань ще до розробки

перших електронних аналогів. Зазвичай такі пристрої були дуже лімітовані відносно свого функціоналу і могли спростити лише якісь прості дії [22].

Головним поштовхом до розвитку ІТ стала розробка перших комп'ютерів. Перші електронні системи та комп'ютери були занадто масивними та не могли бути інтегрованими до повсякденного життя, проте вони вже були використані для допомоги при виконанні наукових завдань.

З плином часу, комп'ютери ставали дедалі меншими та більш функціональними, з'являлося нове програмне забезпечення та технології, такі як бази даних чи операційні системи, що вело до використання цих технологій все більшою кількістю людей.

Піковою точкою для розвитку стала поява персональних комп'ютерів в 1980 роках, які дозволили звичайним людям використовувати комп'ютери не виділяючи окрему кімнату під них. Поява великої кількості комп'ютерів призвела до швидкого набору популярності мережі Інтернет, яка могла задовільнити потреби користувачів в знаходженні потрібної інформації та контенту [23].

Починаючи з 2000 року, було створено величезну кількість різноманітних технологій, які допомагали людям у виконанні складних задач. Такі технології ставали все більш комплексними, та здатними виконувати все більш складні завдання. На даний момент неможливо уявити життя без таких технологій. Паралельно з цим також розвивалися і технології які використовувалися на персональних комп'ютерах чи телефонах. Ці технології дозволяли звичайному користувачу вирішити якусь проблему чи поставлену задачу набагато швидше ніж це зайняло б зазвичай.

На даний момент часу існує величезна кількість різноманітних технологій, які використовуються для полегшення розробки. Найбільш важливими серед них є –

- Апаратні технології, а саме усе фізичне обладнання (таке як комп'ютери або мережеві системи), яке дозволяє виконувати потрібні обчислення;
- Веб технології, які дозволяють інтегрувати Інтернет до систем, які розробляються;
- Штучний інтелект, який дозволяє створювати системи, які можуть імітувати людське мислення та навчатися;
- Бази даних, які дозволяють зберігати, отримувати, змінювати чи видаляти потрібну інформацію.

Кожна з цих технологій має величезний вплив на теперішній розвиток інформаційних технологій і є дуже поширеною у розробці більшості систем. Кожна з цих технологій також може бути використана в системі оцінювання кваліфікаційних робіт [24].

Апаратні технології є потрібними для будь якої автоматизованої системи, адже вони включають в себе фізичне обладнання, без якого неможливо виконувати обчислення. Бази даних можуть полегшити процес зберігання та отримання потрібних даних (наприклад оцінки за роботи, процент їх унікальності, тощо). Веб технології допоможуть інтегрувати інтернет до цієї системи, що дозволить здобувачам освіти та викладачам використовувати таку систему з їх домівок, а штучний інтелект має можливість створити нову систему, яка може самостійно покращувати свою продуктивність та ефективність [25].

2.3.2 Використання в роботі

Після теоретичного огляду необхідно зрозуміти – яку конкретно інформаційну технологію можливо використати в системі, для підвищення її об'єктивності. Зрозуміло, що апаратні технології не будуть розглянуті, адже

для системи яка розробляється не потрібно незвичайних рішень чи технологій, лише персональний комп'ютер.

Для розробки такої системи найбільш логічним та необхідним є використання програмних технологій. Під час розробки алгоритму оцінювання необхідно також використовувати експертні системи та нечітку логіку, що може допомогти для пошуку потрібної програми.

Для використання у роботі підходить така програмна технологія як MATLAB. Ця програма має широкий спектр функціоналу, який може допомогти при виконанні дослідницької діяльності та має можливість використовувати нечітку логіку у парі з експертними системами.

Найбільш головними інструментами, які можливо буде використовувати під час розробки системи це –

1. Інструменти для роботи з нечіткою логікою – MATLAB містить велику кількість інструментів(таких як Fuzzy Logic Toolbox), які можуть спростити роботу з нечіткою логікою, та допоможуть оперувати нею.
2. Відображення результатів – ця програма також містить величезну кількість інструментів, які можливо використовувати для виводу отриманих результатів у будь-якому вигляді(таблиці, графи, тощо), що в свою чергу допоможе при виконанні аналізу цих даних.
3. Штучний інтелект – MATLAB підтримує можливість створення та налаштування алгоритмів для навчання системи, що в свою чергу може допомогти створити більш об'єктивну систему в майбутньому.

Проведений аналіз та наведена інформація відповідає на останнє поставлене питання – «Які інформаційні технології можливо ефективно впровадити до системи оцінки кваліфікаційних робіт з метою підвищення об'єктивності процесу оцінки?», що приводить нас до поставленої гіпотези.

3. ОПИС ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОЦІНЮВАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНИХ РОБІТ

3.1 Проектування системи оцінки

Перед початком реалізації, треба визначитися з необхідними даними, які знадобляться для цього і спроектувати саму систему.

Як було визначено в попередніх пунктах – двома найбільш головними речами при розробці системи з використанням нечіткої логіки є критерії аналізу(лінгвістичні змінні) та правила оцінювання. Окрім цього система потребує проектування логіки її загальної роботи, разом з описом потрібних систем.

Перед розробкою критеріїв необхідно визначитися з кількістю потрібних систем. Під час оцінювання кваліфікаційних робіт зазвичай найбільш головними є –

1. Думка наукового керівника, яка містить оцінку сумлінності, уміння самостійної праці, досягнення цілі поставленої керівником та об'єм отриманих результатів.
2. Думка рецензента – вона містить оцінку актуальності роботи, якість обзору літератури, оцінювання новизни роботи, глибини обґрунтування рішення, можливість практичного використання, дотримання стандартів, якість графічних матеріалів, грамотність викладу та науково-технічний рівень розробки.
3. Думка державної екзаменаційної комісії (ДЕК) – містить оцінювання якості доповіді, якості креслення, якості відповіді на запитання разом з загальною оцінкою роботи.

Кожна з цих систем зможе в результаті надати певну оцінку, яку необхідно використати в останній системі, яка і буде надавати кінцевий результат.

Наступним кроком після визначення систем є розробка схеми роботи взаємодії цих систем. Для цього необхідно визначитися з тим, як будуть взаємодіяти описані раніше системи, та описати фінальну систему, яка буде надавати потрібні результати.

Фінальна система буде називатися «Система оцінки кваліфікаційної роботи» і буде отримувати три вхідні данні –

1. «Оцінка наукового керівника» - містить результуючу оцінку отриману після виконання обчислень в системі оцінки наукового керівника.
2. «Оцінка рецензенту» - містить результуючу оцінку отриману після виконання обчислень в системі оцінки рецензента.
3. «Оцінка ДЕК» - містить результуючу оцінку отриману після виконання обчислень в системі державної екзаменаційної комісії.
4. «Оцінка роботи» - містить оцінку отриману після виконання обчислень в системі оцінки кваліфікаційної роботи з використанням усіх даних.

В результаті було створено відповідну схему взаємодії усіх чотирьох систем, яка буде в подальшому використана під час розробки цих систем з використанням MATLAB(рис 3.1).

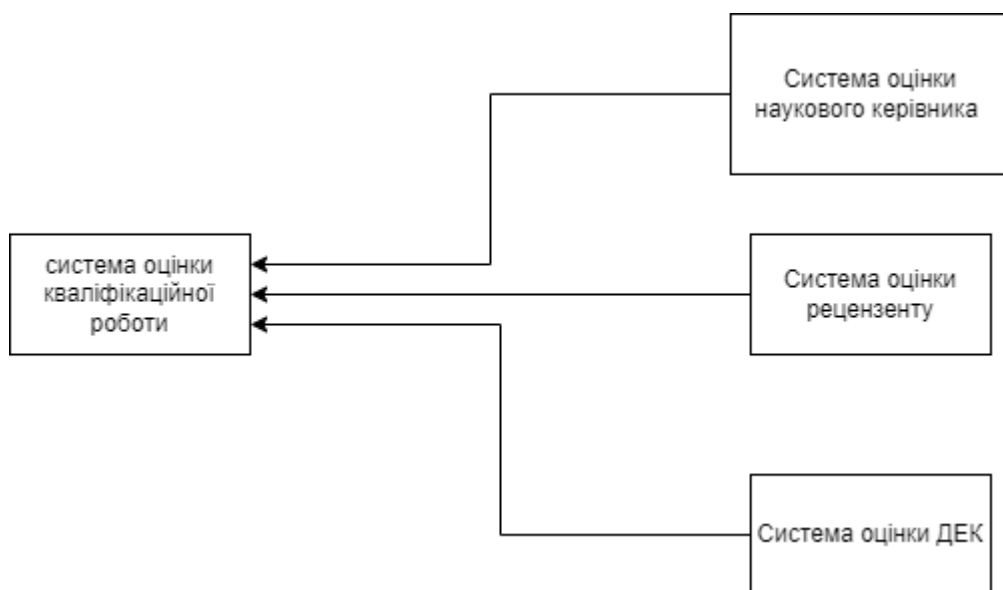


Рисунок 3.1 – Схема взаємодії систем

3.1.1 Проектування критеріїв аналізу

Для розробки критеріїв аналізу було використано проведений раніше аналіз, в якому було виділено найбільш головні критерії для оцінювання. Отримати вхідні дані можливо використовуючи розглянути раніше ресурси, чи вводити їх самостійно.

