

SYSTEMS AND METHODS OF INFORMATION PROTECTION СИСТЕМИ І МЕТОДИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ

УДК 004.056.55

DOI:10.30837/rt.2025.4.223.01

Є.О. ЛОГАЧОВА, М.В. ЄСІНА, канд. техн. наук, Д.Ю. ГОЛУБНИЧИЙ, канд. техн. наук

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МІЖНАРОДНИХ СТАНДАРТІВ ТА РЕГУЛЯТОРНИХ АКТІВ З РЕГУЛЮВАННЯ МОДЕЛЕЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ УКРАЇНИ

Вступ

Технології в Україні стрімко розвиваються. Україна – одна з перших країн у світі, що просувається на шляху масштабної діджиталізації. Одним із важливих щаблів розвитку у сучасному світі є правильна адаптація до використання технологій штучного інтелекту (ШІ).

Оскільки Україна ще не впровадила активно власні рішення, розглянемо досвід інших країн та спробуємо обрати найкращу концепцію розвитку. Одні країни орієнтовані на впровадження жорстких обмежень, інші роблять усе, щоб не обмежувати розвиток технології.

З метою оцінювання можливостей інтеграції досвіду інших країн у галузі штучного інтелекту для України було проведено оцінку адекватності кожного з підходів в рамках українського простору. Для оцінювання використано різні математичні методики, які є універсальними у проведенні багатьох дослідницьких оцінок.

1. Обґрунтування вибору апаратно-програмного забезпечення та методу оцінювання

Для дослідження було обрано удосконалену методику оцінювання для порівняння різних підходів за певними обраними критеріями. Дана методика є універсальною і може застосовуватись у різних випадках і для різних методик чи систем.

Необхідними даними для проведення оцінки є обрані критерії, на основі яких буде проведено оцінку експертів, а після – отримано коефіцієнти для порівняння.

Методика ґрунтується на експертному оцінюванні за обраними критеріями. Для вибору експертів було враховано їх компетентність у даній галузі. В якості вихідних даних отримуються певні коефіцієнти, що знаходяться за визначеними математичними виразами. Спираючись на дані, отримані від експертів, спочатку здійснюють математичну обробку відповідно до правил, визначених у кожному методі оцінювання, а далі – на основі отриманих результатів проводиться програмне моделювання.

В якості середовища для проведення розрахунків та обробки даних обрано MathCad. Адже саме це середовище містить необхідний пакет інструментів для роботи.

2. Послідовність дій оцінювання

Для оцінювання виконано наступні дії, які фактично є універсальним алгоритмом для проведення подібних оцінювань [1, 2]:

- вибір експертів за рівнем їх компетентності;
- вибір критеріїв (умовних та безумовних) для оцінювання;
- проведення оцінки за безумовними критеріями;
- на підставі безумовного інтегрального критерію ухвалюється рішення – залежно від отриманої оцінки – щодо доцільності подальшого порівняння та аналізу;
- за умови отримання позитивної оцінки – проведення оцінювання за умовними критеріями;
- опис результатів та висновки.

3. Дослідження за безумовними критеріями та його результати

Для дослідження було обрано декілька різних та часом дещо схожих підходів, запропонованих різними країнами або об'єднаннями для регулювання безпеки моделей штучного інтелекту. Для оцінки відібрано наступні країни та їх підходи: ЄС (AI Act), США (NIST AI RMF), ISO/IEC 23894, Велика Британія (White Paper), ОАЕ, Канада (AIDA), Південна Корея (AI Basic Act), Китай, Албанія [3–11].

Під безумовними критеріями розуміються ті, що є обов'язковими для виконання. Тобто ті досліджувані підходи, що не відповідають безумовним критеріям, не будуть задіяні у оцінці за умовними критеріями.

У якості безумовних критеріїв у нашій оцінці було обрано наступні п'ять показників:

- K_{s1} – валідність;
- K_{s2} – гнучкість;
- K_{s3} – етичність;
- K_{s4} – складність;
- K_{s5} – прогресивність.

Під валідністю мається на увазі реалізованість методу (регуляторного акту чи стандарту) – чи вже впроваджено на практиці, чи тільки заплановано на майбутнє.

Гнучкість – критерій, що описує інтегрованість підходу (регуляторного акту чи стандарту) у різні сфери.

