

Дипломна робота на тему:
“Розробка нечітких когнітивних карт для
розв’язання задач передбачення”

Виконав: Волошин Дмитро Олександрович

Студент групи КА-31

Напрямку підготовки

6.030404 Системний аналіз та управління

Науковий керівник: заступник директора
ННК “ІПСА”, д.т.н, проф., академік МАН ВШ

Панкратова Н. Д.

Об'єкт, предмет та мета дослідження

- **Об'єкт дослідження:** когнітивне моделювання
- **Предмет дослідження:** когнітивні карти в задачах передбачення
- **Мета дослідження:** удосконалити математичний апарат когнітивних карт і в якості приклада дослідити проблему якості вищої освіти в Україні

Що виконано у роботі:

- **Нові достатні умови стійкості** деяких нелінійних нечітких когнітивних карт
- **Новий** тип КК – *суттєво нечіткі когнітивні карт*, їх застосування
- **Виконано огляд** зарубіжної і вітчизняної літератури з когнітивного моделювання, **проведено класифікацію КК**
- Апарат когнітивного моделювання **застосовано до аналізу проблеми** якості вищої освіти в Україні; **розроблено програму для аналізу КК**

Когнітивне моделювання як складова концепції передбачення



Якими бувають когнітивні карти?

Найпростіша динаміка в зарубіжних статтях:

$$x(k+1) = f(A^T x(k))$$

Більш складна різнотемпова динаміка:

$$x(k+1) = f\left(\sum_{i=0}^N A_i^T x(k-i)\right)$$

“Вітчизняна” динаміка з керуванням:

$$\Delta x(k+1) = A^T \Delta x(k) + B^T \Delta u(k)$$

Приклад функції активації: *сигмоїда*

$$f(x_1, \dots, x_n) = \left(\frac{1}{1 + e^{-\lambda x_1}}, \dots, \frac{1}{1 + e^{-\lambda x_n}} \right)^T$$

ЯКЩО $x_1 \geq 0,5$ ТО $x_2 = 0$

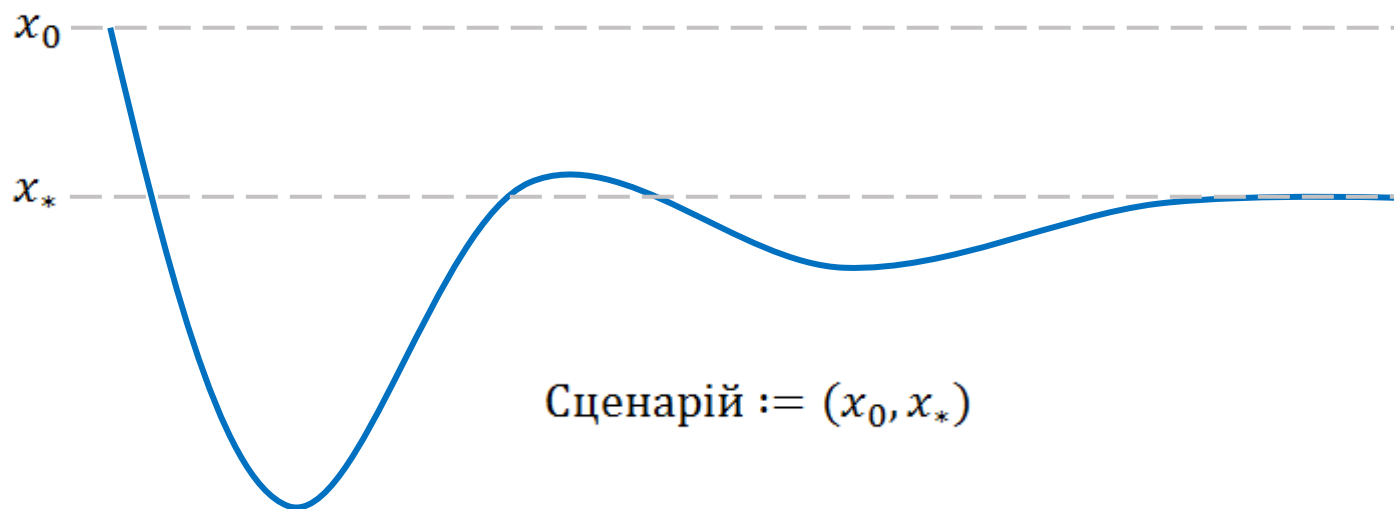
Додатково у вершинах:
правила або агенти