Усі змінні набувають значення з відрізка від 0 до 100 включно. Для оцінювання було використано формат ECTS, який було розглянуто в попередньому пункті (Рисунок 1.1). Кінцева оцінка та кожна змінна може набувати таких значень –

- «Відмінно» - позначається літерою А та лежить на відрізку [90-100]. Характеризує роботу, яка виконалася ідеально чи майже ідеально.
- «Дуже добре» - позначається літерою В та лежить на відрізку [85-89]. Характеризує роботу, до якої є не критичне зауваження.
- «Добре» - позначається літерою С та лежить на відрізку [75-85]. Характеризує роботу, яка містить декілька не критичних зауважень.
- «Задовільно» - позначається літерою D та лежить на відрізку [66-74]. Характеризує роботу, яка має критичне зауваження, проте відповідає критеріям здачі.
- «Достатньо» - позначається літерою Е та лежить на відрізку [56-65]. Характеризує роботу, яка має велику кількість зауважень і ледь відповідає критеріям задачі.
- «Незадовільно з можливістю повторного складання» - Позначається літерами FХ та лежить на відрізку [35-55]. Означає що були виконані лише деякі потреби з великою кількістю зауважень.

- «Незадовільно з обов'язковим повторним курсом» - позначається літерою F, лежить на відрізку [1-34], та означає що потреби до критерію не були виконані зовсім.

Кожен критерій оцінювання може набувати одного з цих значень та лежить на відповідному інтервалі. Далі було створено відповідні зміни відносно критеріїв оцінювання до кожної системи.

Система оцінки наукового керівника має містити такі змінні:

1. «Оцінка сумлінності».
2. «Оцінка уміння самостійної праці».
3. «Оцінка досягнення цілі поставленої керівником».
4. «Оцінка об'єму отриманих результатів».
5. «Кінцева оцінка наукового керівника»

Розберемо кожну з цих змінних більш детальноше.

Першою з цих змінних є оцінка сумлінності. Вона характеризує оцінку того, як сумлінно здобувач освіти відносився до виконання своєї роботи та оцінює його старання.

Наступною є оцінка уміння самостійної праці – ця змінна характеризує уміння студента самостійно вирішувати проблеми та знаходити інформацію.

Третьою змінною є оцінка досягнення цілі поставленої керівником. Ця змінна описує оцінку відповідності практичної та теоретичної частини розробленої здобувачем освіти відносно поставленої керівником цілі.

Останньою вхідною змінною є оцінка об'єму отриманих результатів. Ця зміна відображає оцінку об'єму наведеної роботи. Вона оцінює загальну кількість тексту, рисунків, тощо.

Окрім цього необхідна змінна, яка буде зберігати кінцеві результати, а саме – кінцева оцінка наукового керівника. Ця змінна буде містити кінцеву оцінку яка буде отримуватися після заповнення відповідних даних системи.

Другою системою яка буде розроблена – це система оцінки рецензенту. Ця система буде містити такі змінні:

1. «Оцінка актуальності роботи» - оцінює те, на скільки написана робота є актуальною на момент створення.
2. «Оцінка якості літератури» - оцінює використані джерела інформації.
3. «Оцінка глибини обґрунтування рішення» - оцінює глибину рішення студенту відносно поставленої проблеми.
4. «Оцінка можливості практичного використання» - дає оцінку можливості використання написаної роботи в житті.
5. «Оцінка дотримання стандартів» - оцінка дотримання стандартів оформлення та написання роботи.
6. «Оцінка якості графічних матеріалів» - оцінює якість наведених в роботі графічних матеріалів, наприклад рисунків.
7. «Оцінка грамотності викладу» - оцінює на скільки грамотною є подана інформації в роботі.
8. «Оцінка науково-технічного рівня розробки» - оцінка роботи відносно існуючих технологій та інших наукових робіт
9. «Кінцева оцінка рецензенту» - кінцева зміна, яка містить оцінку отриману після введення в систему усіх даних.

Третьою системою є оцінки ДЕК. Ця система буде містити такі відповідні змінні:

1. «Оцінювання якості доповіді» - містить оцінку доповіді виконаного отримувачем вищої освіти.
2. «Оцінювання якості креслення» - містить оцінку якості наведених в роботі креслень.
3. «Оцінювання якості відповіді на запитання» - містить оцінку якості відповіді здобувачем освіти на поставлені до нього запитання під час захисту.
4. «Кінцева оцінка ДЕК» - містить кінцеву оцінку ДЕК, отриману після введення в систему усіх даних.

Останньою потрібною системою, є система оцінки кваліфікаційної роботи. Ця система містить такі змінні:

1. «Оцінка наукового керівника»
2. «Оцінка рецензенту»
3. «Оцінка ДЕК»
4. «Оцінка роботи»

Ця система буде на вході приймати результати оцінювання з попередніх трьох систем, та надавати кінцеву оцінку роботи.

Результатом розробки та реалізації цих систем, має стати система оцінювання кваліфікаційних робіт, яка може бути використана під час оцінка робіт здобувачів вищої освіти.

3.1.2 Проектування правил нечіткого логічного виведення

Правила було розроблено для кожної системи та подано у вигляді таблиці. Першими було створено правила для Системи оцінки наукового керівника (Таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Таблиця правил системи оцінки наукового керівника

Правило	Пояснення
Якщо «Оцінка сумлінності» = А та «Оцінка уміння самостійної праці» = А та «Оцінка досягнення цілі поставленої керівником» = А то «Оцінка об'єму отриманих результатів» = А	Для кожного можливо значення кінцевої змінної, надано відповідні можливі значення вхідних змінних.

Продовження таблиці 3.1

Правило
Якщо «Оцінка сумлінності» = В та «Оцінка уміння самостійної праці» = В та «Оцінка досягнення цілі поставленої керівником» = В то «Оцінка об'єму отриманих результатів» = В
Якщо «Оцінка сумлінності» = С та «Оцінка уміння самостійної праці» = С та «Оцінка досягнення цілі поставленої керівником» = С то «Оцінка об'єму отриманих результатів» = А С
Якщо «Оцінка сумлінності» = D та «Оцінка уміння самостійної праці» = D та «Оцінка досягнення цілі поставленої керівником» = D то «Оцінка об'єму отриманих результатів» = D
Якщо «Оцінка сумлінності» = E та «Оцінка уміння самостійної праці» = E та «Оцінка досягнення цілі поставленої керівником» = E то «Оцінка об'єму отриманих результатів» = E
Якщо «Оцінка сумлінності» = F та «Оцінка уміння самостійної праці» = F та «Оцінка досягнення цілі поставленої керівником» = F то «Оцінка об'єму отриманих результатів» = F
Якщо «Оцінка сумлінності» = FX та «Оцінка уміння самостійної праці» = FX та «Оцінка досягнення цілі поставленої керівником» = FX то «Оцінка об'єму отриманих результатів» = FX

Правила для інших систем були створені за такою ж логікою, як і правил в таблиці 3.1.

Розроблені в цьому пункті зміни можливо буде використати в експертній системі як базу правил, а розроблені правила для оперування цією базою. MATLAB має спеціальний інструмент, який допоможе використовуючи ці правила створити дійсну експертну систему з використанням нечіткої логіки для оцінювання кваліфікаційних робіт.

3.2 Моделювання інформаційної технології оцінювання кваліфікаційних робіт з використанням MATLAB

Для початку розробки з використанням MATLAB, необхідно його відкрити та прописати fuzzy, що має відкрити вікно з налаштування експертних систем з нечіткою логікою (Рисунок 3.2).