Етичність характеризує те, чи метод справляється із захистом прав людини і чи не порушує підхід усталені норми етики та моралі.

Складність характеризує наявність ускладнень при інтеграції у країні, в нашому контексті – в Україні.

Прогресивність – критерій для визначення того чи сприяє метод нормальному розвитку технології.

Оскільки перелічені часткові критерії належать до безумовних, відбір здійснюється за допомогою бінарної логічної змінної, а саме «так» чи «ні» або 1/0. Таким чином, безумовний критерій може бути представлений у вигляді [1, 2]:

$$(K_{s1}, K_{s2}, K_{s3}, K_{s4}, K_{s5}) \in (1, 0). \quad (1)$$

Враховуючи названі безумовні критерії та (1), функцію відповідності адекватності методу (регуляторного акту чи стандарту) можна записати у вигляді [1, 2]:

$$f_{\text{фв}}() = (K_{s1} \wedge K_{s2} \wedge K_{s3} \wedge K_{s4} \wedge K_{s5}) = K_s. \quad (2)$$

Отже, якщо $f_{\text{фв}} = 1$, значить метод відповідає вимогам. Ті методи, що відповідають вимогам, будуть розглянуті далі [1, 2]. Результати порівняння відносно безумовних критеріїв наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Результати порівняння відносно безумовних критеріїв

Метод \ Критерій	K_{s1}	K_{s2}	K_{s3}	K_{s4}	K_{s5}	K_s
ЄС (AI Act)	1	1	1	1	1	1
США (NIST AI RMF)	1	1	1	1	1	1
ISO/IEC 23894	1	1	1	1	1	1
Велика Британія (White Paper)	1	1	1	1	1	1
ОАЕ	0	1	0	0	1	0
Канада (AIDA)	1	1	1	1	1	1
Південна Корея (AI Basic Act)	1	1	1	1	1	1
Китай	1	1	1	1	1	1
Албанія	0	1	0	0	1	0

За отриманими результатами негативну оцінку отримали підходи, що описані у документах Албанії та ОАЕ [6, 7]. Усі інші будуть досліджені далі на основі умовних критеріїв та інтегрального умовного критерію та потенційно розглянуті як можливі підходи, що доступні для застосування в Україні.

4. Оцінювання за допомогою методу попарних порівнянь

В якості умовних критеріїв обрано часткові критерії, наведені у табл. 2. Наступним кроком було побудовано табл. 3, в якій наведено оцінку вкладу кожного критерію.

Під час парного порівняння експерт оцінює об'єкти попарно, визначаючи, який із двох є важливішим. Усі можливі комбінації об'єктів подаються у вигляді матриці попарних порівнянь. Під час проведення парних порівнянь необхідно відповісти на запитання: який із двох елементів є важливішим, має більший вплив, вищу ймовірність або перевагу. Зазвичай при порівнянні критеріїв визначають, який із них є значущішим відносно одне одного [1, 12].

Таблиця 2

Умовні часткові критерії оцінки ЕП

№	Критерії	Позначення
1	Рівень прозорості алгоритмів і систем прийняття рішень, тобто пояснюваність процедур, вимог та інших дій, зазначених у документі.	K_{y1}
2	Перспективність інтеграції регуляторного акту, методу, стандарту в Україні.	K_{y2}
3	Рівень гнучкості документу у застосуванні в різних сферах.	K_{y3}
4	Можливість запобігання виникненню етичних ризиків, пов'язаних з порушенням прав та свобод людини.	K_{y4}
5	Рівень інституційної підтримки та державної залученості.	K_{y5}
6	Вплив на перспективність розвитку технології окремо та у інших технологічних галузях.	K_{y6}

Для оцінки кожного критерію побудовано матрицю попарних порівнянь.

Таблиця 3

Попарне порівняння критеріїв для визначення важливості

Критерії	K_{y1}	K_{y2}	K_{y3}	K_{y4}	K_{y5}	K_{y6}	q_i	r_i
K_{y1}	1	1	2	0,5	4	2	1,41421356	0,18940253
K_{y2}	1	1	1	0,33	2	3	1,12246205	0,15032889
K_{y3}	0,5	1	1	0,2	3	1	0,81818882	0,10957824
K_{y4}	2	3	6	1	6	3	2,94168275	0,39397315
K_{y5}	0,25	0,5	0,33	0,1667	1	0,1428	0,31580809	0,04229549
K_{y6}	0,5	0,33	1	0,33	7	1	0,85435347	0,1144217

Відношення узгодженості має значення 7,466708745.