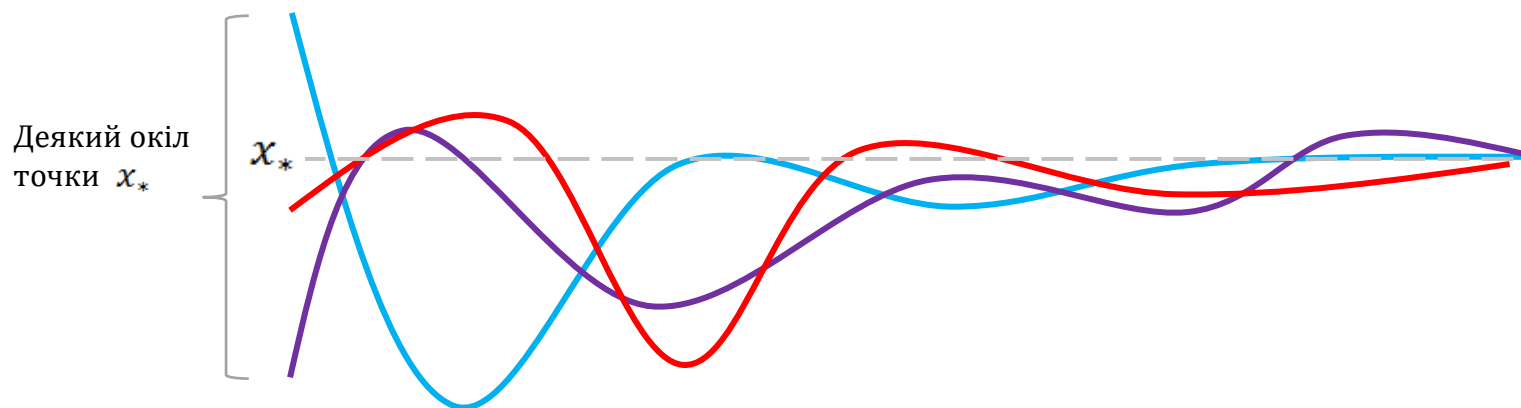
У ребер додатково можуть розглядатися різні затримки в часі

Ребра відрізняються функціями активації та множиною можливих значень ступеню впливу: або $\{-1, 0, +1\}$, або $[-1, 1]$, або функція належності...

Стійкість та аналіз сценаріїв



Стійкість когнітивних карт := локальна асимптотична стійкість у сенсі Ляпунова



Стійкість деяких нечітких нелінійних когнітивних карт

Розглядаємо таку динаміку: $x(k + 1) = f(A^T x(k))$

Відомий диференціальний критерій стійкості:

Когнітивна карта стійка у гіперболічній нерухомій точці x_*

(тобто $f(A^T x_*) = x_*$ і матриця Якобі правої частині не має власних чисел, рівних одиниці)



Всі власні числа матриці Якобі правої частини у точці x_* не перевищують за модулем одиниці

Чи можна характеризувати стійкість у термінах матриці A ?