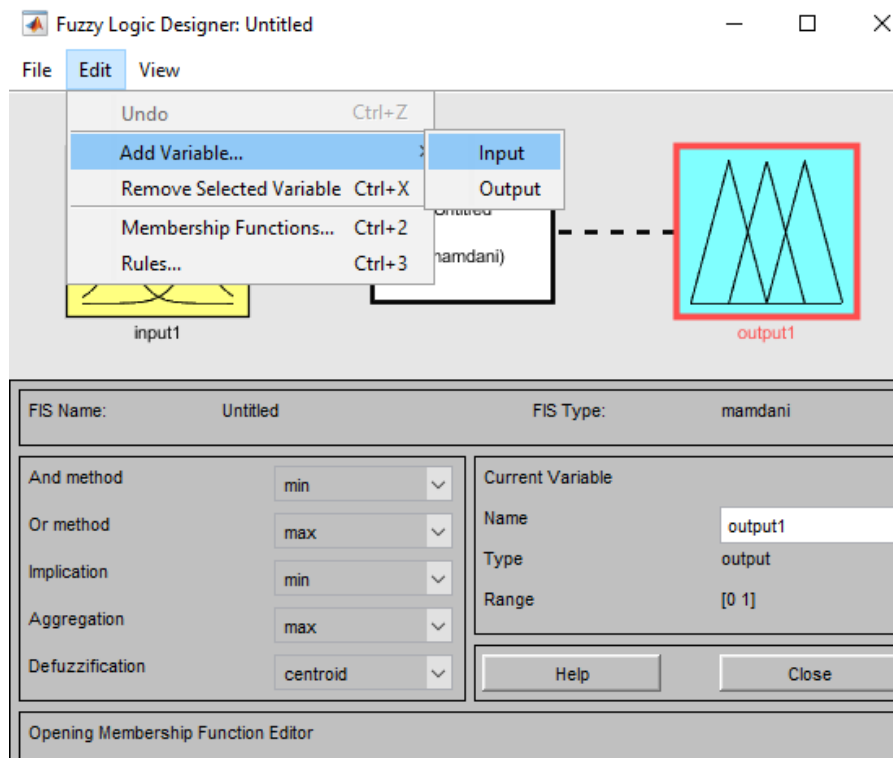


Рисунок 3.2 – Діалогове вікно нечіткої логіки

Для прикладу розробки було обрано систему оцінки рецензентів. Першим кроком є створення відповідних змінних та заміна їх назви –

Рисунок 3.3

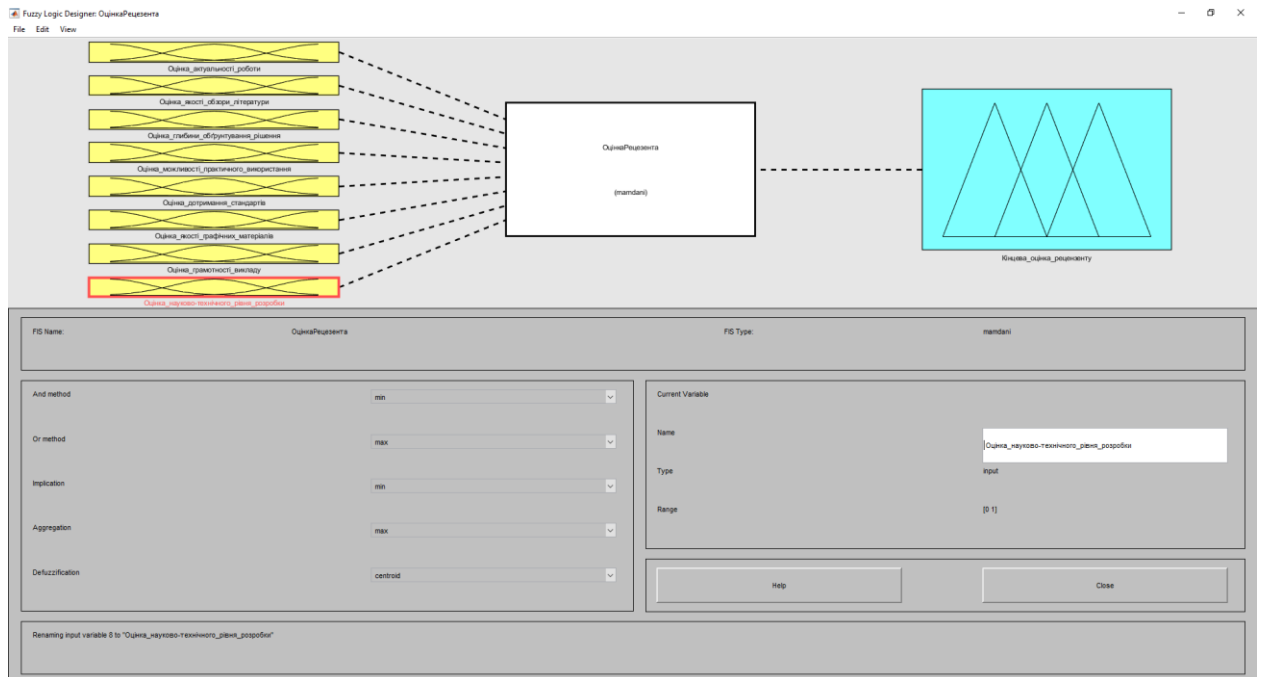


Рисунок 3.3 – Створені змінні

Після чого необхідно окремо налаштувати кожну змінну відповідно до їх характеристик наданих в попередньому пункті. Кожна змінна має містити відповідні графіки, які мають відобразити відповідні оцінки(рисунки 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12 відповідно). Для цього було обрано тип *gaussmf*, який дозволяє створювати графіки та розставлено потрібні точки.

