

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ЦЕНТР ЗАОЧНОЇ, ДИСТАНЦІЙНОЇ ТА ВЕЧІРНЬОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ**  
**КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК**

# **КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

**на тему:**

**«Інформаційна система підготовки вхідних даних  
для організації людино-машинної взаємодії в  
системах електронного навчання»**

**Завідувач  
випускаючої кафедри**

**Довбиш А.С.**

**Керівник роботи**

**Ободяк В.К.**

**Студента групи ІНмз – 92 с**

**Барченко Н.Л.**

**Суми 2021**

Сумський державний університет  
Факультет ЦЗДВН Кафедра Комп'ютерних наук  
Спеціальність 122 – Комп'ютерні науки

Затверджую:

зав. кафедрою комп'ютерних наук

\_\_\_\_\_ А.С. Довбиш

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**

**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТОВІ**

Барченко Наталія Леонідівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Інформаційна система підготовки вхідних даних для організації людино-машинної взаємодії в системах електронного навчання затверджую наказом по інституту від “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.  
№ \_\_\_\_\_

2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи)

\_\_\_\_\_

3. Вхідні данні до проекту (роботи)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ п/п	Назва етапів випускної проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

\_\_\_\_\_  
(підпис)**Ободяк В.К.**\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>7</b>
<b>1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ.....</b>	<b>8</b>
1.1 Системи електронного навчання.....	8
1.2 Аналіз особливостей системи електронного навчання та студента...	12
<b>2 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДГОТОВКИ ВХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ЛЮДИНО-МАШИНОЇ ВЗАЄМОДІЇ.....</b>	<b>15</b>
2.1 Змістовний аналіз завдання підготовки вхідних даних та вибір методу дослідження.....	15
2.2 Штучні нейронні мережі.....	16
2.3 Системи нечіткого логічного виведення.....	19
<b>3 РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОГО І ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....</b>	<b>22</b>
3.1 Основні функції розробленої системи.....	22
3.2 Формування вхідного математичного опису системи.....	23
3.2 Програмна реалізація системи.....	24
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>31</b>
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>32</b>
Додаток А. Сценарій для навчання штучної нейронної мережі.....	36
Додаток Б. Структура FIS.....	37

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ**

БД – база даних

СЕН – система електронного навчання

ФК – функціональний комфорт

СК - самоконтроль

ПФХ – психофізіологічні характеристики

## Реферат

**Записка:** 38 стор., 18 рис., 3 табл., 2 додатки, 28 джерел

**Об'єкт дослідження** – інтелектуальний аналіз результатів людино-машинної взаємодії в системі електронного навчання.

**Мета роботи** – розробка інформаційної системи підготовки вхідних даних для організації людино-машинної взаємодії.

**Методи дослідження** – апарат штучних нейронних мереж та нечіткої логіки.

**Результати** – розроблено алгоритм та програмне забезпечення інформаційної системи підготовки вхідних даних для організації людино-машинної взаємодії. На першому етапі запропоновано використовувати штучні нейронні мережі для обчислення показників якості навчально-пізнавальної діяльності студента. На другому етапі запропоновано використовувати систему нечіткого логічного виведення для оцінки діяльності студента з урахуванням способу організації людино-машинної взаємодії.

ШТУЧНІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ, СИСТЕМИ НЕЧІТКОГО ЛОГІЧНОГО  
ВИВЕДЕННЯ, БАГАТОШАРОВИЙ ПЕРСЕПТРОН, СИСТЕМА МАМДАНІ

## ВСТУП

Розвиток інформаційних технологій викликав широке запровадження систем електронного навчання (СЕН). Традиційні технології навчання замінюються технологіями типу «online-навчання» і «blended-навчання». сучасні СЕН вимагають нових підходів для організації ефективної людино-комп'ютерної взаємодії. Питання оцінки та оптимізації діяльності студентів в системах електронного навчання залишаються відкритими. Таким чином, вибір теми обумовлений потребами підвищення ефективності модульних систем електронного навчання як специфічних систем «людина – техніка – середовище».

Підвищення ефективності інформаційних технологій навчання пов'язане з розвитком і застосуванням методів і засобів побудови СЕН на основі технологій, які адаптуються до індивідуальних параметрів студентів [14].

Задача оптимізації діяльності студентів вимагає підготовки вхідних даних з врахуванням індивідуальних параметрів студентів та результатів їх попередньої діяльності в СЕН. Тому актуальним є питання формування вхідних даних для оцінювання та оптимізації людино-комп'ютерної взаємодії.

# 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

## 1.1 Системи електронного навчання

Підходи щодо формалізації та візуалізації формалізації структури та процесів функціонування систем електронного навчання (СЕН) [1, 2, 4] наведені на рис. 1.1 – 1.4.

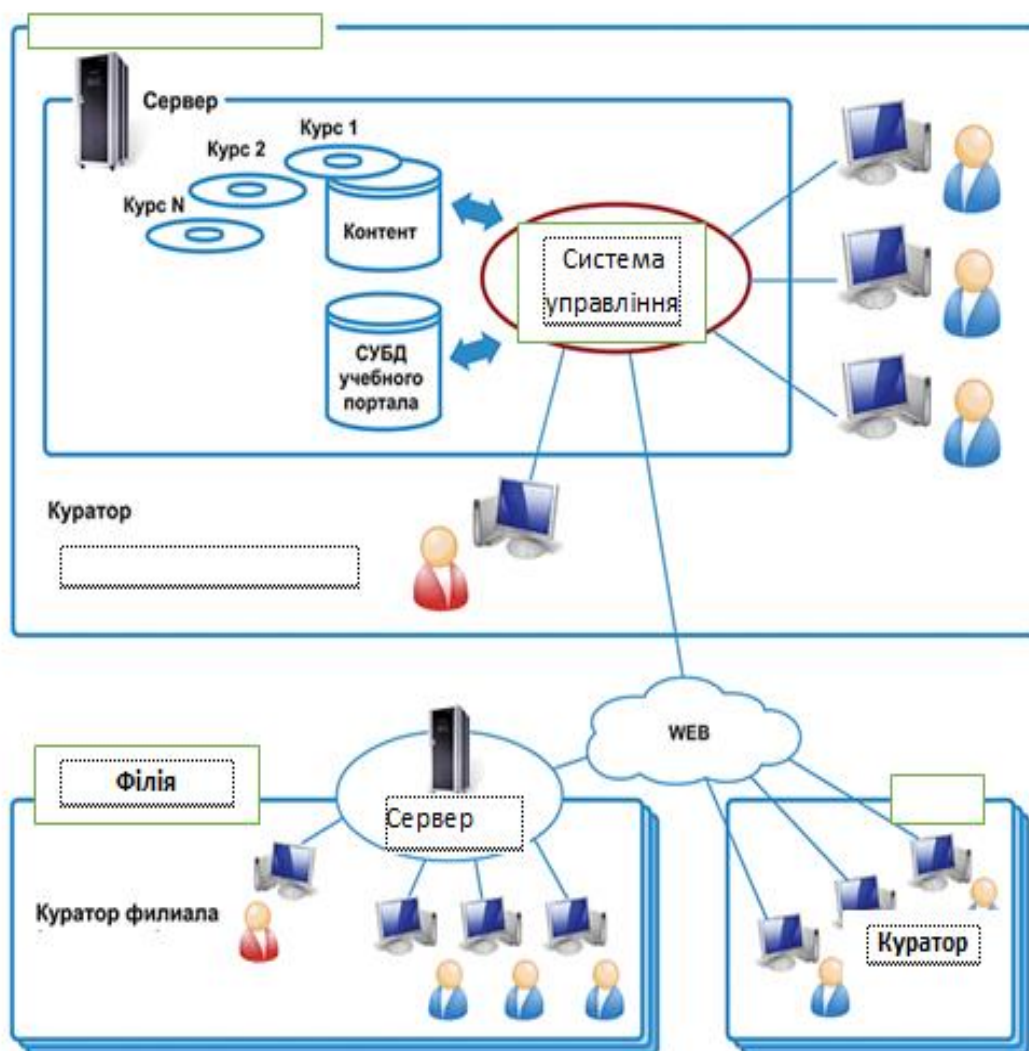


Рис. 1.1. Структура корпоративної СЕН [2]