Таким чином, отримано розуміння того, який з критеріїв буде відігравати найбільшу роль при оцінюванні.

Далі було проведено окреме оцінювання за певним критерієм (табл. 4).

Таблиця 4

Матриця попарних порівнянь по критерію K_{y1}

Методи (документи)	ЄС (AI Act)	США (NIST AI RMF)	ISO/IEC 23894	Велика Британія (White Paper)	Канада (AIDA)	Південна Корея (AI Basic Act)	Китай	q_j	r_j
ЄС (AI Act)	1	1	1	2	2	2	3	1,574610106	0,20586303
США (NIST AI RMF)	1	1	1	2	2	2	3	1,574610106	0,20586303
ISO/IEC 23894	1	1	1	2	2	2	3	1,574610106	0,20586303
Велика Британія (White Paper)	0,5	0,5	0,5	1	1	1	2	0,820335356	0,10724986
Канада (AIDA)	0,5	0,5	0,5	1	1	1	2	0,820335356	0,10724986
Південна Корея (AI Basic Act)	0,5	0,5	0,5	1	1	1	2	0,820335356	0,10724986
Китай	0,333333	0,333333	0,333333	0,5	0,5	0,5	1	0,463987849	0,06066133

Розрахунки вектору пріоритетів проведено на основі добутку вектору пріоритетів першого рівня, отриманого раніше у табл. 4, та матриці отриманих значень.

$$t := (0.1840253 \quad 0.15032889 \quad 0.10957824 \quad 0.39397315 \quad 0.04229549 \quad 0.1144217)$$

$$L := \begin{pmatrix} 0.20586303 & 0.20586303 & 0.20586303 & 0.10724986 & 0.10724986 & 0.10724986 & 0.06066133 \\ 0.21271988 & 0.1119198 & 0.21271988 & 0.21271988 & 0.1119198 & 0.1119198 & 0.02608095 \\ 0.0967747 & 0.178227688 & 0.29745684 & 0.178227688 & 0.0967747 & 0.0967747 & 0.05566529 \\ 0.3063667 & 0.18875129 & 0.1270202 & 0.16133543 & 0.1085707 & 0.06507043 & 0.04241527 \\ 0.24590539 & 0.059441995 & 0.03712039 & 0.09752467 & 0.09752467 & 0.16272092 & 0.29976202 \\ 0.1218512 & 0.17672839 & 0.03630266 & 0.17672839 & 0.12185127 & 0.30904115 & 0.05749687 \end{pmatrix}$$

$$t1 := t \cdot L = (0.226 \quad 0.171 \quad 0.158 \quad 0.159 \quad 0.108 \quad 0.115 \quad 0.057)$$

Рис. 1. Розрахунок результуючого вектору пріоритетів

В результаті отримано чисельні дані, за якими найкращий результат показав європейський підхід – ЄС (AI Act) – 0,226, а найгірші значення у контексті обраних критеріїв отримав китайський підхід до регулювання ІІІ – 0,057. Значення інших розглянутих підходів налічують: США (NIST AI RMF) – 0,171; ISO/IEC 23894 – 0,158; Велика Британія (White Paper) – 0,159; Канада (AIDA) – 0,108; Південна Корея (AI Basic Act) – 0,115.

5. Оцінювання методом визначення вагових коефіцієнтів за допомогою шкали Фішберна

Даний метод полягає у тому, що за основу беруться оцінки певної кількості експертів, у нашому випадку їх було п'ять. Експерти оцінювали важливість того чи іншого критерію, ранжуючи їх – табл. 5.

Таблиця 5

Ранжування критеріїв експертами

Експерти \ Показники	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
1	2	1	4	3	5	6
2	5	1	3	4	2	6
3	3	2	4	2	6	5
4	5	1	4	2	6	3
5	3	2	5	1	6	4

Надалі проведено розрахунки для визначення значень вагових коефіцієнтів за формулою [1, 2, 13]:

$$a_i = \frac{2 \cdot (m - i + 1)}{m \cdot (m + 1)},$$

де a_i – ваги i -го показника, i – номер показника, m – кількість показників.