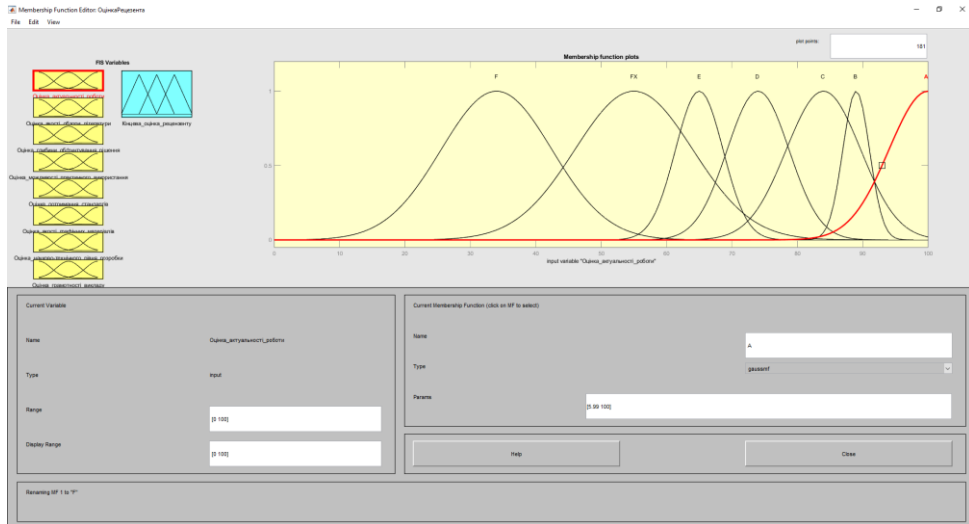


Рисунок 3.4 – Змінна Оцінка_актуальності_роботи

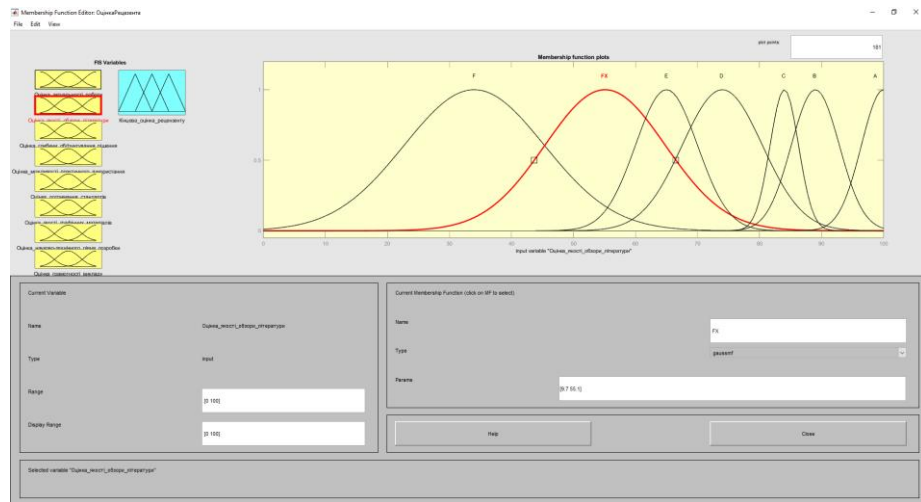


Рисунок 3.5 – Змінна Оцінка_якості_обзори_літератури

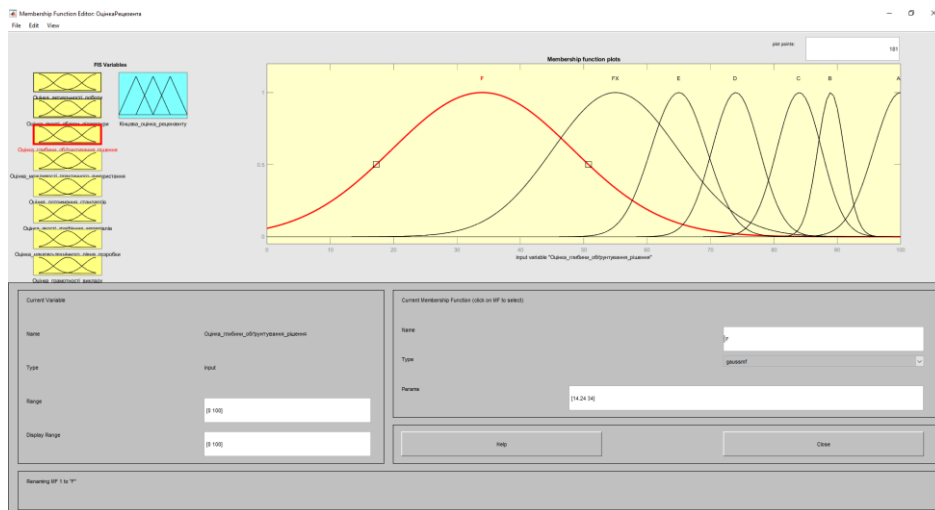


Рисунок 3.6 – Змінна Оцінка_глибини_обґрунтування_рішення

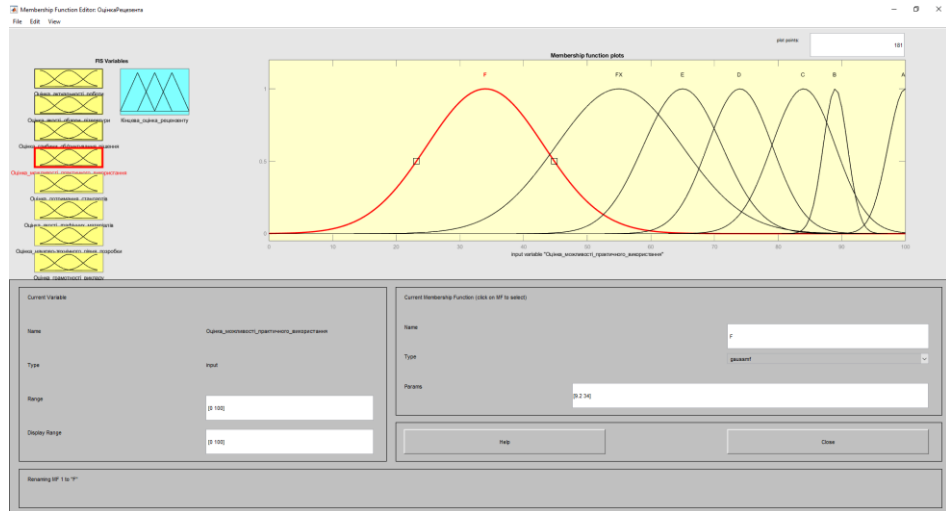


Рисунок 3.7 – Змінна Оцінка_можливості_практичного_використання

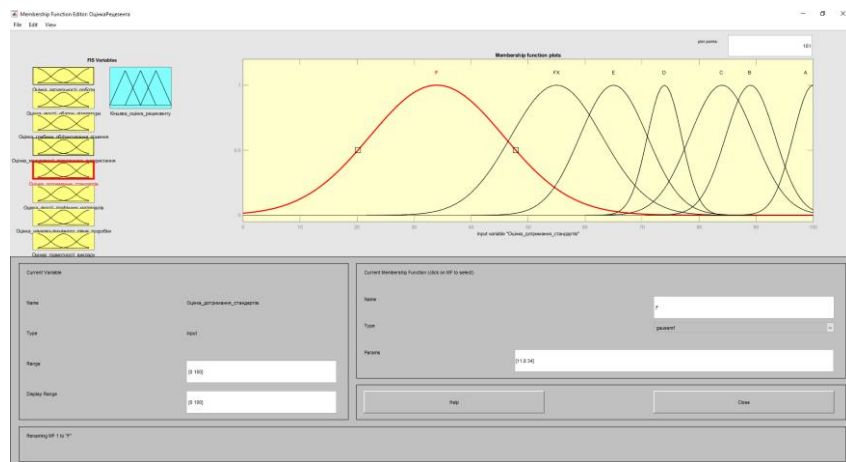


Рисунок 3.8 – Змінна Оцінка_дотримання_стандартів

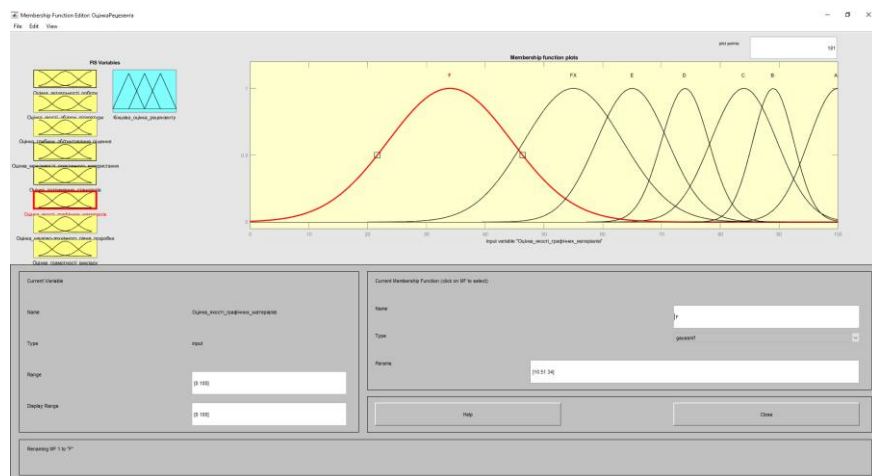


Рисунок 3.9 – Змінна Оцінка_якості_графічних_матеріалів



Рисунок 3.10 – Змінна Оцінка_науково-технічного_рівня_розробки

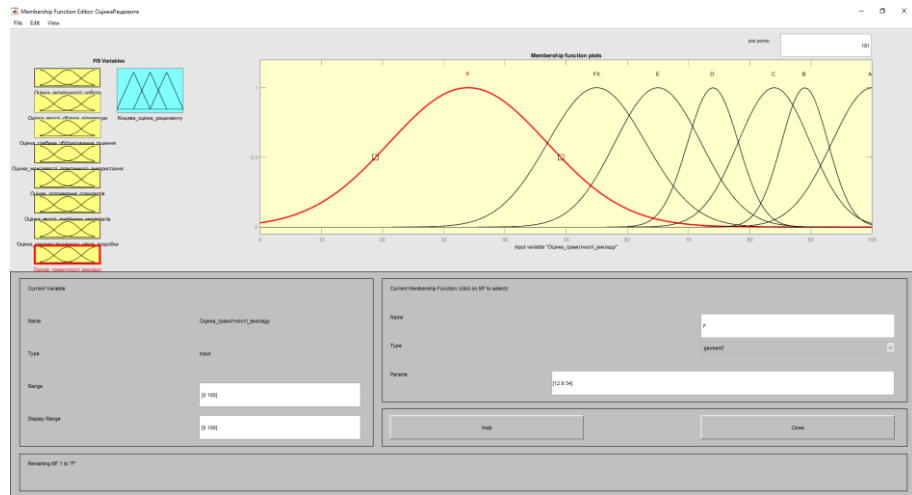


Рисунок 3.11 – Змінна Оцінка_грамотності_викладу

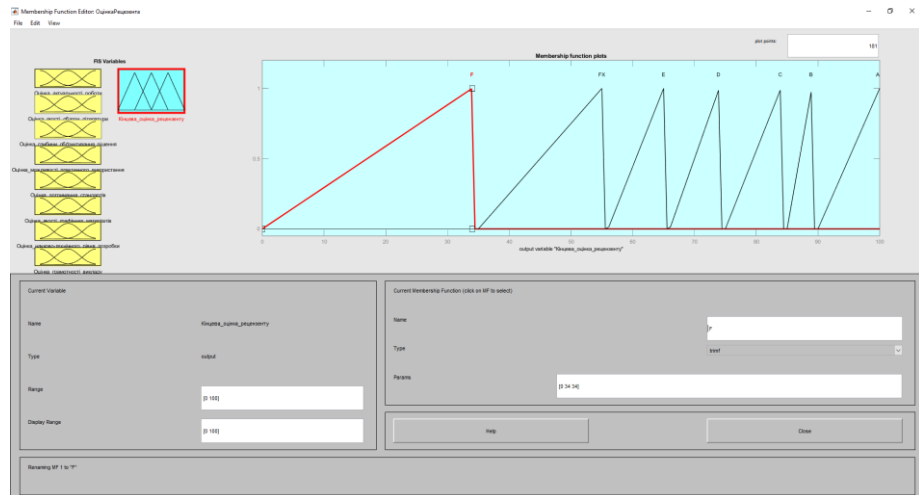


Рисунок 3.12 – Змінна Кінцева_оцінка_рецензенту

Після створення відповідних змінних необхідно створити та задати відповідні правила, що показано на рисунку 3.13.

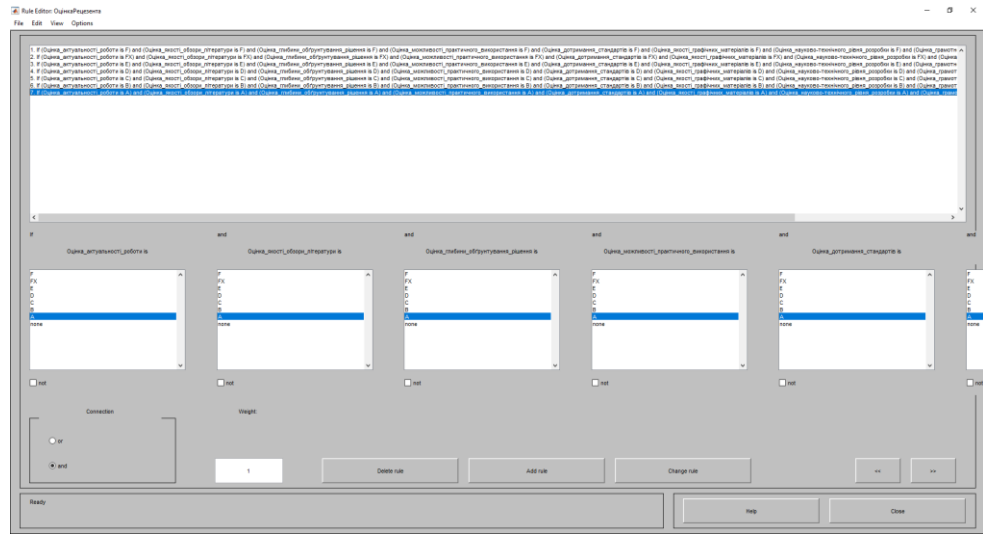


Рисунок 3.13 – Задання правил

Результатом цього має стати система, яка може відповідно до вхідних даних надати кінцевий результат (рисунки 3.14 та 3.15).