Рис. 1.2. Структура СЕН з варіативами для доступом до матеріалів навчання

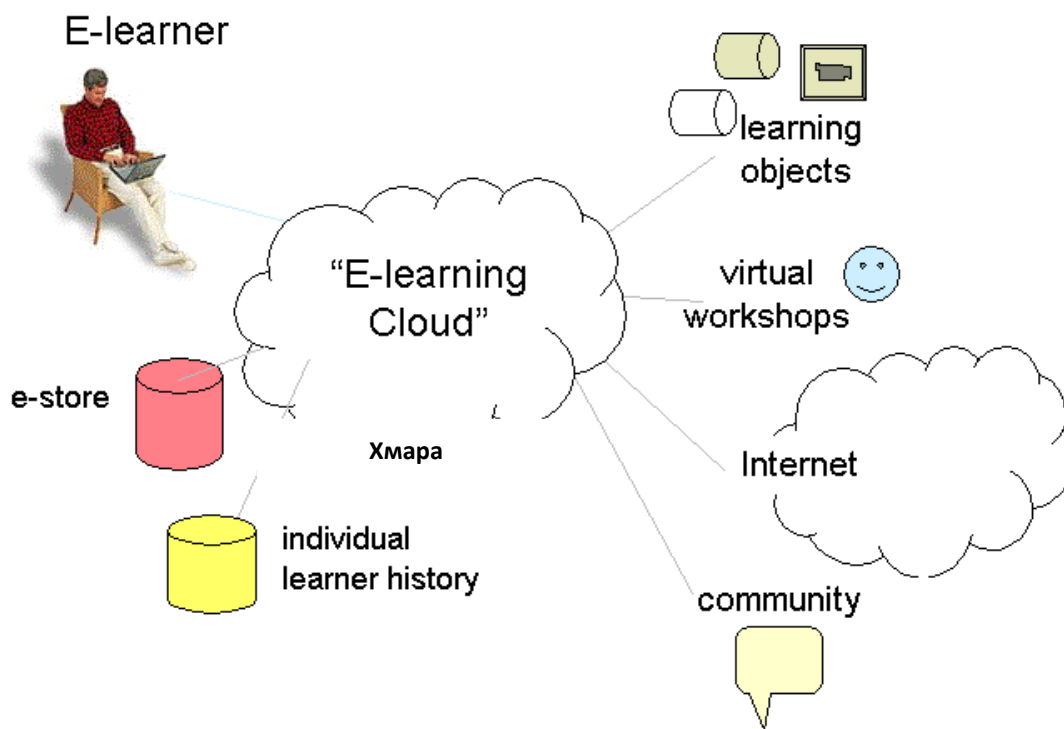


Рис. 1.3. Хмарні технології навчання

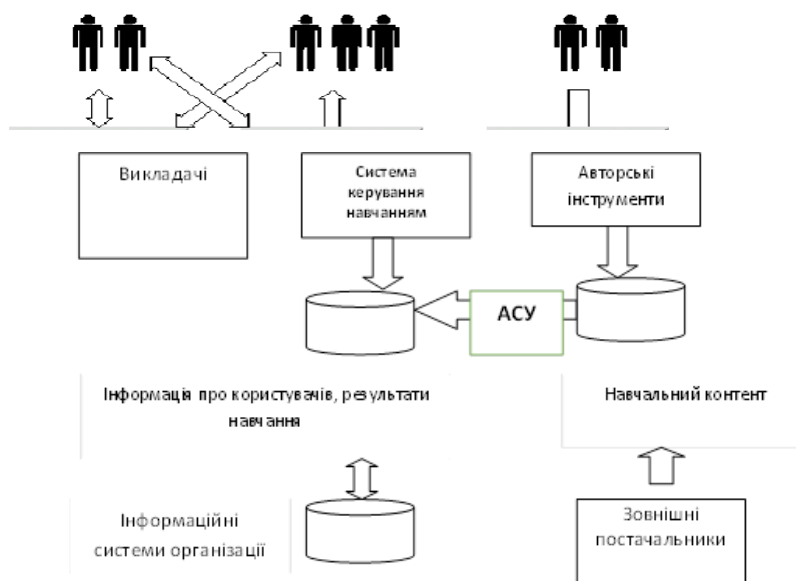


Рис. 1.4. Принципова структура інформаційного забезпечення електронного навчання

Незважаючи на велику кількість підходів і різних варіацій структур в узагальненому виді, структуру ієрархічної людино-машинної системи електронного навчання (СЕН) можна укрупнено представити таким чином (рис. 1.5).

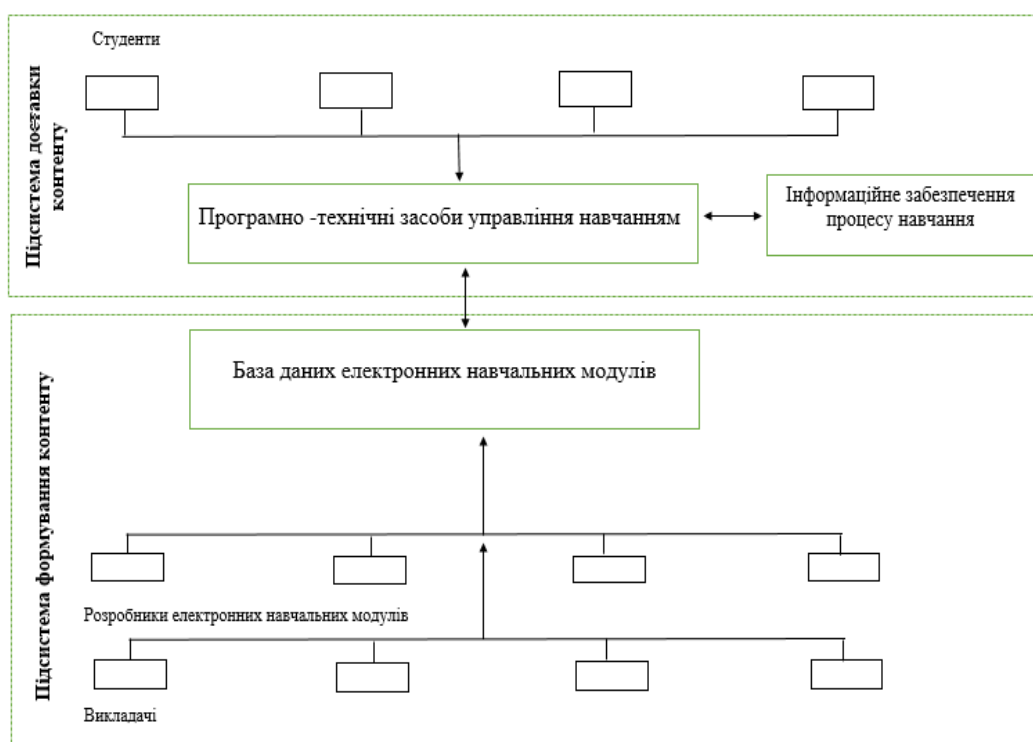


Рис. 1.5. Узагальнена схема модульної СЕН

Електронне навчання (e-learning) - це усі форми навчання за допомогою комп'ютерів, які мають методичний характер і спрямовані на формування в суб'єкта навчання системи знань з урахуванням його індивідуального досвіду, практики та підготовки [7, 8]. При тому інформаційні й телекомунікаційні системи, передусім інтернет і мультимедіа, використовуються як основна платформа реалізації процесу навчання [14].

У [14] наведено основні розвитку електронного навчання (рис.1.6).

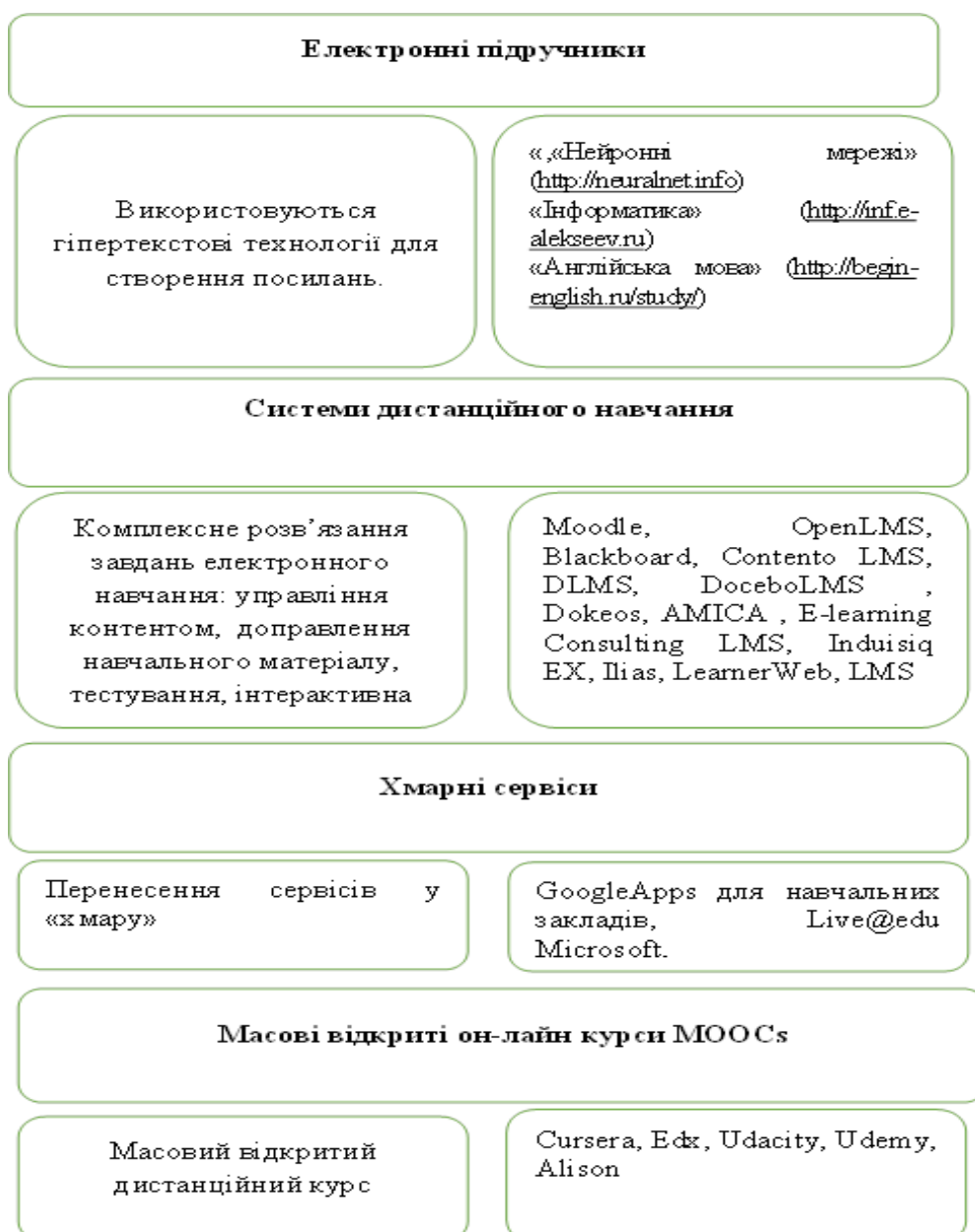


Рис. 1.6. Основні етапи історії електронного навчання

Застосування мобільних пристроїв набуває більшого поширення та має низку особливостей [20]:

1. Виділення електронних навчальних об'єктів.
2. Навчання «у будь-якому місці у будь-який час» [20].
3. Технічні показники пристроїв.

Та є суттєві труднощі щодо якості електронних матеріалів та здатності адаптувати контент під потреби студента.

## 1.2 Аналіз особливостей системи електронного навчання та студента

Технології організації електронного навчання залежать від використаних стандартів та визначаються особливостями СЕН. Приклади СЕН наведені в табл.1.1. SCORM – це найбільш вживаний стандарт щодо СЕН.