Результати визначення значень вагових коефіцієнтів для критеріїв наведено у табл. 6.

Таблиця 6

Значення вагових коефіцієнтів та їх середнє значення

Експерти \ Показники	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
1	0,23809524	0,28571429	0,14285714	0,19047619	0,0952381	0,04761905
2	0,0952381	0,28571429	0,19047619	0,14285714	0,23809524	0,04761905
3	0,19047619	0,23809524	0,14285714	0,28571429	0,04761905	0,0952381
4	0,0952381	0,28571429	0,14285714	0,23809524	0,04761905	0,19047619
5	0,19047619	0,23809524	0,0952381	0,28571429	0,04761905	0,14285714
w_i	0,16190476	0,26666667	0,14285714	0,22857143	0,0952381	0,1047619

Далі було проведено такі ж дії для кожного з підходів окремо. Приклад розрахунків наведено у табл. 7.

Таблиця 7

Значення вагових коефіцієнтів та їх середнє значення для ЄС (AI Act)

Показники Експерти	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
1	0,238095238	0,28571429	0,19047619	0,14285714	0,04761905	0,0952381
2	0,285714286	0,19047619	0,14285714	0,23809524	0,04761905	0,0952381
3	0,19047619	0,23809524	0,0952381	0,28571429	0,04761905	0,14285714
4	0,285714286	0,23809524	0,14285714	0,19047619	0,04761905	0,0952381
5	0,238095238	0,28571429	0,0952381	0,19047619	0,14285714	0,04761905
w_i	0,247619048	0,24761905	0,13333333	0,20952381	0,06666667	0,0952381

Надалі було проведено саме оцінювання та отримано результати – рис. 2. Найкращий результат отримав канадський підхід Канада (AIDA) – 0,267. А найгірший результат отримав США (NIST AI RMF) – 0,162.

Інші підходи отримали наступні показники: ЄС (AI Act) – 0,247; китайський підхід – 0,168; ISO/IEC 23894 – 0,185; Велика Британія (White Paper) – 0,185; Південна Корея (AI Basic Act) – 0,191.

$$w1 = (0.1619046 \ 0.26666667 \ 0.14285714 \ 0.22857143 \ 0.095231 \ 0.1047619)$$

$$L_Fish = \begin{pmatrix} 0.247619048 & 0.24761905 & 0.13333333 & 0.20952318 & 0.66666667 & 0.0952381 \\ 0.142857143 & 0.1714257 & 0.1428514 & 0.1428514 & 0.2 & 0.2 \\ 0.266666667 & 0.1904619 & 0.11428571 & 0.24761905 & 0.05714286 & 0.12380952 \\ 0.2 & 0.18095238 & 0.21904762 & 0.25714286 & 0.0952381 & 0.0461905 \\ 0.21904619 & 0.2 & 0.20952381 & 0.22857143 & 0.952381 & 0.0461905 \\ 0.20952318 & 0.20952318 & 0.15238095 & 0.28571429 & 0.0461905 & 0.0952381 \\ 0.24619048 & 0.12380952 & 0.07619048 & 0.24761905 & 0.21904762 & 0.06666667 \end{pmatrix}$$

$$V_Fish := w1$$

$$V_Fish = (0.162 \ 0.267 \ 0.143 \ 0.229 \ 0.095 \ 0.105)$$

$$Fish_rez := L_Fish \cdot V_Fish^T$$

$$Fish_rez^T = (0.247 \ 0.162 \ 0.185 \ 0.185 \ 0.267 \ 0.191 \ 0.168)$$

Рис. 2. Обчислення результуючого вектору пріоритетів

6. Оцінювання методом визначення вагових коефіцієнтів на основі методу ранжування

Припустимо, що існує m часткових показників і n експертів, які оцінюють їхню важливість для певної системи. У нашому випадку це знову ж п'ять експертів. Найвищий ранг (оцінку) m отримує показник, який вважається найважливішим, далі – показники з меншими рангами відповідно до зниження значущості, а ранг 1 присвоюється найменш важливому показнику. У цьому разі вагові коефіцієнти розраховуються за формулою [1, 2, 14]:

$$w_j = \frac{r_j}{\sum_{j=1}^m r_j}$$

Як і у попередніх випадках, спершу було проведено розрахунки вагових коефіцієнтів для критеріїв – табл. 8.