Розглядаємо таку динаміку: $x(k + 1) = f(A^T x(k))$

Вдалося встановити достатні умови глобальної стійкості у випадку **сигмоїди** та **гіперболічного тангенсу** у термінах матриці суміжності

Когнітивна карта із ф. а.
сигмоїда стійка у будь-якій
точці



$$\|A^T\|_o < \frac{2}{|\lambda|}$$

$$f(x_1, \dots, x_n) = \left(\frac{1}{1 + e^{-\lambda x_1}}, \dots, \frac{1}{1 + e^{-\lambda x_n}} \right)^T$$

Когнітивна карта із ф. а.
гіп. тангенс стійка
у будь-якій точці



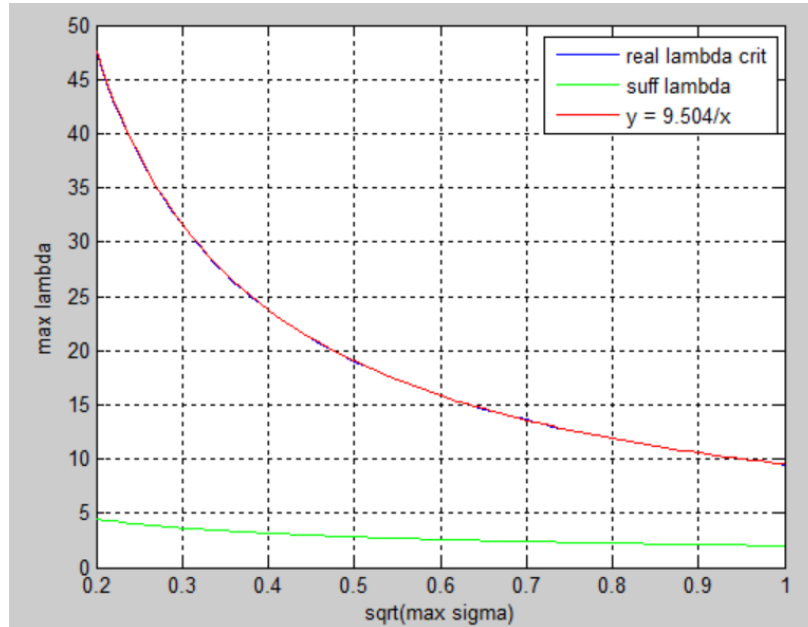
$$\|A^T\|_o < \frac{1}{|\lambda|}$$

$$f(x_1, \dots, x_n) = (\tanh \lambda x_1, \dots, \tanh \lambda x_n)^T$$

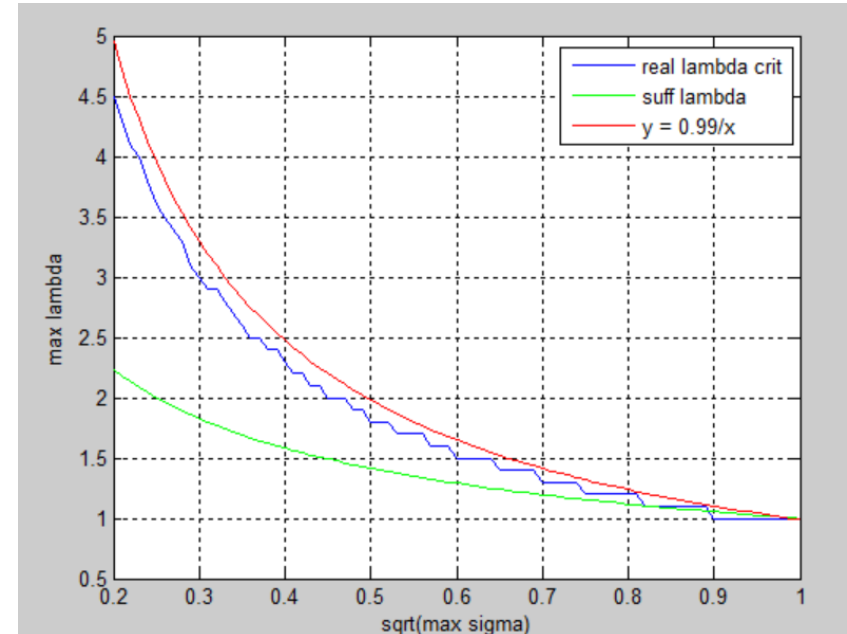
$$\|A^T\|_o := \max_{\|x\|=1} \|A^T x\|_2 = \sqrt{\text{макс. власне число матриці } AA^T}$$

Наскільки знайдені достатні умови близькі до оптимальних?