Таблиця 1.1 Приклади систем електронного навчання

Стандарт	СЕН	Репозиторії
SCORM	Blackboard, Contento LMS, DLMS, DoceboLMS, Dokeos, AMICA, E-learning Consulting LMS, Induisiq EX, Ilias, LearnerWeb, Learning Space, Moodle, TrainCaster LMS, TinyLMS, WebCT	IntraLibrary, Courseware Repository, E-learning Repository
IMS	A-tutor, Claroline, Learning Space, OpenLMS	COL Learning Repository, E-learning Repository, Iconex Project, SeSDL
IEEE-LOM	-	-
Dublin Core	-	-
ARIADNE	-	Ariadne Knowledge

*Особливості організації навчання в модульних СЕН.* В СЕН навчальний матеріал представлений у вигляді послідовності окремих ЕНМ. Кожен модуль може бути поділений на частини (підмодулі), в залежності від виділених рівнів складності навчального матеріалу. Індивідуальна траєкторія

навчання – послідовність ЕНМ та процедур самоконтролю (СК). Різні варіанти організації навчання досягаються за рахунок використання різних типів СК (рис.1.7). СК являє собою тестову процедуру, яку виконує студент після вивчення частини модуля. Система не враховує результати СК в підсумковій оцінці. Вони відображають поточні результати навчання. Різні типи СК (СК та повторне вивчення матеріалу, СК та додаткове вивчення лише проблемних моментів навчального матеріалу тощо) забезпечують різний рівень якості підготовки до підсумкового тесту та потребують виділення різного резерву часу.

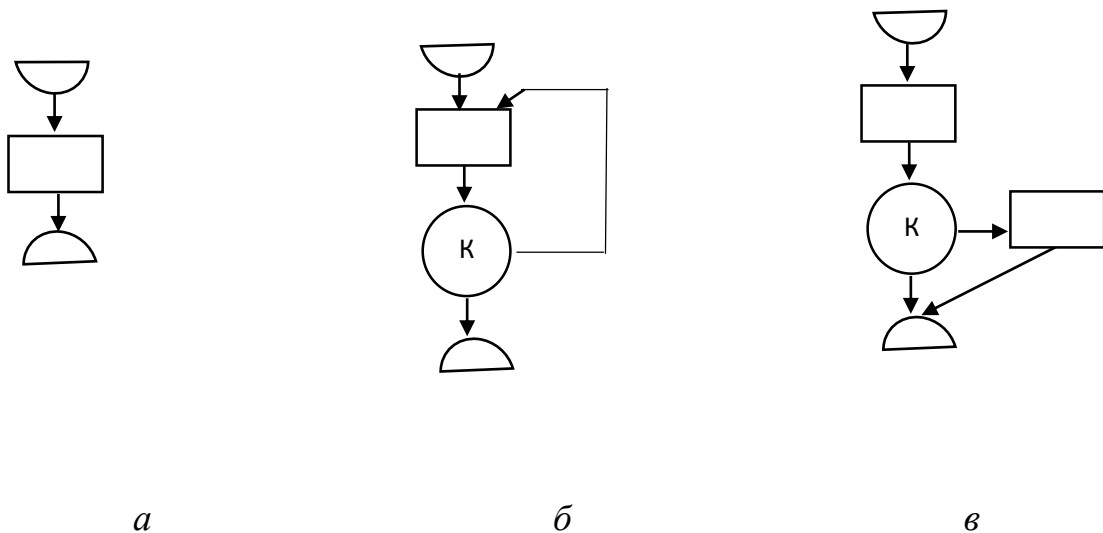


Рис. 1.7 Можливі варіанти СК: *а* – вивчення навчального матеріалу без СК результатів навчання; *б* – вивчення навчального матеріалу та проведення контрольної процедури з подальшим повторним вивченням теми у випадку низького рівня результату тестування; *в* – вивчення навчального матеріалу та проведення контрольної процедури з подальшим вивченням лише проблемних частин теми.

В таких системах адаптація навчального матеріалу до індивідуальних потреб студента може бути досягнута за рахунок вибору оптимального способу організації діалогу з врахуванням обмеження за часом, поділом модуля на підмодулі (з можливістю СК окремих підмодулів) та виділенням

рівнів складності.

*Особливості студента.* Можливість застосування адаптивних алгоритмів навчання полягає в врахуванні індивідуальних особливостей студента. Вплив психофізіологічних характеристик і функціонального стану студента розглянуто в роботах [5, 6].

Гіпотетично існує індивідуальний оптимальний набір методичних впливів, що сприяють найбільш ефективній навчальній діяльності [7, 12].

Параметри, які впливають на процес формування адаптивного навчального контенту, виділяють в модель студента [12].

Побудова адаптивного навчання може базуватись на використанні стилів навчання. Основна проблема: як співвіднести визначені параметри студента, щодо стиля навчання, та які мають бути дії СЕН для представлення навчального матеріалу.

В роботі [14] модель студента містить такі найменування:

- результати вхідного контролю;
- когнітивний комфорт;
- мотивація;
- рівень складності модуля;
- психофізіологічний стан студента.

## 2 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДГОТОВКИ ВХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ЛЮДИНО-МАШИНОЇ ВЗАЄМОДІЇ

### 2.1 Змістовний аналіз завдання підготовки вхідних даних та вибір методу дослідження

Метою розробки інформаційної системи є отримання показників якості діяльності студента в СЕН [13, 14]. До них можна віднести оцінку якості навчально-пізнавальної діяльності та час навчання. Параметрами, що визначають показники якості, є: мотивація, вхідний контроль, когнітивний комфорт, функціональний стан студента. Отримані дані надходять до програмного інтелектуального агента (рис.2.1) для розрахунку оптимальної траєкторії навчання [14].

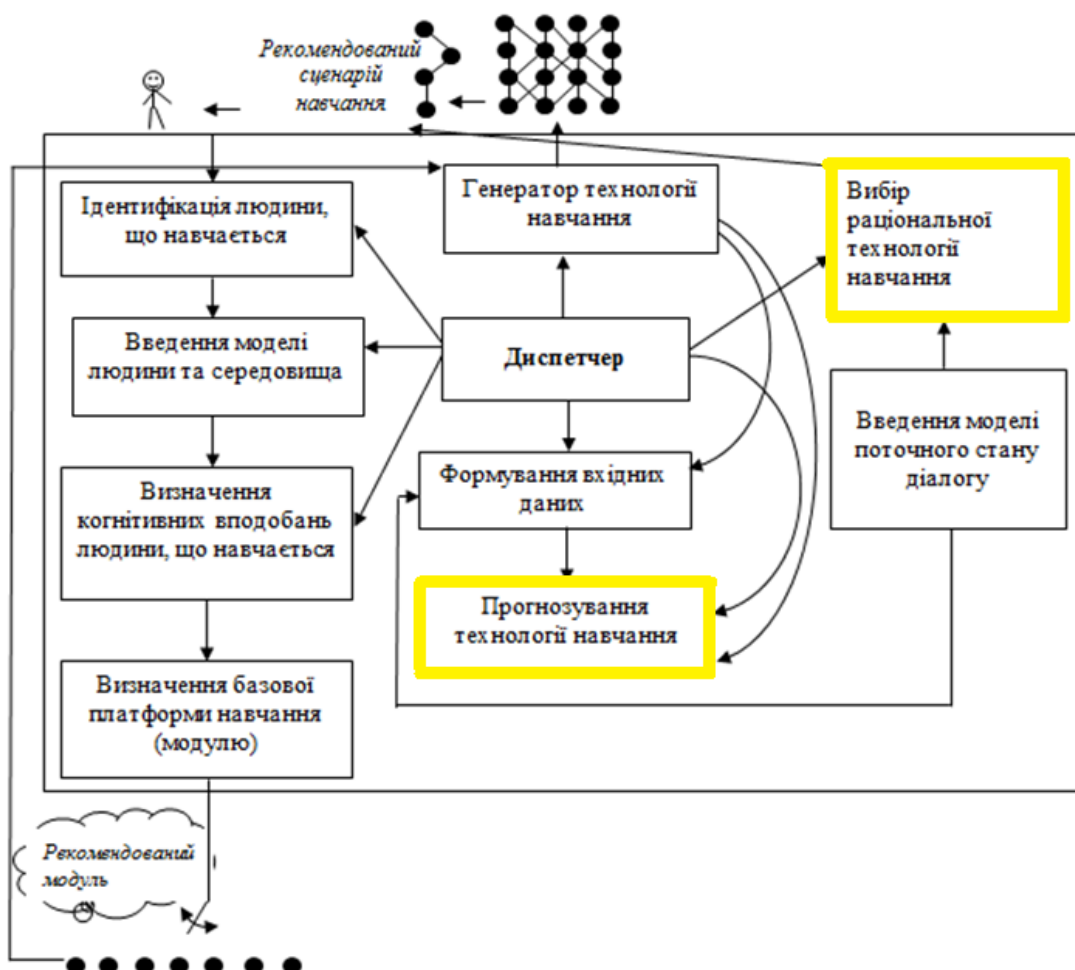


Рис.2.1 Схема програмного агента-менеджера СЕН

Комплекс інформаційно-програмних засобів, що реалізує вищезазначену технологію, містить програмні модулі «Оцінка параметрів ЕНМ», «Оцінка параметрів студента», «Визначення вподобань студента», «Оцінка ступені відповідності (СВП)». Для оптимізації людино-машинної взаємодії необхідно розробити модуль «Формування вхідних даних» (рис.2.1).

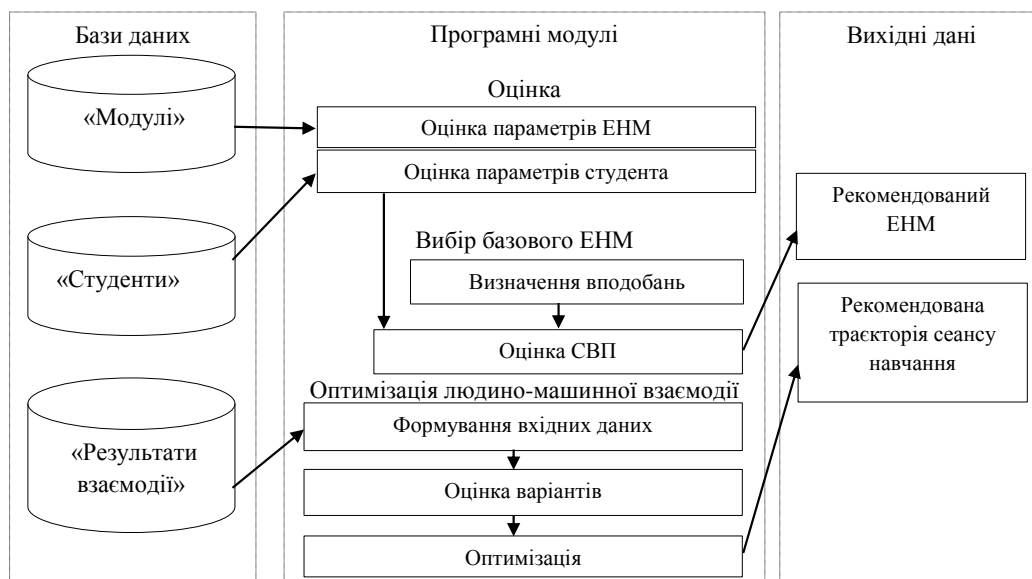


Рис. 2.2 Комплекс інформаційно-програмних засобів для організації людино-комп'ютерної взаємодії в СЕН

Результати навчання, зібрані в базі даних, можуть бути використані для отримання значень, що відсутні у таблиці. Маємо задачу апроксимації, яка може бути вирішена наступними методами:

- визначення найближчого фіксованого значення;
- метод лінійної або нелінійної регресії;
- метод інтерполяції.