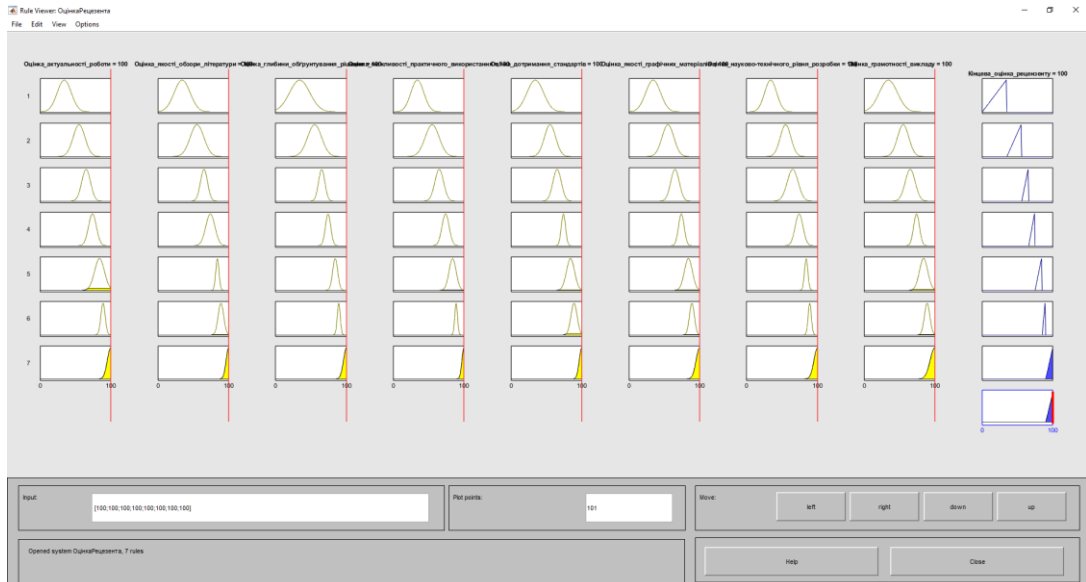


Рисунок 3.14 – Перший результат моделювання системи оцінки рецензентів

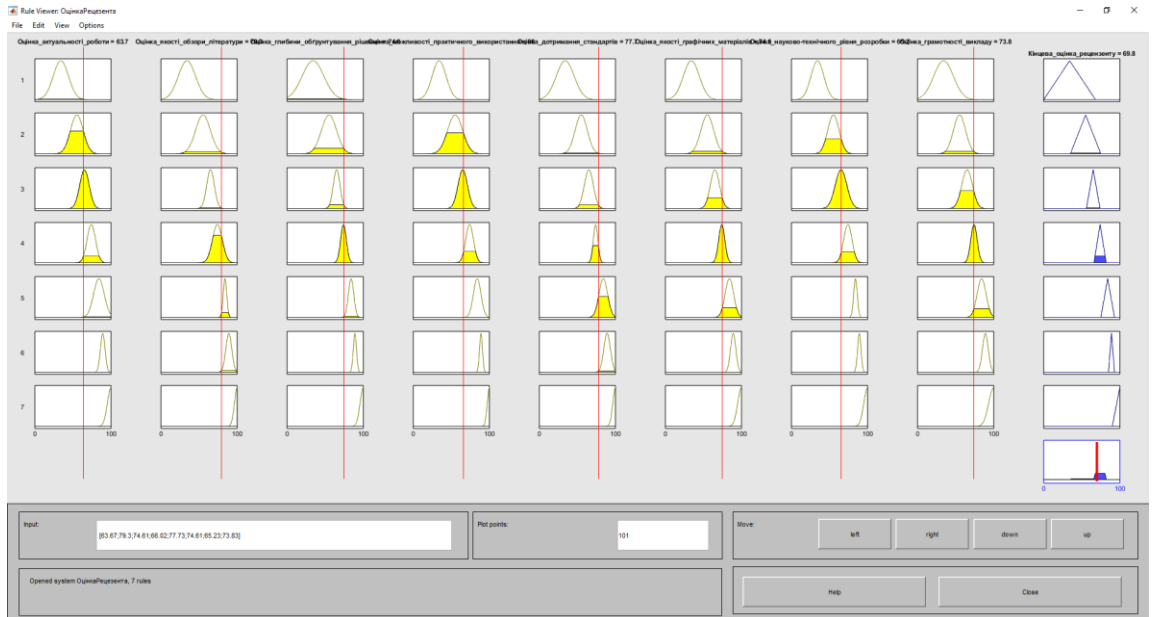


Рисунок 3.15 – Другий результат моделювання оцінки рецензентів

Аналогічно до цього було розроблено та створено системи для оцінки наукового керівника та ДЕК.

Після цього було створено фінальну систему, яка буде використовувати результати попередніх систем, та буде видавати результуючу оцінку. Результати її моделювання можливо побачити на рисунку 3.16.



Рисунок 3.16 – Результати моделювання системи оцінки кваліфікаційної роботи

3.3 Проведення експерименту з моделюванням

Останнім кроком після створення системи є проведення експерименту з метою визначення коректності розробленої системи. Цей експеримент має складатися з двох частин:

1. Проведення моделювання системи оцінки кваліфікаційної роботи з різними вхідними значенням.
2. Аналіз результатів проведеного моделювання і висновки.

Результатом виконання цих кроків має стати висновок відносно коректності розробленої системи. Окрім цього буде надано відомості відносно можливого покращення отриманої системи.

3.3.1 Моделювання системи оцінки кваліфікаційної роботи

Першим кроком перед початком моделювання є створення набору вхідні данні – очікуваний результат. Такий набір дозволить зробити висновки відносно результатів моделювання, та буде використаний під час виконання системи.

Набір вхідних даних має містити три певні значення для кожної з оцінок попередніх знань, тобто «Оцінка наукового керівника», «Оцінка ДЕК» та «Оцінка рецензенту» з відповідними значенням відносно системи ECTS.

Очікуваний результат має містити результативне значення змінної «Оцінка роботи» з введеними параметрами. Це значення має бути приблизно очікуваним результатом відносно роботи системи та має бути порівняним до отриманого результату. Це порівняння буде використане в подальшому для отримання висновків відносно моделювання системи.

Розроблені пари вхідні дані – очікуваний результат можливо побачити у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Пари вхідні дані – очікуваний результат

Вхідні дані	Очікуваний результат
Оцінка наукового керівника = FX, Оцінка ДЕК = F, Оцінка рецензента = FX	Оцінка роботи = F - FX(відповідно до введених числових даних)
Оцінка наукового керівника = D, Оцінка ДЕК = D, Оцінка рецензента = D	Оцінка роботи = D
Оцінка наукового керівника = A, Оцінка ДЕК = B, Оцінка рецензента = B,	Оцінка роботи = B
Оцінка наукового керівника = A, Оцінка ДЕК = A, Оцінка рецензента = A	Оцінка роботи = A

Після створення відповідних пар, було виконано моделювання з використанням цих даних у системі оцінки якості кваліфікаційних робіт.

Результатом виконання з першими вхідними даними можливо побачити на рисунку 3.16. Для вхідних даних було використано значення «Оцінка наукового керівника» = 30.7, «Оцінка ДЕК» = 39.2 та «Оцінка рецензента» = 34.3. В результаті моделювання системи було отримано «Оцінка роботи» = 34.1.

Результат моделювання збігається з очікуваним результатом та є достовірним.

Результат виконання з другими вхідними даними можливо побачити на рисунку 3.17. Для вхідних даних було використано значення «Оцінка наукового керівника» = 69.3, «Оцінка ДЕК» = 70.5 та «Оцінка рецензента» = 72.9. В результаті моделювання системи було отримано «Оцінка роботи» = 72.

Результат моделювання збігається з очікуваним результатом, проте містить певну похибку.

Результат виконання з третіми вхідними даними можливо побачити на рисунку 3.18. Для вхідних даних було використано значення «Оцінка наукового керівника» = 89.8, «Оцінка ДЕК» = 87.3 та «Оцінка рецензента» = 87.3. В результаті моделювання системи було отримано «Оцінка роботи» = 88.

Результат моделювання збігається з очікуваним результатом та є достовірним.