Сигмоїда:



Гіперболічний тангенс:

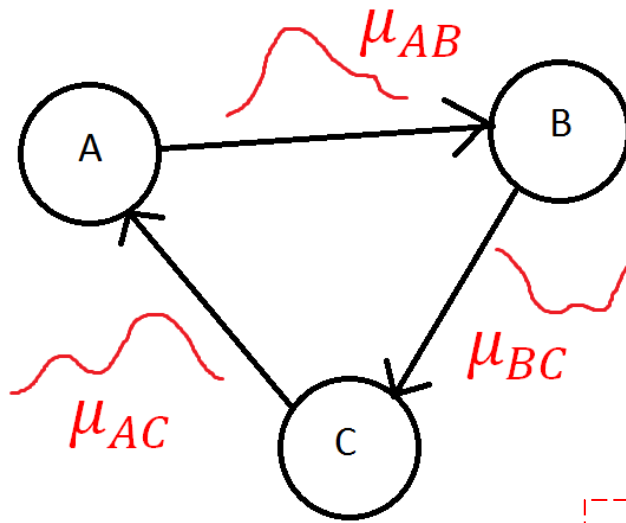


$$A = \begin{pmatrix} 0,55 & -0,12 & -0,7 \\ -0,4 & -0,7 & -1 \\ 0,8 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

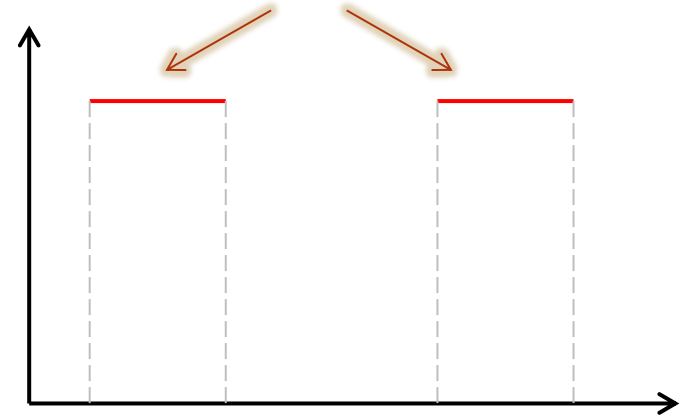
Границі стійкості – гіперболи!

(У чисельному прикладі всі сингулярні числа змінювалися одночасно та рівномірно)

Суттєво нечіткі когнітивні карти – випадок розбіжності думок експертів

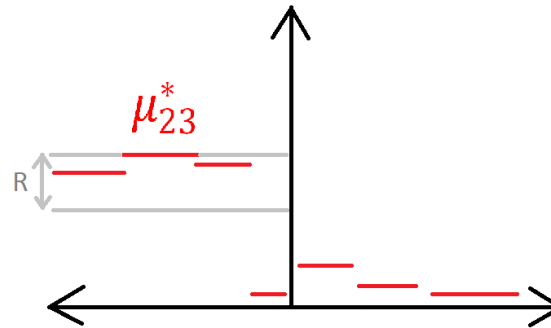
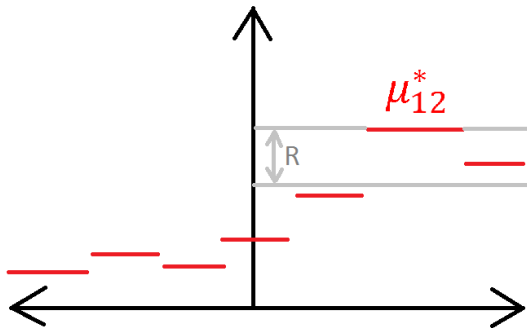


Експерти розділилися:
зовсім різні оцінки!



Що робити?