Лінійна регресія видає значні помилки, що обумовлені нелінійністю залежності. Нелінійна регресія характеризується великим обсягом часу для обчислення. Інтерполяція на нелінійних ділянках дає недопустиму помилку [27]. Невелика помилка найближчого середнього притаманна тільки для



точок, близьких до табличних. Подолати вищезазначені проблеми може використання штучних нейронних мереж (ШНМ) [16]. Для вирішення таких завдань можуть бути застосовані ШНМ прямого поширення.

## 2.2 Штучні нейронні мережі

ШНМ – це обчислювальні структури, які базуються на спрощених моделях біологічних НМ. На рис.2.3 наведені основні типи архітектур ШНМ.

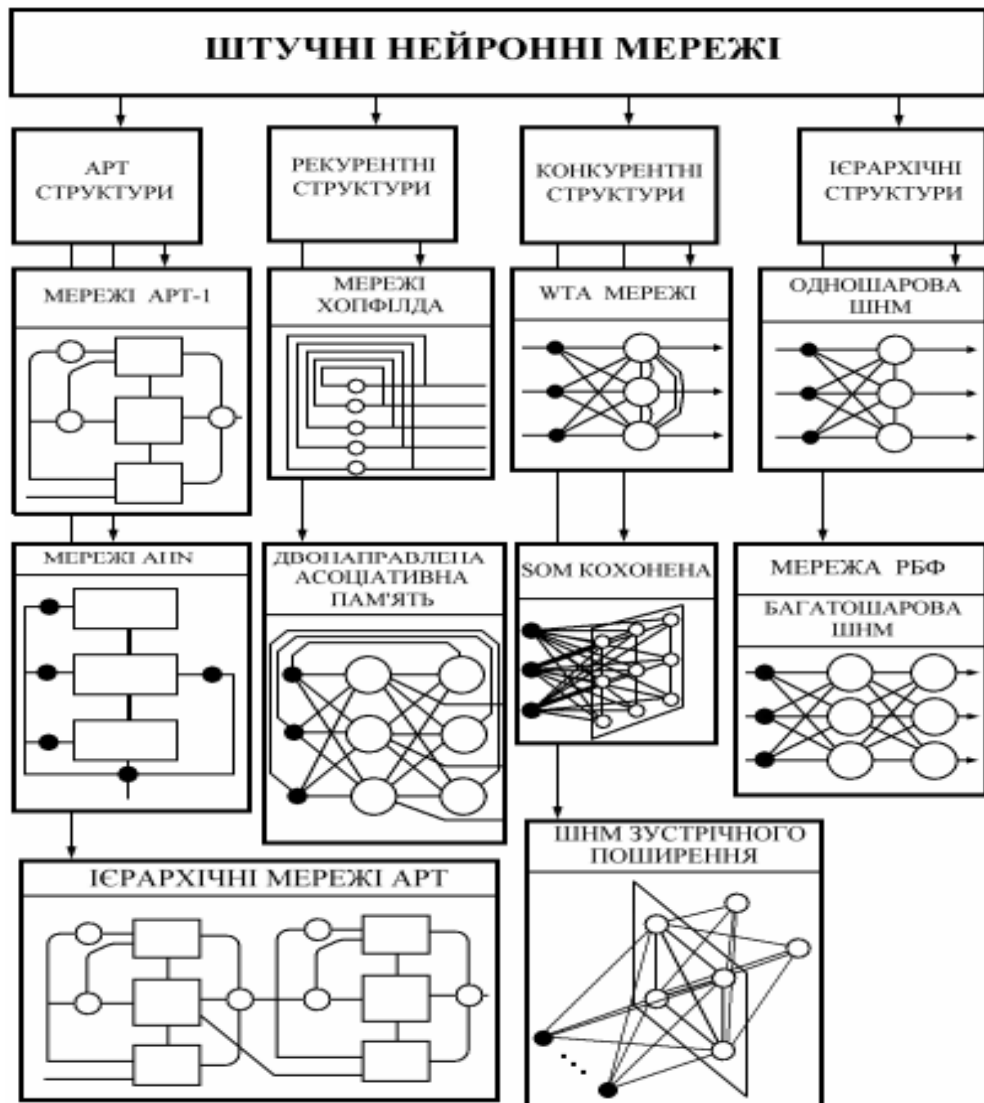


Рис.2.3 Нейронні структури

За міжнейронними зв'язками виділяють такі типи (рис.2.4):

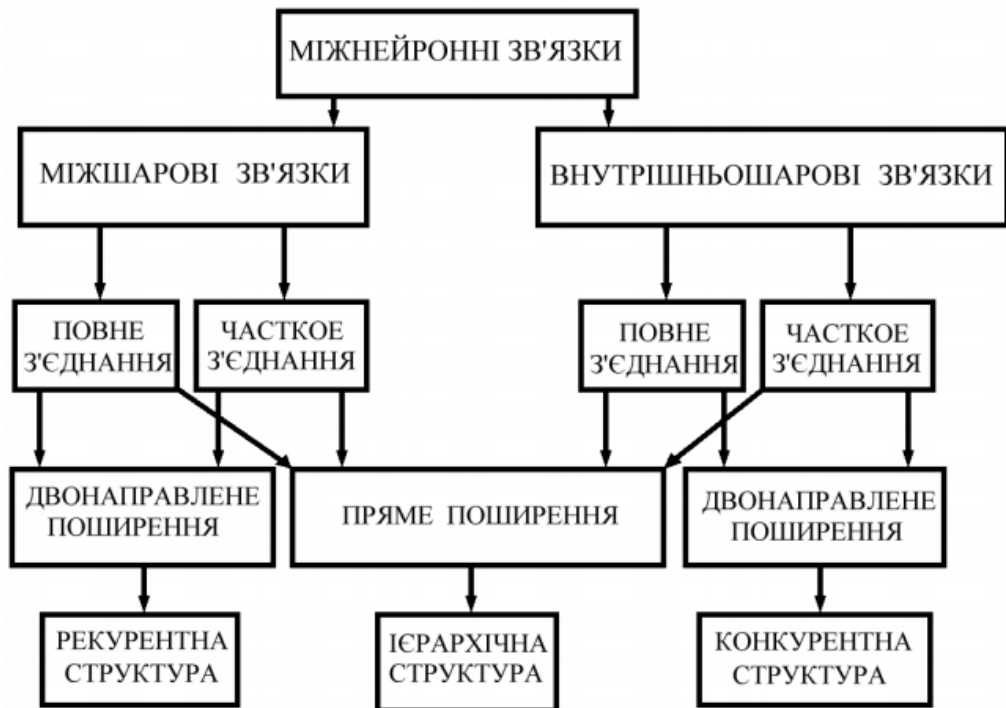


Рис. 2.3 Класифікація НМ за типами зв'язку

Багатошарові ШНМ прямого поширення поширюють сигнал через один або декілька прихованих шарів до виходу.

Схема такої мережі наведена на рис. 2.4.

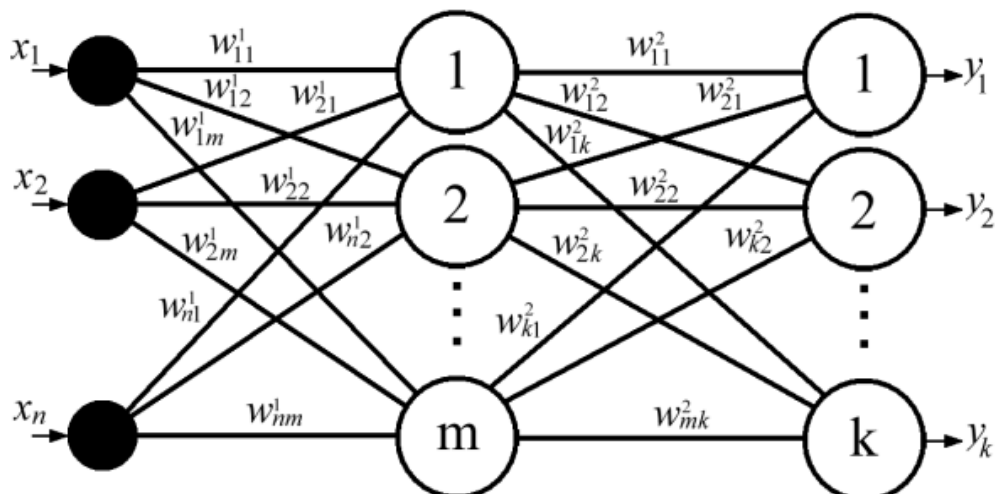


Рис. 2.4 Схема багатошарової ШНМ прямого поширення

Вхідний вектор сигналів  $X$  передається спочатку на  $m$  нейронів першого шару, потім на  $k$  нейронів другого вихідного шару.

Роботу даної ШНМ можна описати наступними рівняннями [16]:

$$\tilde{y} = \varphi[s(x)], \quad (2.1)$$

$$s(x) = v_0 + \sum_{j=1}^m v_j h_j, \quad (2.2)$$

$$h_j = f(t_j) = f\left(w_{0j} + \sum_{i=1}^n w_{ij} x_i\right), \quad (2.3)$$

$$t_j = w_{0j} + \sum_{i=1}^n w_{ij} x_i. \quad (2.4)$$

де  $i, j$  — індекси елемента вхідного вектора та нейрона прихованого шару відповідно;  $x_i$  — елемент вхідного вектора;  $t_j$  — аргумент активаційної функції нейрона прихованого шару;  $h_j$  — елемент вихідного вектора прихованого шару;  $s$  — аргумент активаційної функції нейрона вихідного шару;  $\tilde{y}$  — вихідний вектор ШНМ;  $f(t)$  — активаційна функція нейронів прихованого шару;  $\varphi(s)$  — активаційна функція нейронів вихідного шару.