Результат виконання з останніми вхідними даними можливо побачити на рисунку 3.19. Для вхідних даних було використано значення «Оцінка наукового керівника» = 100, «Оцінка ДЕК» = 100 та «Оцінка рецензента» = 100. В результаті моделювання системи було отримано «Оцінка роботи» = 100.

Результат моделювання збігається з очікуваним результатом та є повністю достовірним.

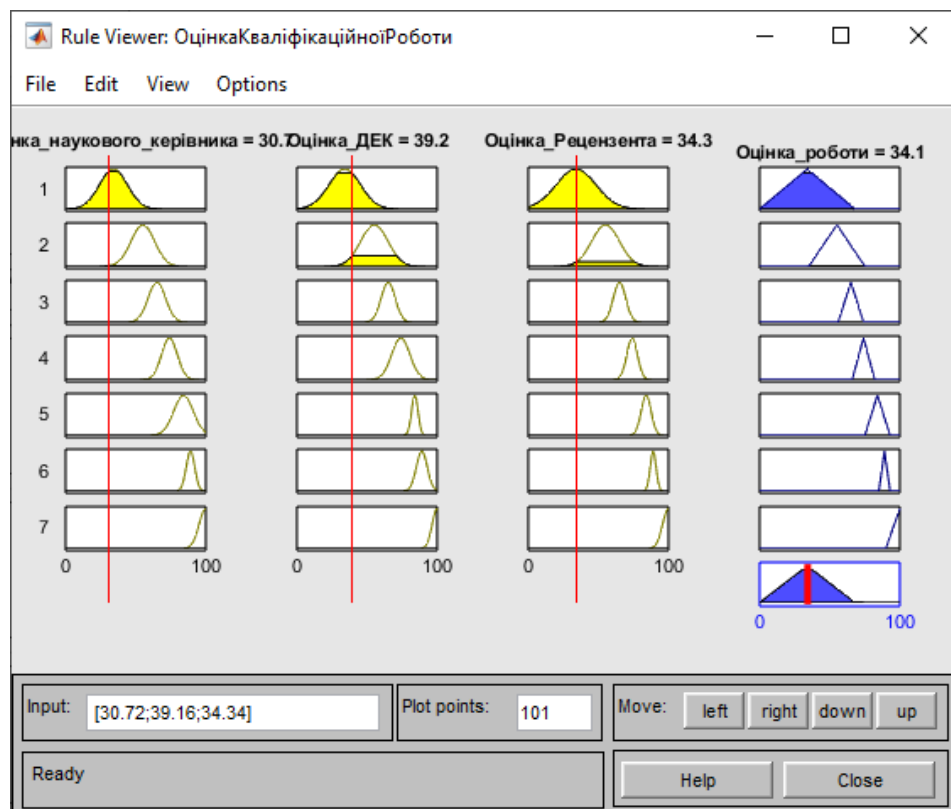


Рисунок 3.16 – Результати моделювання першої пари

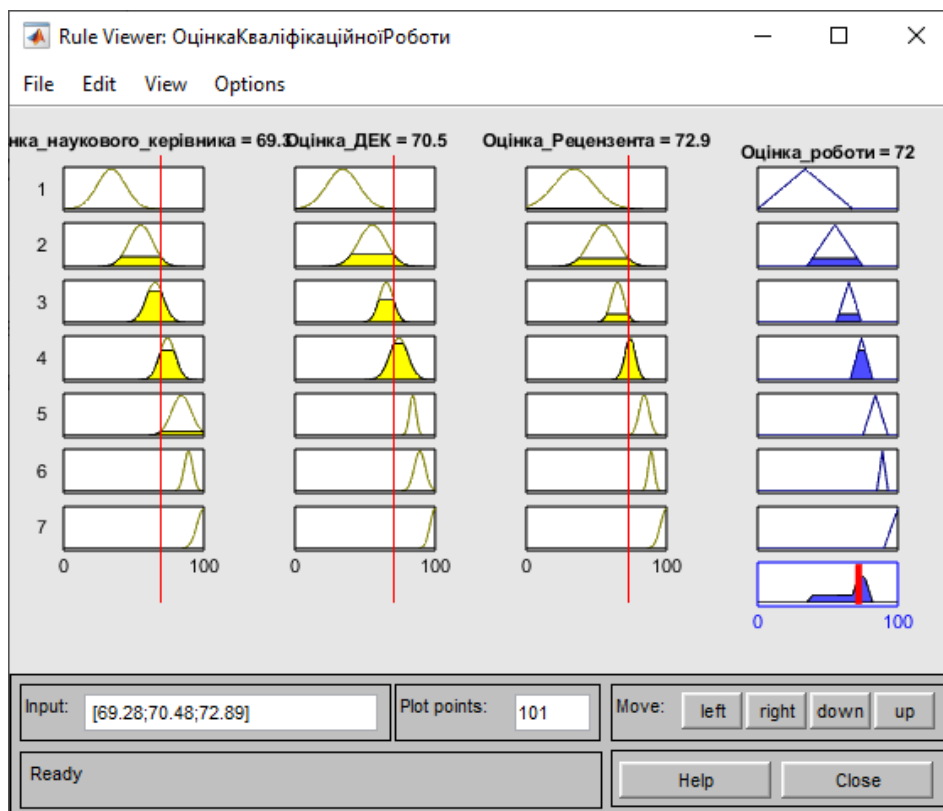


Рисунок 3.17 – Результати моделювання другої пари

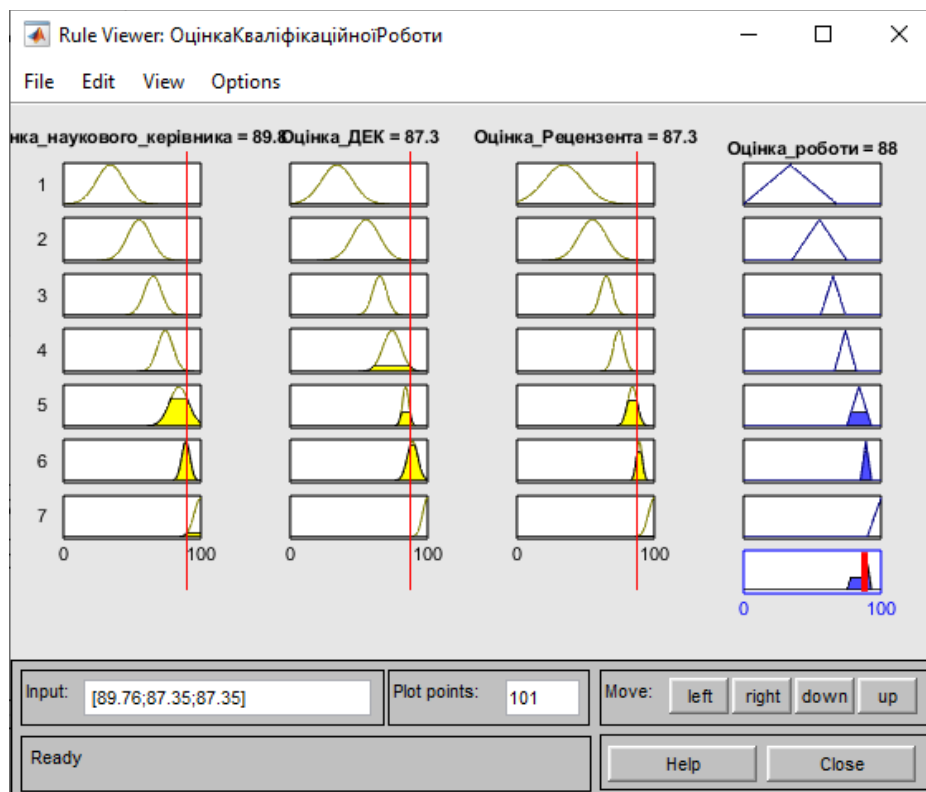


Рисунок 3.18 – Результати моделювання третьої пари

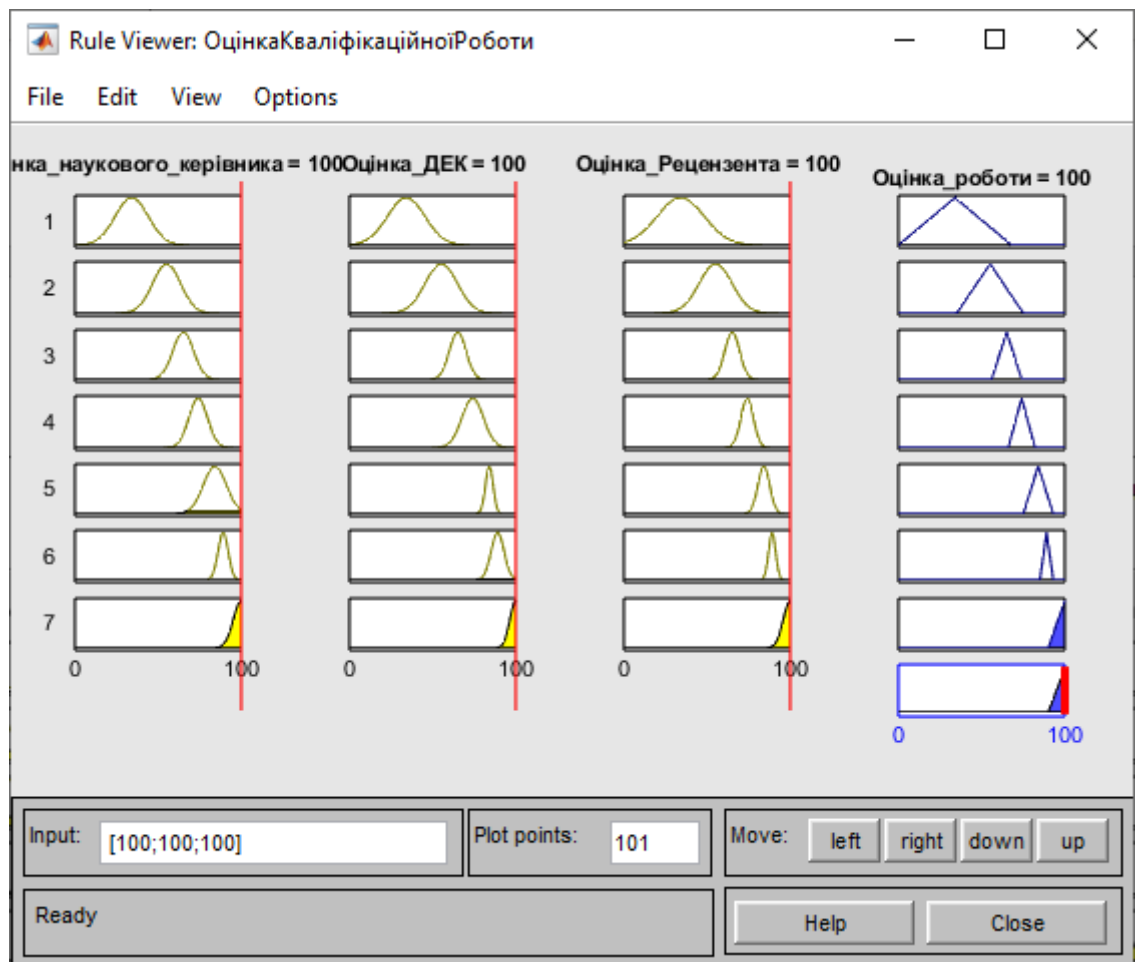


Рисунок 3.19 – Результати моделювання четвертої пари

3.3.2 Висновки з результатів моделювання

З результатів моделювання було зроблено висновок, що система працює правильно, та видає потрібні результати. Отримана система має можливість приймати на вхід як готові оцінки так і моделювати їх самостійно з введених параметрів.

Отримані дані не є повністю достовірними в деяких випадках і потребують корегування деяких критеріїв з метою покращення результатів виконання системи. Для цього необхідно запросити відповідних експертів та скорегувати відповідну вагу.

Можливим покращенням такої системи є інтеграція повноцінного юзер інтерфейсу, разом з можливістю, як вводити, так і передивлятися дані. Для цього можливо використовувати, наприклад, веб-технології.

Окрім цього існує можливість підключення розглянутих раніше інструментів, які виключають можливість людського втручання, та автоматизують оцінку деяких пунктів, що призведе до збільшення об'єктивності отриманої оцінки.

Окремо необхідно розглянути можливість підключення штучного інтелекту, який зможе автоматизувати деякі перевірки, та корегувати функції в середині системи. Штучний інтелект дуже гарно поєднується з нечіткою логікою та експертними системами, що може значно полегшити його інтеграцію.

Останнім можливим покращенням є додавання додаткових правил відносно отриманих потреб. Система містить лише початковий набір правил для її роботи, для покращення її точності необхідно доповнити її новими правилами. Створення таких правил потребує спеціальних експертів, які зможуть надати свої думки відносно кожного з показників, та ваги нових правил.

ВИСНОВОК

Проведене дослідження предметної області не виявило інформаційних систем, які дозволяють врахувати думку наукового керівника, рецензента та комісії для оцінки якості кваліфікаційної роботи.

Проведено огляд методів проектування експертних систем для вибору метода дослідження.

Розглянуто можливості застосування нечіткої логіки для побудови експертної системи нечіткого логічного виведення.

Розроблено інформаційну технологію оцінки якості кваліфікаційних робіт. Програмна реалізація цієї технології надає можливість отримувати оцінку якості кваліфікаційної роботи в балах на основі нечітких вхідних критеріїв якості.

Описані критерії якості оцінювання кваліфікаційної роботи науковим керівником, рецензентом та державною екзаменаційною комісією.

Розроблені правила нечіткого логічного виведення, які містять досвід та знання щодо оцінювання якості кваліфікаційної роботи науковим керівником, рецензентом, державною екзаменаційною комісією.

Розроблені підсистеми оцінювання для наукового керівника, рецензента, державної екзаменаційної комісії.

Проведені комп'ютерні експерименти щодо правильності роботи експертної системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. European Credit Transfer and Accumulation System [Електронний ресурс]. – Точка доступу:URL: <https://education.ec.europa.eu/education-levels/higher-education/inclusive-and-connected-higher-education/european-credit-transfer-and-accumulation-system>