1) Визначити радіус переваги R

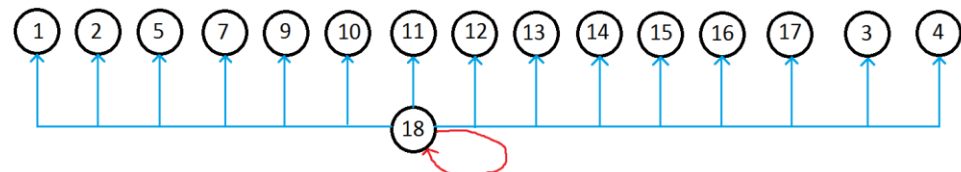
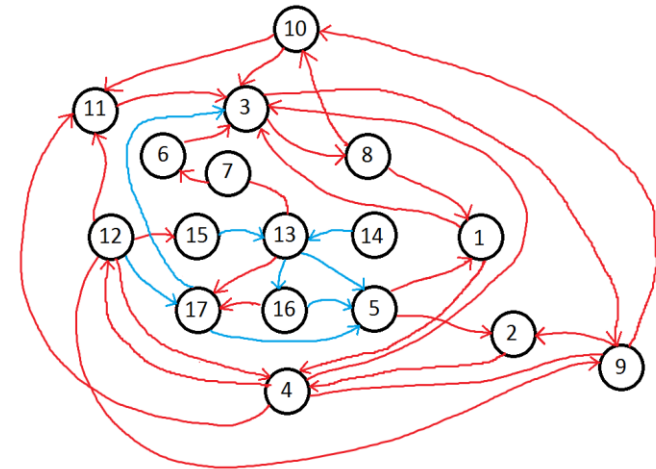


2) Проаналізувати динаміку
всіх отриманих дискретних
систем

3) Визначити *найкращий*
та *найгірший* сценарії

Приклад: проблема якості вищої освіти в Україні

№	Відповідність між номерами вершин та їх назвами
1	Відповідність навчальних програм до вимог бізнесу
2	Відповідність навчальних програм до вимог науки
3	Відповідність випускників до вимог роботодавців
4	Визнання дипломів на міжнародному рівні
5	Гнучкість системи освіти
6	Початковий рівень підготовки студентів
7	Якість середньої освіти
8	Рівень розвитку бізнесу
9	Рівень розвитку науки
10	Можливості практики на виробництві
11	Можливості мобільності (ERASMUS, TEMPUS,...)
12	Участь у міжнародних проектах
13	Недостатній бюджет ВНЗ
14	Фінансування ВНЗ з боку держави
15	Надходження до бюджету ВНЗ внаслідок його діяльності
16	Нестача матеріально-технічного забезпечення ВНЗ
17	Неефективність методик і технологій навчання
18	Корупція



Приклад опитувальної форми

№	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
1	0	0	0,79	0,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2	0	0	0	0,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
3	0	0	0	0	0	0	0	0,79	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
4	0	0	0,21	0	0	0	0	0	0	0	0,36	0,21	0	0	0	0	0	0	0			
5	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
6	0	0	0,36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
7	0	0	0	0	0	0,93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
8	0,36	0	0,07	0	0	0	0	0	0	0,79	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
9	0	0,79	0	0	0	0	0	0	0	0,64	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10	0	0	0,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07	0	0	0	0	0	0	0			
11	0	0	0,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
12	0	0	0	0,21	0	0	0	0	0	0,64	0	0,5	0	0	0	0,36	0	-0,07	0			
13	0	0	0	0	-0,64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,93	0,36	0			
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,36	0	0	0	0	0			
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,36	0	0	0	0	0			
16	0	0	0	0	-0,36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,93	0			
17	0	0	-0,64	0	-0,64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
18	-0,79	-0,79	-0,79	-0,36	-0,36	0	-0,64	0	-0,64	-0,5	-0,5	-0,64	-0,79	-0,79	-0,36	-0,64	-0,07	0,93	0			
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						

Набір початкових значень:

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
№	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,5	0,36	0,21	0,07	0,5	0,64	0,36	0,93	0,07	0,21	0,93	0,64	0,93