Для навчання використовують метод зворотного поширення, який полягає в мінімізації цільової функції:

Нехай надано навчальну вибірку:

$$\Psi = \left\{ \left( X^{(n)}, y^{(n)} \right) \right\}_{n=1}^N,$$

яка містить  $N$  пар вхідних  $X^{(n)}$  і вихідних  $y^{(n)}$  векторів. Множина параметрів  $W = \{w, v\}$ , яка складається з параметрів нейронів прихованого шару  $w$  і параметрів вихідного шару  $v$ . Метод зворотного поширення полягає в мінімізації цільової функції:

$$E = \frac{1}{2N} \sum_{n=1}^N \left[ y^{(n)} - \tilde{y}^{(n)}(x) \right]^2.$$

### 2.3 Системи нечіткого логічного виведення

Нечітка множина визначається за допомогою «функції приналежності» [24], яка відповідає поняттю «характеристична функція» в класичній логіці. Прикметник «fuzzy» (нечіткий, розмитий), введено в назву нової теорії з метою відокремлення від традиційної чіткої математики й аристотелевої логіки, що оперують з чіткими поняттями:

- «належить – не належить»;
- «істина – хибність».

Механізм нечіткого виведення в своїй основі має базу знань, що формується фахівцями предметної області у вигляді сукупності нечітких предикативних правил вигляду [24, 25]:

$P_1$ : якщо  $x \in A_1$ , тоді  $y \in B_1$ ,

$P_2$ : якщо  $x \in A_2$ , тоді  $y \in B_2$ ,

...

$P_n$ : якщо  $x \in A_n$ , тоді  $y \in B_n$ ,

де  $x$  – вхідна змінна,  $y$  – змінна виведення;

$A$  і  $B$  – функції приналежності, визначені відповідно на  $x$  і  $y$ .

MATLAB дозволяє виконувати проектування систем нечіткого логічного виведення за допомогою Fuzzy Logic Toolbox. Він має можливість створювати системи за допомогою зручного графічного інтерфейсу.

Базовим поняттям Fuzzy Logic Toolbox є FIS-структура – система нечіткого виведення (Fuzzy Inference System). FIS-структура містить усі необхідні дані для реалізації функціонального відображення “входи-виходи” на основі нечіткого логічного виведення відповідно до схеми, приведеної на рисунку 3.5.



Рис. 3.5 Система нечіткого виведення

Фазифікація (fuzzification) – це визначення ступеня виконання антецедентів правил. За допомогою фазифікації чіткому значенню ставляться у відповідність ступені його приналежності до нечітких множин [25].

Дефазифікація (defuzzification) – процедура перетворення нечіткої множини в чітке число за ступенем приналежності [25].

Фазифікатор перетворює чисельні вхідні значення в ступінь відповідності лінгвістичним змінним [26].

Нечітка база знань [23] складається з блоків:

- база правил, що містить набір нечітких правил типу якщо-то;
- база даних, у якій визначені функції приналежності нечітких множин, що застосовуються в нечітких правилах.

Блок нечіткого логічного виведення виконує операції виведення на основі бази правил.

Блок дефазифікації перетворює результати в чіткі чисельні значення.

Система нечіткого логічного виведення представляється в робочій області MatLab [28] у вигляді структури даних (рис.3.6).

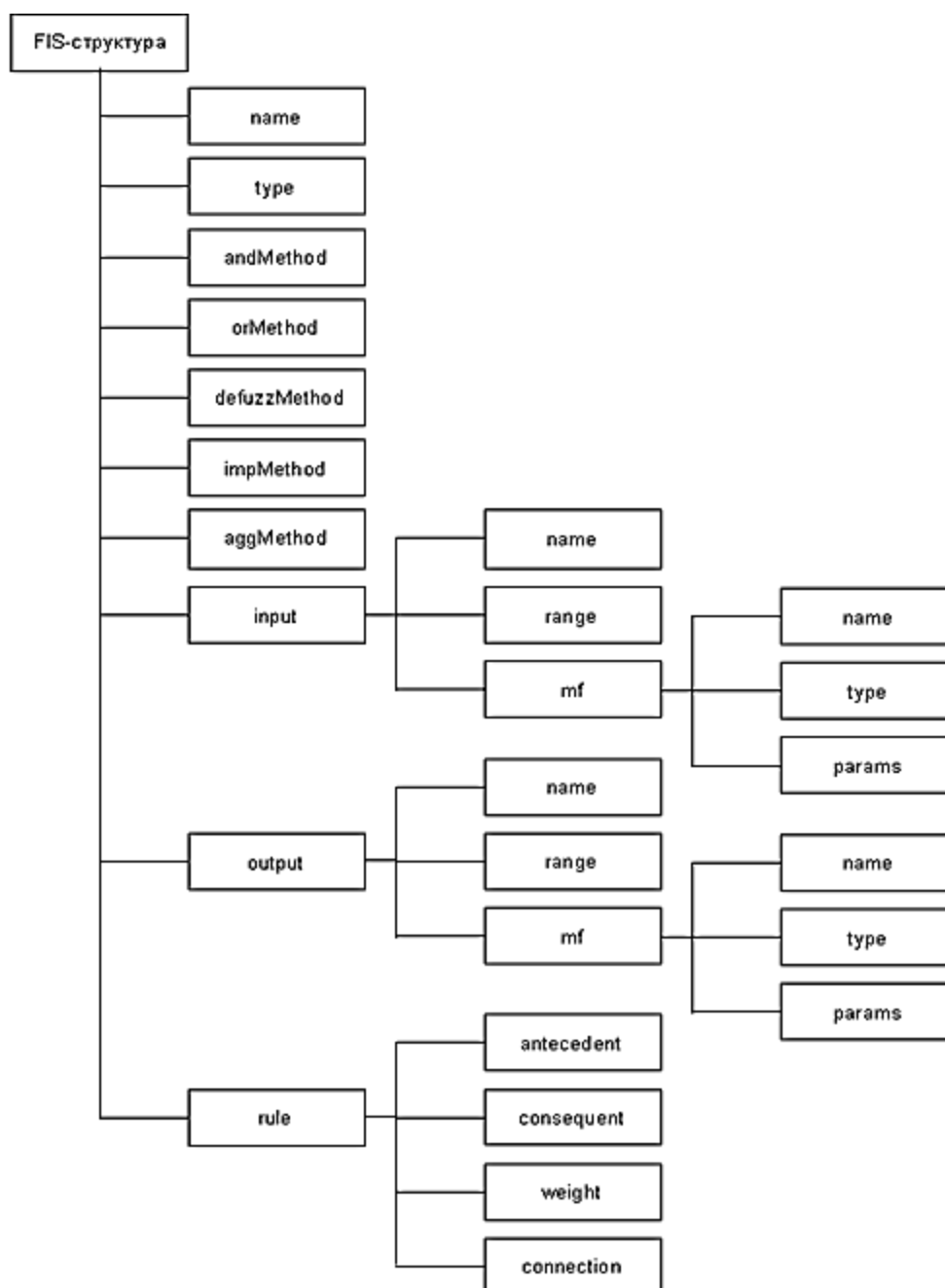


Рис. 3.7 FIS структура в Matlab

В пакеті Fuzzy Logic Toolbox реалізовані нечіткі моделі Мамдані та Сугено. Основна відмінність між ними полягає в способі задання значень вихідної змінної в правилах, що становлять базу знань.

В системах типу Мамдані значення вхідних змінних задаються нечіткими термами, в системах типу Сугено – як лінійна комбінація вхідних змінних.

## 3 РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОГО І ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

### 3.1 Основні функції розробленої системи

Узагальнена схема компонентів розробленої системи наведена на рис.

3.1.

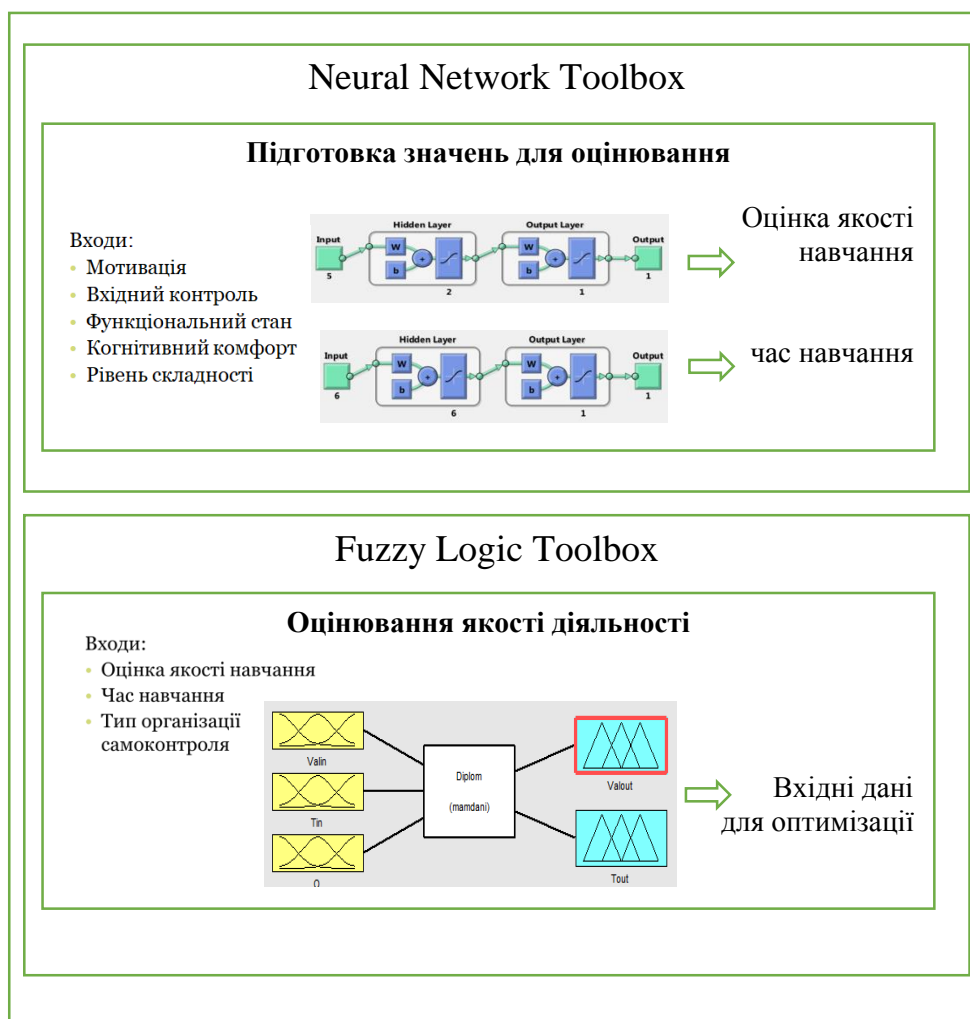


Рис. 3.1. Узагальнена схема компонентів розробленої системи

На першому етапі функціонування системи обчислюються вхідні показники якості навчально-пізнавальної діяльності студента в СЕН. В якості базової застосована неймережева технологія.