2. Анкетування студентів (2019-2020 н.р.) [Електронний ресурс]. – Точка доступу:URL: <https://mon.udau.edu.ua/ua/anketuvannya/zvitnist-po-anketuvannyu/2018-2020/monitoring-ocinyuvannya-zdobuvachami-vishhoi-osviti-yakosti-provedennya-osvitnogo-procesu-v-umanskomu-nus.html>
3. RAJASEKARAN & PAI, G.A. Vijayalakshmi Pai: Neural Networks, Fuzzy Systems and Evolutionary Algorithms: Prentice Hall of India; 2nd edition – 576 с.
4. Andreas Meier, Edy Portmann: Applying Fuzzy Logic for the Digital Economy and Society (Fuzzy Management Methods): Springer; 1st ed. 2019 edition (March 8, 2019) – 218 с.
5. Marek J. Patyra, Daniel M. Mlynek: Fuzzy logic: Implementation and applications Teubner: Springer; 1st ed. 2019 edition (January 1, 1996) – 317 с.
6. Mehdi Rahmani-Andebili: Applications of Fuzzy Logic in Planning and Operation of Smart Grids (Power Systems): Springer; 1st ed. 2021 edition (May 25, 2021) – 236 с.
7. Adrian A. Hopgood: Intelligent Systems for Engineers and Scientists: CRC Press 3rd edition (September 10, 2018) – 451 с.
8. A.K. Bhargava: Fuzzy Set Theory Fuzzy Logic and Their Applications: S Chand & Co Ltd (December 1, 2013) – 379 с.

9. M.K. Hasan: Fuzzy Sets and Fuzzy Logic with Applications: Imprecision, Uncertainty and Vagueness Scholars' Press; Illustrated edition (May 17, 2019) – 328 c.
10. Bo Klir, George J.; Yuan: Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications : Prentice Hall Press; First Edition (January 1, 1995) – 574 c.
11. Peter JACKSON: Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Introduction to expert systems : Addison Wesley; 2nd edition (January 1, 1990) – 352 c.
12. Sven Hartmann, Josef Küng: Database and Expert Systems Applications: Springer; 1st ed. 2019 edition (August 6, 2019) – 251 c.
13. A.V. Senthil Kumar, M. Kalpana: Fuzzy Expert Systems and Applications: IGI Global; 1st edition (July 26, 2019) – 377 c.
14. Carl Townsend: Mastering expert systems: H.W. Sams; First Edition (January 1, 1987) – 257 c.
15. Dennis Merritt: Expert Systems Independently: (May 22, 2017) – 239 c.
16. Aleksandar S. Jovanovic: Expert Systems in Structural Safety Assessment: Springer; Softcover reprint of the original 1st ed. 1989 edition (September 28, 1989) – 502 c.
17. M. Arockiasamy: Expert Systems: Applications for Structural, Transportation, and Environmental Engineering: CRC Press; 1st edition (January 30, 1993) – 170 c.
18. K. V. Adeli, Hojjat: Expert systems for structural design: A new generation Prentice-Hall: First Edition (January 1, 1988) – 300 c.
19. K. V. Adeli, Hojjat: Advances in Structural Engineering: Materials, Volume Three: Springer; 2015th edition (January 2, 2015)– 1093c.
20. Інформаційні технології [Електронний ресурс]. – Точка доступу: URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Інформаційні_технології
21. Категорії інформаційних технологій [Електронний ресурс]. – Точка доступу: URL: <https://mozok.click/642-nformacyн-tehnologyi.html>
22. Allen, T., M.S. Morton: Information Technology and the Corporation of the 1990s: Springer; 2013th edition (January 2, 1994)– 527c.

23. Webster, Frank, Robins, Kevin: *Information Technology —A Luddite Analysis*: Norwood, NJ: Ablex (1986)– 662c.
24. Adelman, C.: *A Parallel Post-secondary Universe: The Certification System in Information Technology* - 319c.
25. Gleick, James: *The Information: A History, a Theory, a Flood* New York: Pantheon Books(2011) - 825c.