Таблиця 8

Значення вагових коефіцієнтів

Показники / Эксперти	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
1	6	5	2	4	3	1
2	5	4	1	6	3	2
3	6	4	3	5	2	1
4	5	3	2	6	4	1
5	6	4	2	5	1	3
$r_j = \sum_{i=1}^n r_{ij}$	28	20	10	26	13	8
w_j	0,26666667	0,19048	0,09524	0,24762	0,12381	0,07619

У наступних кроках розраховано вагові коефіцієнти для кожного з підходів, які ми розглянули. Приклад такого розрахунку наведено у табл. 9.

Далі за схожим принципом розрахунку результуючого вектору проведено розрахунки та отримано результат – рис. 3, за яким найкращий показник отримав європейський підхід – документ AI Act – 0,197. Найгірші результати показали Велика Британія White Paper – 0,176 та США NIST AI RMF – 0,177. Інші підходи отримали оцінки: ISO/IEC 23894 – 0,186; китайський підхід – 0,183; Південна Корея (AI Basic Act) – 0,187; Канада (AIDA) – 0,195.

Таблиця 9

Значення вагових коефіцієнтів для Велика Британія (White Paper)

Показники / Эксперти	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
1	3	5	6	4	2	1
2	4	6	5	3	1	2
3	3	6	5	4	2	1
4	4	6	5	3	2	1
5	3	6	5	4	1	2
$r_j = \sum_{i=1}^n r_{ij}$	17	29	26	18	8	7
w_j	0,16190476	0,27619	0,24762	0,17143	0,07619	0,06667

$$w2 := (0.26666667 \ 0.19048 \ 0.09524 \ 0.24762 \ 0.12381 \ 0.07619)$$

$$L_Koeff := \begin{pmatrix} 0.21904762 & 0.19048 & 0.12381 & 0.28571 & 0.12381 & 0.05714 \\ 0.16190476 & 0.2851 & 0.2381 & 0.17143 & 0.06667 & 0.07619 \\ 0.28571429 & 0.20952 & 0.21905 & 0.13333 & 0.09524 & 0.05714 \\ 0.16190476 & 0.27619 & 0.24762 & 0.17143 & 0.07619 & 0.06667 \\ 0.20952381 & 0.21905 & 0.14286 & 0.2851 & 0.0619 & 0.06667 \\ 0.17142857 & 0.1619 & 0.0619 & 0.27619 & 0.24762 & 0.06667 \\ 0.18095238 & 0.14286 & 0.08571 & 0.2381 & 0.27619 & 0.07619 \end{pmatrix}$$

$$V_Koeff := w2$$

$$V_Koeff = (0.267 \ 0.19 \ 0.095 \ 0.248 \ 0.124 \ 0.076)$$

$$Koeff_rez := L_Koeff \cdot V_Koeff^T$$

$$Koeff_rez^T = (0.197 \ 0.177 \ 0.186 \ 0.176 \ 0.195 \ 0.187 \ 0.183)$$

Рис. 3. Обчислення результуючого вектору пріоритетів

7. Оцінювання методом визначення вагових коефіцієнтів на основі методу приписування балів

У методі приписування балів маємо m показників, важливість яких оцінюють n експертів. Експерт визначає, наскільки важливим є кожний показник для досліджуваної системи, і виставляє йому оцінку за шкалою від 0 до 10.

Допускається використання дробових значень, якщо експерт вважає, що показник заслуговує проміжної оцінки. Також кілька показників можуть отримати однаковий бал, якщо їх важливість вважається рівною.

Наступним кроком розраховується вага кожного коефіцієнта [1, 2]:

$$r_{ij} = \frac{h_{ij}}{\sum_{j=1}^m h_{ij}}, \quad \sum_{j=1}^m r_{ij} = 1,$$

де r_{ij} – ваги j -го показника, визначені i -м експертом; h_{ij} – бал i -го експерта, виставлений j -му показнику, n – кількість експертів, m – кількість показників.