На другому етапі функціонування системи обчислюються показники якості навчально-пізнавальної діяльності для різних форм проведення

самоконтроля (без самоконтроля, з самоконтролем, з самоконтролем та доопрацюванням).

### 3.2 Формування вхідного математичного опису системи

Для формування навчальної вибірки застосовувалися дані результатів взаємодії в СЕН. Таблиця 3.1 містить опис даних для навчання НМ.

Таблиця 3.1 – Опис даних для навчання НМ

№	Опис	Діапазон значень
1	Результат вхідного контролю, бали	0-10
2	Рівень мотивації	1, 2, 3
3	Рівень когнітивного комфорту	0-1
4	Рівень складності навчального матеріалу	1, 2, 3
5	Функціональний стан студента	1, 2
6	Результат навчально-пізнавальної діяльності, бали	0-100
7	Час навчання, хв	0-40

Результати вхідного контролю – це оцінка, що отримана після проходження вхідного тестування знань студента. Виконується на початку навчання.

Рівень мотивації – це зацікавленість студента в отриманні бажаного для нього рівня знань. Рівні 1 – 2 – 3 відповідають рівням знань «задовільно – добре – відмінно».

Рівень когнітивного комфорту – визначається як ступінь відповідності параметрів навчального матеріалу вимогам та вподобанням студента. Чим вище значення рівня когнітивного комфорту, тим більше форма представлення навчального матеріалу відповідає вимогам студента.

Рівень складності навчального матеріалу приймає значення 1 для низької складності, 2 – для середньої, 3 – для високої.

Функціональний стан студента вимірюється на початку кожного сеансу навчання та може приймати значення 1 – недопустимий, 2 – допустимий.



Ці параметри впливають на значення результату навчально-пізнавальної діяльності та часу навчання, які і необхідно визначати для нових вхідних даних, що відсутні в навчальній вибірці.

Для другого етапу функціонування системи в якості вхідних даних подавались вихідні дані першого етапу та інформація про тип організації самоконтроля.

### 3.2 Програмна реалізація системи

Програмна реалізація першого етапу виконувалась в Neural Network Toolbox пакету програм MATLAB. Для вибору типу НМ були визначені помилки функціонування для наступних типів: Cascade-forward backprop, Generalized regression, Elman backprop, Competitive, Probalistic, Feed-forward backprop. результат порівняння наведено на рис.3.2.

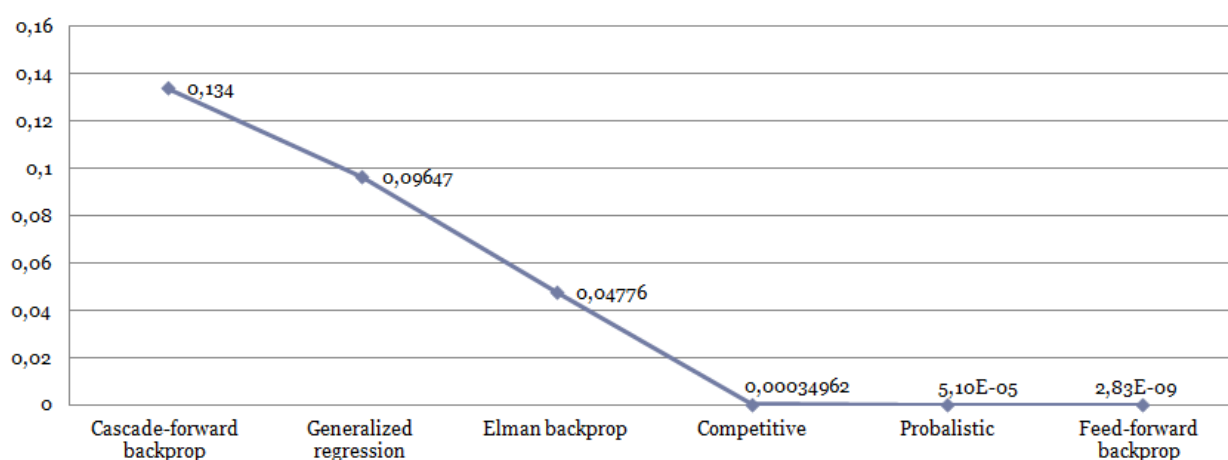


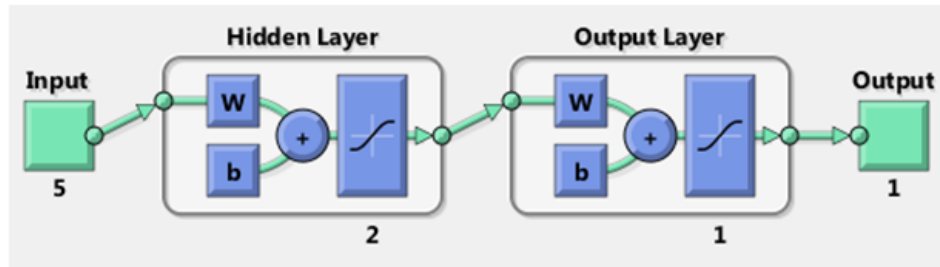
Рис. 3.2 – Порівняння помилок НМ

За результатами порівняння була обрана мережа прямого поширення.

Для визначення шуканих параметрів результатів навчання були створені дві ШНМ.

На рис.3.3 наведено структуру ШНМ для визначення результату навчально-пізнавальної діяльності. Вона містить п'ять входів, що відповідають номерам 1 - 5 таблиці 3.1.

На рис.3.4 наведено структуру ШНМ для визначення часу навчання. вона містить шість входів, що відповідають номерам 1 -6 таблиці 3.1.



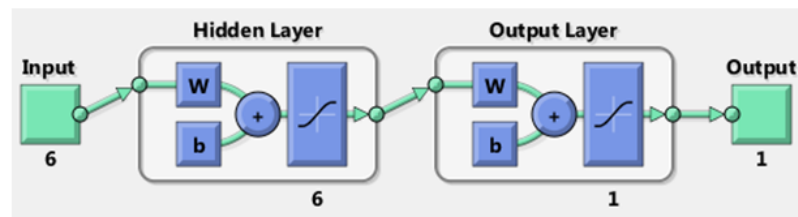
Входи:

- Мотивація
- Вхідний контроль
- Функціональний стан
- Когнітивний комфорт
- Рівень складності

Вихід:

- Результат навчально-пізнавальної діяльності

Рис.3.3 ШНМ1 для отримання значень оцінки якості навчання



Входи:

- Мотивація
- Вхідний контроль
- Функціональний стан
- Когнітивний комфорт
- Рівень складності
- Результат навчально-пізнавальної діяльності

Вихід:

- Час навчання

Рис.3.4 ШНМ2 для отримання значень часу навчання

Отриманий вектор помилок при тестуванні ШНМ свідчить про працездатність розробленої моделі. Тестовий приклад наведено на рис. 3.5. вектор помилок продемонстровано на рис. 3.6.

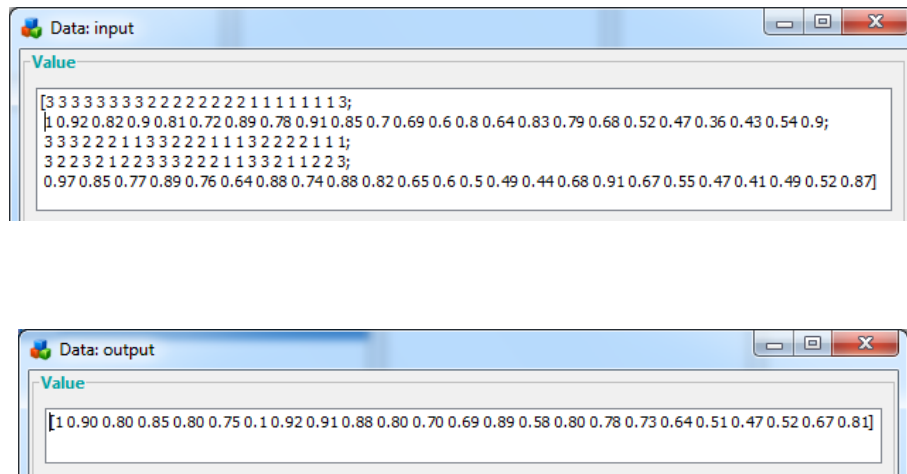


Рис. 3.5 Вхідні та вихідні дані тестування

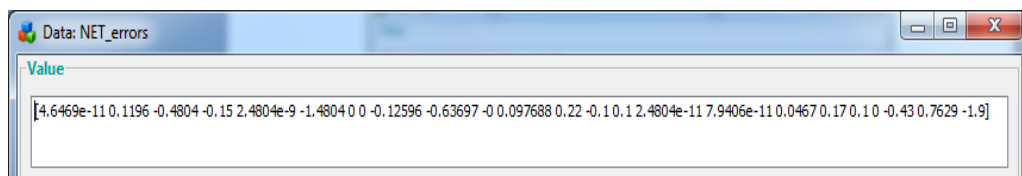


Рис.3.6 Вектор помилок

Для реалізації другого етапу був застосований Fuzzy Logic Toolbox пакету Matlab. Нечітка система логічного виведення типу Мамдані містить три входи та два виходи (рис.3.7):

Valin – вхідне значення оцінки якості навчання;

Valout – вихідне значення оцінки якості навчання;

Tin – вхідне значення часу навчання;

Tout – вихідне значення часу навчання;

O – тип організації самоконтроля.