№	Відповідність між номерами вершин та їх назвами
1	Відповідність навчальних програм до вимог бізнесу
2	Відповідність навчальних програм до вимог науки
3	Відповідність випускників до вимог роботодавців
4	Визнання дипломів на міжнародному рівні
5	Гнучкість системи освіти
6	Початковий рівень підготовки студентів
7	Якість середньої освіти
8	Рівень розвитку бізнесу
9	Рівень розвитку науки
10	Можливості практики на виробництві
11	Можливості мобільності (ERASMUS, TEMPUS,...)
12	Участь у міжнародних проектах
13	Недостатній бюджет ВНЗ
14	Фінансування ВНЗ з боку держави
15	Надходження до бюджету ВНЗ внаслідок його діяльності
16	Нестача матеріально-технічного забезпечення ВНЗ
17	Неефективність методик і технологій навчання
18	Корупція

Пам'ятка: шкала Міллера		
1	Надзвичайно слабкий	0,07
2	Дуже слабкий	0,21
3	Слабкий	0,36
4	Помірний	0,5
5	Сильний	0,64
6	Дуже сильний	0,79
7	Надзвичайно сильний	0,93

Експерт: Волошин Дмитро

Виникла розбіжність думок експертів

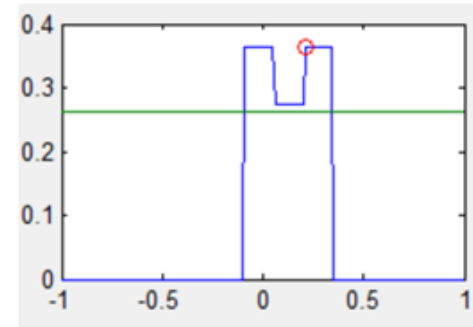
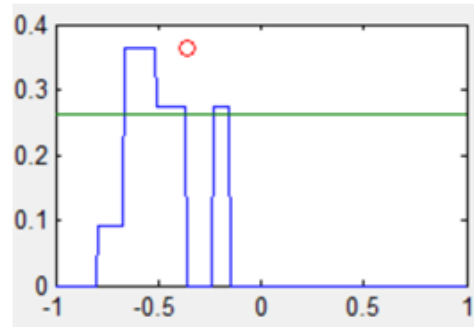


Рисунок 3.5 – Функції належності зв'язків 18->4 і 6->3

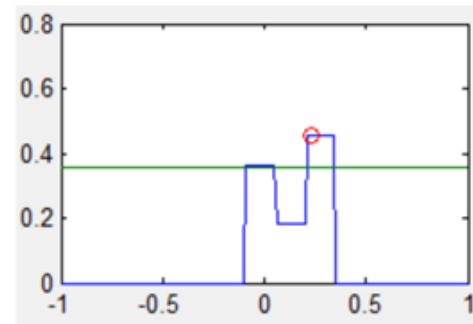
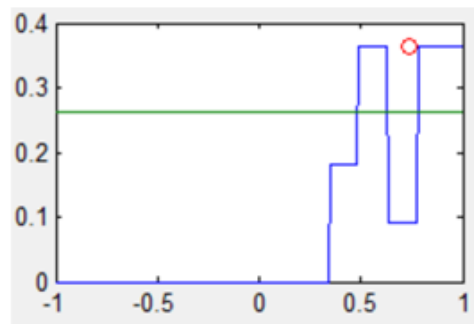