ДОДАТОК

```
1 [System]
2 Name='ОцінкаКваліфікаційноїРоботи'
3 Type='mamdani'
4 Version=2.0
5 NumInputs=3
6 NumOutputs=1
7 NumRules=7
8 AndMethod='min'
9 OrMethod='max'
10 ImpMethod='min'
11 AggMethod='max'
12 DefuzzMethod='centroid'
13
14 [Input1]
15 Name='Оцінка_наукового_керівника'
16 Range=[0 100]
17 NumMFs=7
18 MF1='F': 'gaussmf', [9.98755288974007 34]
19 MF2='FX': 'gaussmf', [8.37207341301644 55]
20 MF3='E': 'gaussmf', [6.19147079546894 65]
21 MF4='D': 'gaussmf', [5.58443817490841 74]
22 MF5='C': 'gaussmf', [6.93994791014064 84]
23 MF6='B': 'gaussmf', [3.02337606162667 89]
24 MF7='A': 'gaussmf', [4.81304181350572 100]
25
26 [Input2]
27 Name='Оцінка_ДЕК'
28 Range=[0 100]
29 NumMFs=7
30 MF1='F': 'gaussmf', [11.2972241315103 34]
31 MF2='FX': 'gaussmf', [9.701193272727 55.1]
32 MF3='E': 'gaussmf', [5 65]
33 MF4='D': 'gaussmf', [6.46453724937805 74]
34 MF5='C': 'gaussmf', [2.29323434433975 84]
35 MF6='B': 'gaussmf', [3.87466236877734 89]
36 MF7='A': 'gaussmf', [3.56885413382397 100]
37
```

```

37
38 [Input3]
39 Name='Оцінка_глибини_обґрунтування_рішення'
40 Range=[0 100]
41 NumMFs=7
42 MF1='F':'gaussmf',[14.2413650830099 34]
43 MF2='FX':'gaussmf',[9.87819534105224 55]
44 MF3='E':'gaussmf',[4.41686626287024 65]
45 MF4='D':'gaussmf',[3.75089843643004 74]
46 MF5='C':'gaussmf',[3.53480268153794 84]
47 MF6='B':'gaussmf',[2.08434178127737 89]
48 MF7='A':'gaussmf',[4.2236897547091 100]
49
50 [Output1]
51 Name='Оцінка_роботи'
52 Range=[0 100]
53 NumMFs=7
54 MF1='F':'trimf',[0 34 68]
55 MF2='FX':'trimf',[35 55 75]
56 MF3='E':'trimf',[56 65 74]
57 MF4='D':'trimf',[66 74 82]
58 MF5='C':'trimf',[75 84 93]
59 MF6='B':'trimf',[85 89 93]
60 MF7='A':'trimf',[90 100 113]
61
62 [Rules]
63 1 1 1, 1 (1) : 1
64 2 2 2, 2 (1) : 1
65 3 3 3, 3 (1) : 1
66 4 4 4, 4 (1) : 1
67 5 5 5, 5 (1) : 1
68 6 6 6, 6 (1) : 1
69 7 7 7, 7 (1) : 1
70

```

```

1 [(System]
2 Name='ОцінкаРецензента1'
3 Type='mamdani'
4 Version=2.0
5 NumInputs=8
6 NumOutputs=1
7 NumRules=7
8 AndMethod='min'
9 OrMethod='max'
10 ImpMethod='min'
11 AggMethod='max'
12 DefuzzMethod='centroid'
13
14 [Input1]
15 Name='Оцінка_актуальності_роботи'
16 Range=[0 100]
17 NumMFs=7
18 MF1='F':'gaussmf',[9.98755288974007 34]
19 MF2='FX':'gaussmf',[8.37207341301644 55]
20 MF3='E':'gaussmf',[6.19147079546894 65]
21 MF4='D':'gaussmf',[5.58443817490841 74]
22 MF5='C':'gaussmf',[6.93994791014064 84]
23 MF6='B':'gaussmf',[3.02337606162667 89]
24 MF7='A':'gaussmf',[4.81304181350572 100]
25
26 [Input2]
27 Name='Оцінка_якості_обзори_літератури'
28 Range=[0 100]
29 NumMFs=7
30 MF1='F':'gaussmf',[11.2972241315103 34]
31 MF2='FX':'gaussmf',[9.701193272727 55.1]
32 MF3='E':'gaussmf',[5 65]
33 MF4='D':'gaussmf',[6.46453724937805 74]
34 MF5='C':'gaussmf',[2.29323434433975 84]
35 MF6='B':'gaussmf',[3.87466236877734 89]
36 MF7='A':'gaussmf',[3.56885413382397 100]
37

```

```
37
38 [Input3]
39 Name='Оцінка_глибини_обґрунтування_рішення'
40 Range=[0 100]
41 NumMFs=7
42 MF1='F': 'gaussmf', [14.2413650830099 34]
43 MF2='FX': 'gaussmf', [9.87819534105224 55]
44 MF3='E': 'gaussmf', [4.41686626287024 65]
45 MF4='D': 'gaussmf', [3.75089843643004 74]
46 MF5='C': 'gaussmf', [3.53480268153794 84]
47 MF6='B': 'gaussmf', [2.08434178127737 89]
48 MF7='A': 'gaussmf', [4.2236897547091 100]
49
50 [Input4]
51 Name='Оцінка_можливості_практичного_використання'
52 Range=[0 100]
53 NumMFs=7
54 MF1='F': 'gaussmf', [9.20175014467791 34]
55 MF2='FX': 'gaussmf', [9.89784040967881 55]
56 MF3='E': 'gaussmf', [6.1849224392601 65]
57 MF4='D': 'gaussmf', [5.08938244551927 74]
58 MF5='C': 'gaussmf', [5 84]
59 MF6='B': 'gaussmf', [1.91015550612195 89]
60 MF7='A': 'gaussmf', [2.7175678266733 100]
61
62 [Input5]
63 Name='Оцінка_дотримання_стандартів'
64 Range=[0 100]
65 NumMFs=7
66 MF1='F': 'gaussmf', [11.7556090661299 34]
67 MF2='FX': 'gaussmf', [8 55]
68 MF3='E': 'gaussmf', [5.92298819090604 65]
69 MF4='D': 'gaussmf', [3 73.922898997687]
70 MF5='C': 'gaussmf', [5.67 84.022898997687]
71 MF6='B': 'gaussmf', [4.33304730339694 89]
72 MF7='A': 'gaussmf', [3.50337057173545 100]
73
```

```
73
74 [Input6]
75 Name='Оцінка_якості_графічних_матеріалів'
76 Range=[0 100]
77 NumMFs=7
78 MF1='F': 'gausmf', [10.51 34]
79 MF2='FX': 'gausmf', [8.39171848164301 55]
80 MF3='E': 'gausmf', [6.05395531508307 65]
81 MF4='D': 'gausmf', [4.01283268478409 74]
82 MF5='C': 'gausmf', [5.63 84]
83 MF6='B': 'gausmf', [3.48176099624627 89]
84 MF7='A': 'gausmf', [5 100]
85
86 [Input7]
87 Name='Оцінка_науково-технічного_рівня_розробки'
88 Range=[0 100]
89 NumMFs=7
90 MF1='F': 'gausmf', [8.47881161922071 34]
91 MF2='FX': 'gausmf', [7.4749486124038 55]
92 MF3='E': 'gausmf', [7.6255608052074 65]
93 MF4='D': 'gausmf', [5.48228381805035 74]
94 MF5='C': 'gausmf', [2.35871790642826 84]
95 MF6='B': 'gausmf', [2.2375733165645 89]
96 MF7='A': 'gausmf', [5 100]
97
98 [Input8]
99 Name='Оцінка_грамотності_викладу'
100 Range=[0 100]
101 NumMFs=7
102 MF1='F': 'gausmf', [12.8662102791511 34]
103 MF2='FX': 'gausmf', [8 55]
104 MF3='E': 'gausmf', [7.03620874641078 65]
105 MF4='D': 'gausmf', [4.14379980896112 74]
106 MF5='C': 'gausmf', [5.894830259208 84]
107 MF6='B': 'gausmf', [3.80917880668884 89]
108 MF7='A': 'gausmf', [6.58109798989559 100]
109
```

```
109
110 [Output1]
111 Name='Кінцева_оцінка_рецензенту'
112 Range=[0 100]
113 NumMFs=7
114 MF1='F':'trimf',[0 34 68]
115 MF2='FX':'trimf',[35 55 75]
116 MF3='E':'trimf',[56 65 74]
117 MF4='D':'trimf',[66 74 82]
118 MF5='C':'trimf',[75 84 93]
119 MF6='B':'trimf',[85 89 93]
120 MF7='A':'trimf',[90 100 113]
121
122 [Rules]
123 1 1 1 1 1 1 1 1, 1 (1) : 1
124 2 2 2 2 2 2 2 2, 2 (1) : 1
125 3 3 3 3 3 3 3 3, 3 (1) : 1
126 4 4 4 4 4 4 4 4, 4 (1) : 1
127 5 5 5 5 5 5 5 5, 5 (1) : 1
128 6 6 6 6 6 6 6 6, 6 (1) : 1
129 7 7 7 7 7 7 7 7, 7 (1) : 1
130
```