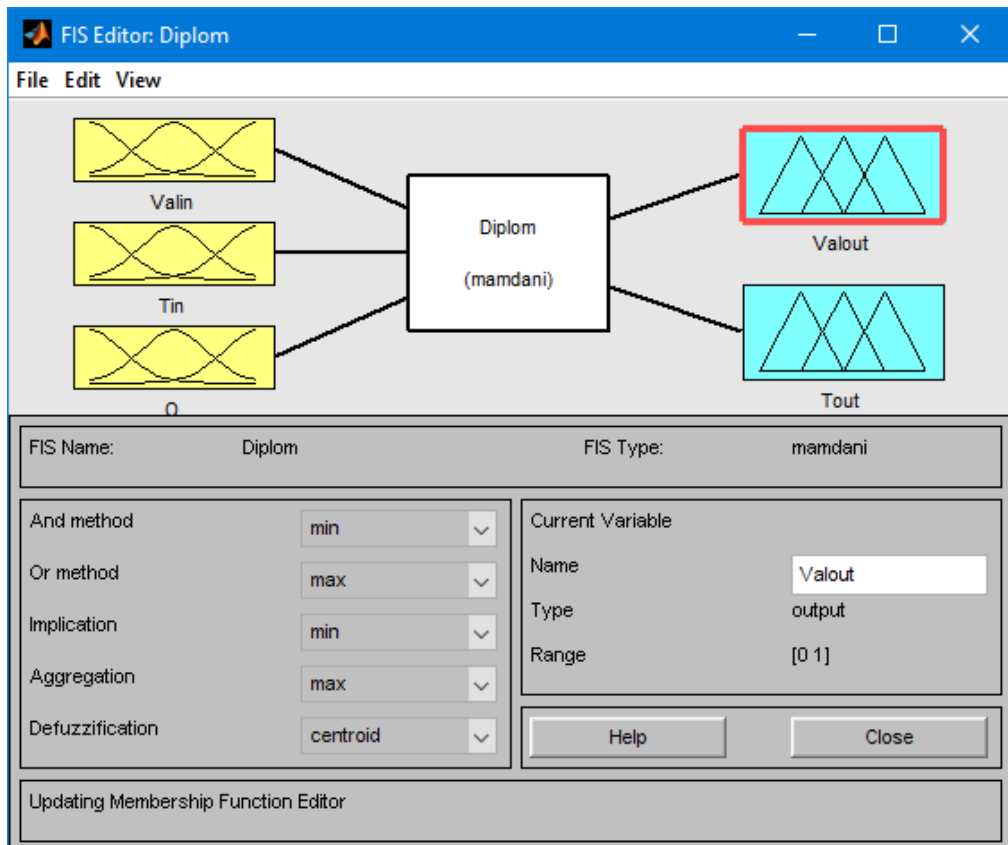


Рис.3.7 Нечітка система логічного виведення типу Мамдані

Лінгвістичні змінні Valin, Tin, O, Valout, Tout оцінюються нечіткими термами Low – низький, Middle – середній, High – високий (рис.3.8 - 3.9).

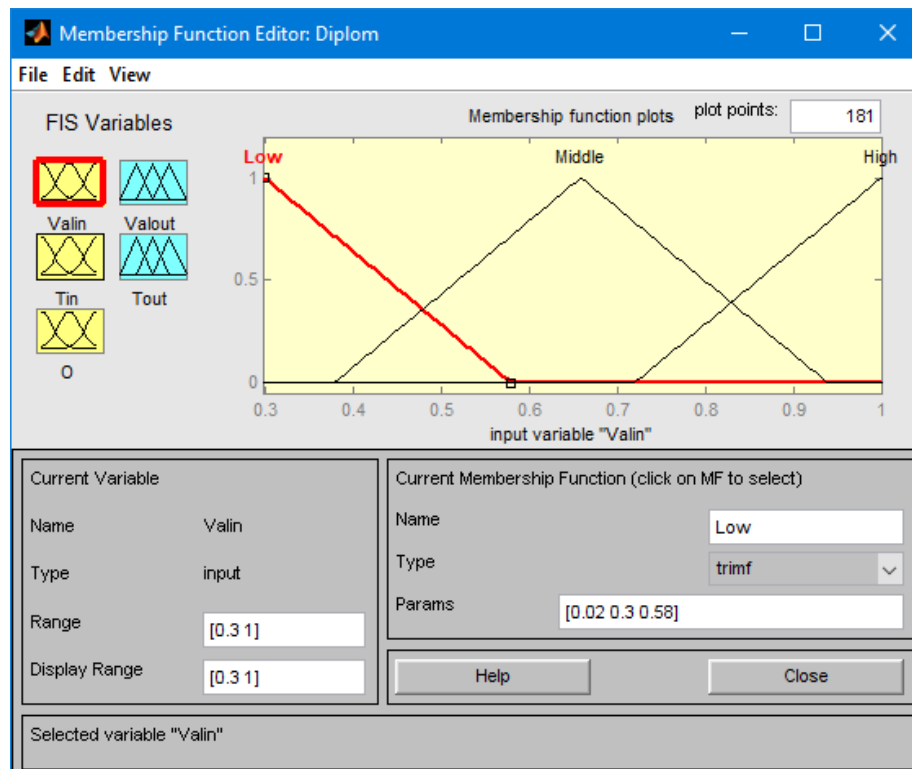


Рис. 3.8 Вхідна змінна Valin

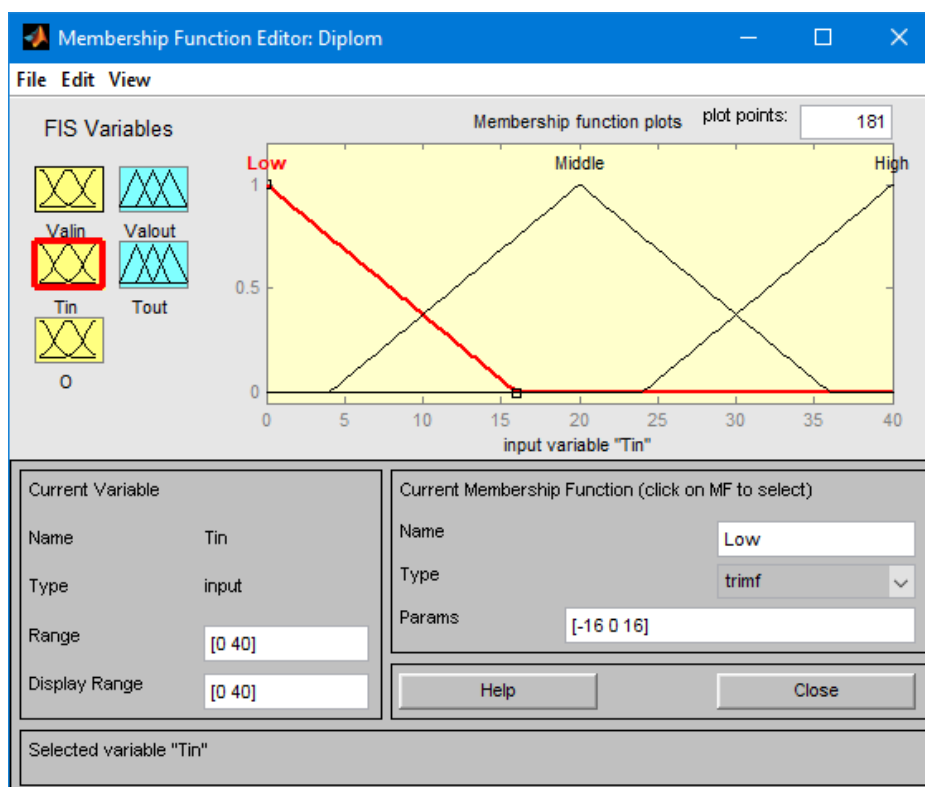


Рис.3.9 Вхідна змінна Tin

Розроблена база правил нечіткого логічного виведення наведена на рис. 3.10.

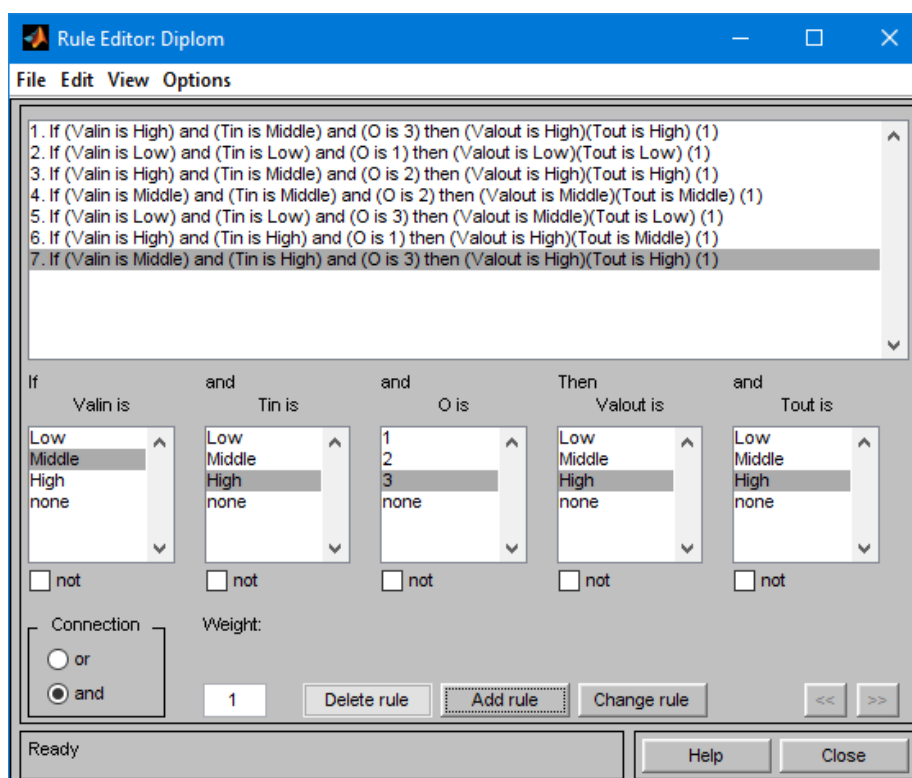


Рис.3.10 База правил нечіткого логічного виведення

Для приклада розглянемо такі значення вхідних змінних:

$$\text{Valin} = 0,899, \text{Tin}=23,1, \text{O} - \text{без самоконтроля.}$$

На виході отримали:

$$\text{Valout}=0,745, \text{Tout}=25,4.$$

Змінімо тип організації самоконтроля:

$$\text{Valin} = 0,899, \text{Tin}=23,1, \text{O} - \text{з послідовним самоконтролем.}$$

На виході отримали:

$$\text{Valout}=0,804, \text{Tout}=28,8.$$

Отримані дані відповідають даним експертного оцінювання. Отримані дані для різних рівнів складності та для різних варіантів організації самоконтроля можуть передаватись до підсистеми оптимізації траєкторії навчання студента в СЕН.