Рисунок 3.6 – Функції належності зв'язків 16->17 і 12->15

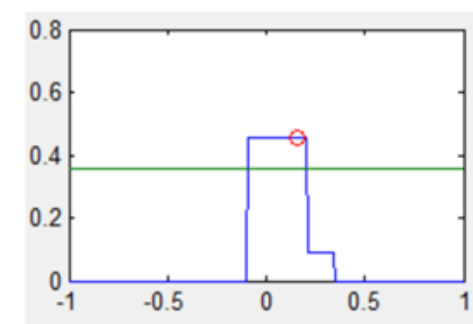
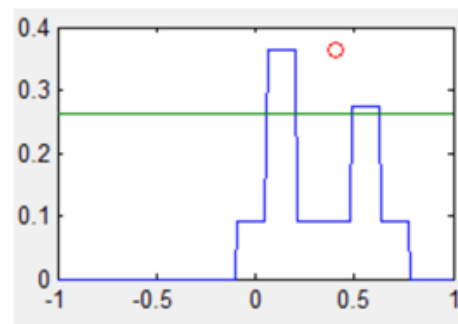


Рисунок 3.7 – Функції належності зв'язків 9->10 і 1->4

Приклади сценаріїв за різних типів КК

Набір початкових значень:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,5	0,36	0,21	0,07	0,5	0,64	0,36	0,93	0,07	0,21	0,93	0,64	0,93

Критеріальні вершини

СНКК:

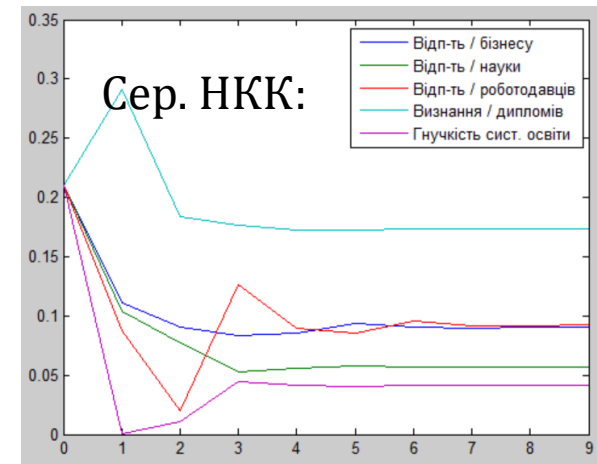
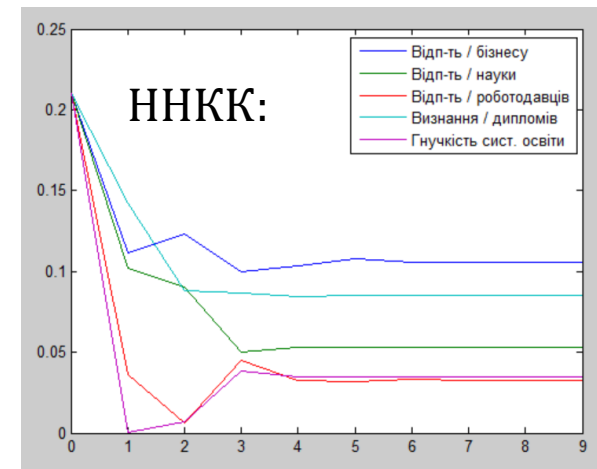
	1	2	3	4	5
x_0	0.2100	0.2100	0.2100	0.2100	0.2100
x_-	0.1015	0.0439	0.0327	0.0850	0.0349
x_+	0.5000	0.8781	0.6283	0.5253	0.5000

ННКК:

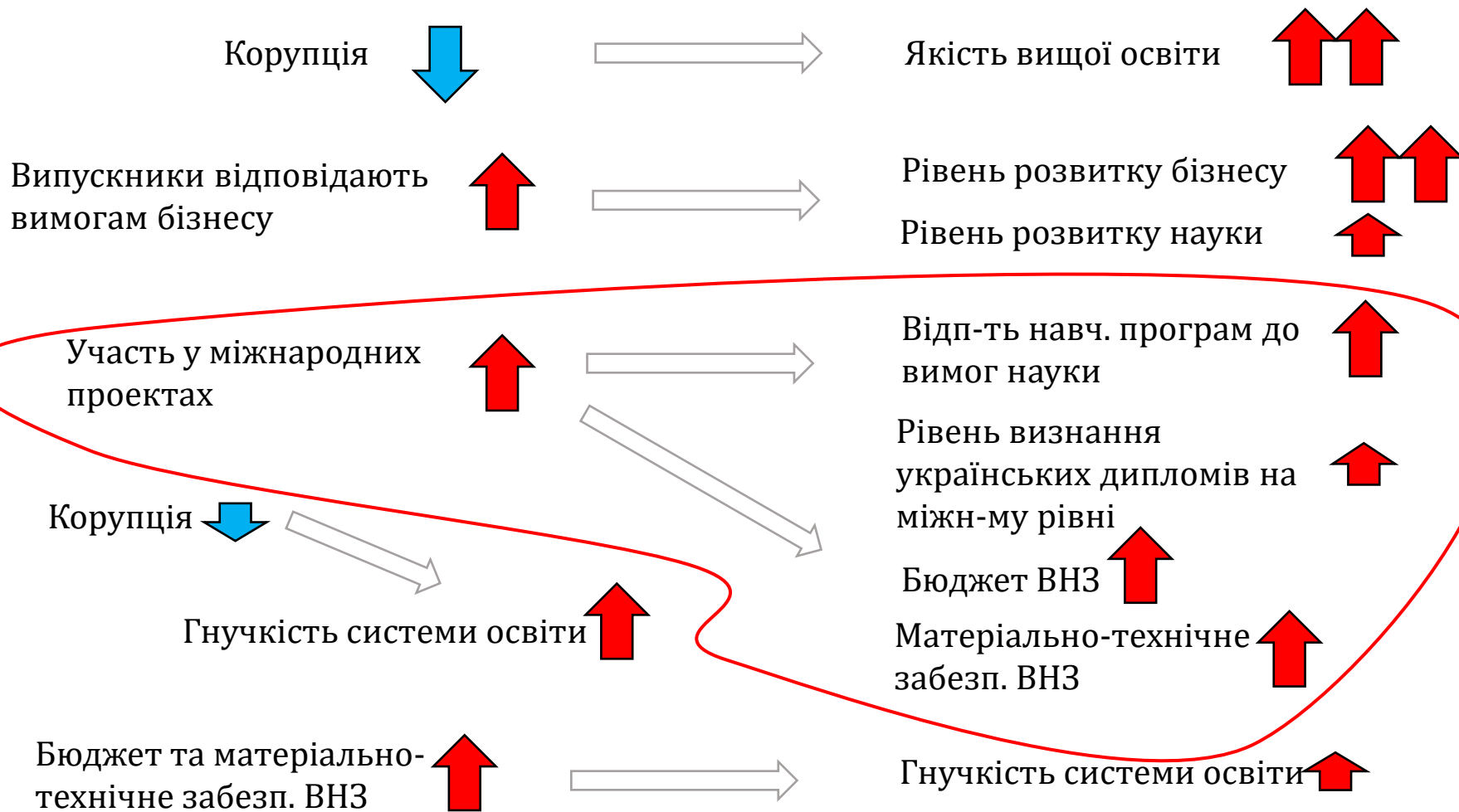
	1	2	3	4	5
x_0	0.2100	0.2100	0.2100	0.2100	0.2100
x^*	0.1058	0.0529	0.0325	0.0850	0.0349

Сер. ННКК:

	1	2	3	4	5
x_0	0.2100	0.2100	0.2100	0.2100	0.2100
x^*	0.0904	0.0567	0.0926	0.1732	0.0410



Деякі результати дослідження динаміки отриманої СНКК



ВИСНОВКИ

- **Знайдено нові достатні умови стійкості** деяких нелінійних нечітких КК;
- **Запропоновано новий тип КК – *суттєво нечіткі когнітивні карти***; продемонстровано їх застосування;
- **Виконаний огляд літератури**, класифікація існуючих КК;
- **Проаналізовано проблему** якості вищої освіти в Україні за допомогою когнітивного моделювання; **запропоновано шлях вирішення** цієї проблеми;
- **Розроблено програму** для аналізу КК

Дякую за увагу!