## ВИСНОВКИ

1. В роботі розроблену інформаційну систему підготовки вхідних даних, що формує дані для подальшої передачі агенту-менеджеру підтримки електронного навчання.
2. Сформований математичний опис інформаційної системи підготовки вхідних даних.
3. Для розв'язання задачі отримання значень показників якості навчально-пізнавальної діяльності застосована нейромережева технологія.
4. Для розв'язання задачі оцінювання алгоритму діяльності в залежності від способу проведення самоконтроля застосована технологія нечіткого логічного виведення.
5. Програмну реалізацію виконано за допомогою Neuro Net ToolBox та Fuzzy Logic ToolBox пакету Matlab.
6. Результати дослідження можуть бути використані для забезпечення програмного агента-менеджера вхідними даними для оптимізації траєкторії навчання.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Аминул Л.Б. Электронное дистанционное обучение с использованием сервисов web 2. 0/ Л.Б. Аминул, Л. В. Чайка // Вестник АГТУ. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. –2016. –№1.– С.98 – 104.
2. Ашерев А.Т. Методологические и методические основы проектирования технологии оценки качества учебно-познавательной деятельности студентов при изучении инженерных дисциплин /А.Т. Ашерев, Артюх С.Ф., Артюх, В.М. Приходько, Т.В. Ящун, Е.В. Громов, И.В. Федоров//Монография. – М.: МАДИ(ГТУ); Харьков: УИПА, 2002. – 180 с.
3. Беляев М. И. Принцип реализации структуры гипертекста - один из основных принципов создания электронных учебников / М. И. Беляев // Вестник РУДН. Серия: Информатизация образования. – 2012. – №3. – С.71–82.
4. Борзенко О. П. Модернізація освіти / О. П. Борзенко // Вісник ЛНУ імені Тараса Шевченка, 2012. – № 19 (254), Ч. I.– С.128 – 130.
5. Буров О. Ю. Ергономічні основи розробки систем прогнозування працездатності людини-оператора на основі психофізіологічних моделей діяльності :автореф. дис... д-ра техн. наук / О. Ю.Буров; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х., 2007. – 40 с.
6. Гениатулина Е. В. Методы проектирования и моделирования в задачах оптимизации процессов функционирования человеко-машинных систем / Е.В. Гениатулина, М.Г. Гриф // Труды СПИИРАН. – 2014. – Вып. 36. – С. 151–167.
7. Глазунова Е. Г. Факторы эффективной организации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений с использованием технологий e-learning / Е. Г. Глазунова //Дистанционное и виртуальное обучение. – 2013. – №. 11. – С. 36-51.
8. Глазунова О. Г. Методологічні засади створення та використання електронних навчальних ресурсів в системі вищої освіти / Е. Г. Глазунова



//Інформаційні технології в економіці та природокористуванні. – 2017. – №. 2. – С.45-53.

9. Герасимов Б.М. Організація діалогу «оператор – ЕОМ» в інтелектуальних системах підтримки прийняття рішень / Б.М. Герасимов, С.О. Кондратенко, О.М. Перегуда // Вісник ЖДТУ. 2009. – № 2 (49). – С. 24–28.

10. Голованова Ю. В. Модульность в образовании: методики, сущность, технологи/ Ю. В. Голованова // Молодой ученый. – 2013. – №12. – С. 437-442.

11. Кунгурова И. М. Сущность и направления реализации индивидуальной образовательной траектории/ И. М. Кунгурова // Наукоеведение. Москва, 2013.– №6 (19). – С.56 – 58.

12. Кухаренко В.М. Про систему дистанційного навчання у відкритому дистанційному курсі / В.М.Кухаренко // Інформаційні технології в освіті, 2012. – 11.– С. 32 – 42.

13. Лавров Е. А. Створення електронного курсу з адаптацією до стилів вивчення / Е. А. Лавров, Н. Л. Барченко // Наука і методика: Збірник науково-методичних праць. – К.: Аграрна освіта, 2009.– Вип. 17. – С. 41–45.

14. Лавров Е. А. Агент-менеджер в системе эргономического обеспечения электронного обучения / Е. А. Лавров, Н. Л. Барченко // Бионика интеллекта: науч.-техн. журнал. – Харьков: ХНУРЭ, 2013. – № 2 (81). – С. 115–120.

15. Магомедова К. Т. Этапы развития электронного обучения и их влияние на появление новых технологических стандартов качества электронного обучения / К. Т. Магомедова // Вестник ЮУрГУ. Серия: Образование. Педагогические науки.– 2015. –№2. – С.22 – 28.

16. Новотарський М.А., Нестеренко Б.Б. Штучні нейронні мережі: обчислення // Праці Інституту математики НАН України. – Т 50. – Київ: Ін-т математики НАН України, 2004. – 408 с.

17. Оксамитна Л.П. Методи та засоби самоорганізації моделі знань в автоматизованих системах контролю знань та навчання: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.06; Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси, 2003. – 18 с.: рис. – укр.
18. Опарина Н. М. Методология, критерии оценки эффективности и организация обучения в человеко-машинных системах: автореферат дис. доктора технических наук: 19.00.03 / Н. М. Опарина. – ЛЭТИ. – 2005. – 32 с.
19. Осин А.В Создание учебных материалов нового поколения/ А.В Осин // Информатизация общего образования: Тематическое приложение к журналу «Вестник образования» - М.: Просвещение. – 2003. – №2. – С.128 – 156.
20. Погуляев Д. В. Возможности применения мобильных технологий в учебном процессе / Д. В. Погуляев // Прикладная информатика. – 2015. – №5. – С.80–84.
21. Пригожев О.С. Моделі, методи та засоби управління навчанням користувача роботі в автоматизованій інформаційній системі: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.06 / Одес. нац. політехн. ун-т. – О., 2007. – 19 с. – укр.
22. Рекомендации по работе с открытыми образовательными ресурсами (ООР) в сфере высшего образования. Commonwealth of Learning (Содружество обучения) – М.: Институт ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании, 2013. – 22 с.
23. Ротштейн А.П. Влияние методов деффазификации на скорость настройки нечеткой модели/А.П.Ротштейн, С.Д. Штовба // Кибернетика и системный анализ.– 2002.– №1.– 95-99.
24. Ротштейн А.П. Проектирование нечетких баз знаний: лабораторный практикум и курсовое проектирование/ А.П.Ротштейн, С.Д. Штовба //Учебное пособие. – Винница: Винницкий государственный технический университет, 1999.– 65 с.

25. Ротштейн О. П. Моделирование та оптимізація надійності багатовимірних алгоритмічних процесів: монографія/ О. П. Ротштейн, С. Д. Штовба, О. М. Козачко. – Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2007. – 211 с.
26. Силкина Н. С. Модели и стандарты электронного обучения/ Н. С.Силкина, Л. Б. Соколинский // Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика.– 2014.– №4.– С. 5 – 32.
27. Ishihara S., Ishihara K., Nagamachi M., Matsubara Y. ArboArt: ART-based Hierarchical Clustering and its application to questionnaire data analysis // Proceedings of the IEEE International Conference on Neural Networks, IEEE Press, 1995.–vol.1.–P.532-537.
28. García-Roselló E. Two-Layer Wrapping for COTS Software Integration: An Experience with Matlab / E. García-Roselló, J. Dacosta, M. Lado, A. Méndez, B. García Perez-Schofield // Software, IEEE. 29. – 2012. – p. 76-82.

## Додаток А

### Сценарій для навчання штучної нейронної мережі

```

clear;
N=6;
n=80;
m=2;

fid=fopen('data_istore.txt','r');
x=fscanf(fid,'%g %g %g %g %g %g ', [N+1 Inf]);
fclose(fid);
X=x(1:N,:);
mm=minmax(X);

for i=1:N
    X(i,:)=(X(i,:)-mm(i,1))./(mm(i,2)-mm(i,1));
end;

T=x(N+1,:);
net=newff(minmax(X),[34 1],{'logsig','logsig'});
net.trainparam.show=1;
net.trainParam.epochs=50;
net=train(net,X,T);

for i=1:101
    Y=(sim(net,X)>(i-1)/100);
    tmp(i)=mean(T==Y);
end;
t=(find(tmp==max(tmp))-1)/100;
Y=(sim(net,X)>t(1));
mean(T==Y)

[mean(Y(find(T==1))==1) mean(Y(find(T==1))==0);
mean(Y(find(T==0))==1) mean(Y(find(T==0))==0)]

```

## Додаток Б

### Структура FIS

```
[System]
Name='Diplom'
Type='mamdani'
Version=2.0
NumInputs=3
NumOutputs=2
NumRules=7
AndMethod='min'
OrMethod='max'
ImpMethod='min'
AggMethod='max'
DefuzzMethod='centroid'

[Input1]
Name='Valin'
Range=[0.3 1]
NumMFs=3
MF1='Low': 'trimf', [0.02 0.3 0.58]
MF2='Middle': 'trimf', [0.3792 0.6592 0.9393]
MF3='High': 'trimf', [0.72 1 1.28]

[Input2]
Name='Tin'
Range=[0 40]
NumMFs=3
MF1='Low': 'trimf', [-16 0 16]
MF2='Middle': 'trimf', [4 20 36]
MF3='High': 'trimf', [24 40 56]

[Input3]
Name='O'
Range=[0 1]
NumMFs=3
MF1='1': 'trimf', [-0.619 -0.00518 0.263227513227513]
MF2='2': 'trimf', [0.261 0.5 0.753]
MF3='3': 'trimf', [0.752645502645503 0.997 1.4]

[Output1]
Name='Valout'
Range=[0.3 1]
NumMFs=3
MF1='Low': 'trimf', [0.02 0.3 0.58]
MF2='Middle': 'trimf', [0.37 0.65 0.93]
MF3='High': 'trimf', [0.72 1 1.28]

[Output2]
Name='Tout'
Range=[0 40]
NumMFs=3
MF1='Low': 'trimf', [-16 0 16]
MF2='Middle': 'trimf', [4 20 36]
MF3='High': 'trimf', [24 40 56]
```

```
[Rules]
3 2 3, 3 3 (1) : 1
1 1 1, 1 1 (1) : 1
3 2 2, 3 3 (1) : 1
2 2 2, 2 2 (1) : 1
1 1 3, 2 1 (1) : 1
3 3 1, 3 2 (1) : 1
2 3 3, 3 3 (1) : 1
```