В результаті вагові коефіцієнти визначались за формулами [1, 2]:

$$w_j = \frac{\sum_{i=1}^n r_{ij}}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n r_{ij}}; \quad \sum_{j=1}^m w_j = 1.$$

Розрахунок вагових коефіцієнтів для критеріїв наведено у табл. 10.

Таблиця 10

Значення вагових коефіцієнтів

Показники Експерти	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	$\sum_{j=1}^m h_{ij}$	Ваги показників					
								r_{i1}	r_{i2}	r_{i3}	r_{i4}	r_{i5}	r_{i6}
1	9	8	5	10	7	6	45	0,2	0,17778	0,11111	0,22222	0,15556	0,13333
2	7	10	5	9	8	6	45	0,15555556	0,22222	0,11111	0,2	0,17778	0,13333
3	6	7	9	8	5	10	45	0,13333333	0,15556	0,2	0,17778	0,11111	0,22222
4	8	6	4	10	7	5	40	0,2	0,15	0,1	0,25	0,175	0,125
5	6	9	5	10	8	7	45	0,13333333	0,2	0,11111	0,22222	0,17778	0,15556
							$\sum_{i=1}^n r_j$	0,82222222	0,90555556	0,63333333	1,07222222	0,79722222	0,76944444
							w_j	0,16444444	0,18111111	0,12666667	0,21444444	0,15944444	0,15388889

Далі було проведено такі ж розрахунки для кожного з підходів, приклад наведено у табл. 11.

Таблиця 11

Значення вагових коефіцієнтів для ISO/IEC 23894

Показники Експерти	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	$\sum_{j=1}^m h_{ij}$	Ваги показників					
								r_{i1}	r_{i2}	r_{i3}	r_{i4}	r_{i5}	r_{i6}
1	9	8	9	7	7	8	48	0,1875	0,16666667	0,1875	0,14583333	0,14583333	0,16666667
2	10	8	9	6	7	7	47	0,21276596	0,17021277	0,19148936	0,12765957	0,14893617	0,14893617
3	8	7	8	7	6	7	43	0,18604651	0,1627907	0,18604651	0,1627907	0,13953488	0,1627907
4	9	7	8	7	6	7	44	0,20454545	0,15909091	0,18181818	0,15909091	0,13636364	0,15909091
5	9	8	8	6	6	8	45	0,2	0,17777778	0,17777778	0,13333333	0,13333333	0,17777778
							$\sum_{i=1}^n r_j$	0,99085792	0,83653882	0,92463183	0,72870785	0,70400136	0,81526222
							w_j	0,19817158	0,16730776	0,18492637	0,14574157	0,14080027	0,16305244

В результаті обчислено значення результуючого вектору пріоритетів (рис. 4) та отримано результат оцінювання: найкращий результат за розрахунками отримали ЄС (AI Act) та Велика Британія (White Paper) – 0,169. Найгірший результат показав китайський метод – 0,161. Хоча варто відмітити, що розходження між усіма методами мінімальні: США (NIST AI RMF) – 0,167; ISO/IEC 23894 – 0,164; Канада (AIDA) – 0,163; Південна Корея (AI Basic Act) – 0,162.

```
w3 := (0.16444444 0.18111111 0.12666667 0.21444444 0.15444444 0.15388889)

L_Point := (0.18559759 0.19759419 0.12088985 0.1895959 0.16525484 0.141006593)
(0.18368019 0.18309992 0.16125155 0.17913884 0.13563563 0.15719386)
(0.19817158 0.16730776 0.18492637 0.14574157 0.14080027 0.16305244)
(0.20007323 0.1744411 0.14047564 0.19998073 0.13187249 0.1531568)
(0.16796373 0.17222652 0.20166662 0.13462316 0.1301903 0.19332967)
(0.16244218 0.15809436 0.19657724 0.12821462 0.20508788 0.14958372)
(0.13253901 0.15516997 0.18277929 0.10947515 0.21906104 0.20097554)

V_Point := w3

V_Point = (0.164 0.181 0.127 0.214 0.154 0.154)

Point_rez := L_Point * V_Point^T

Point_rez^T = (0.169 0.167 0.164 0.169 0.163 0.162 0.161)
```

Рис. 4. Обчислення результуючого вектору пріоритетів

8. Оцінювання методом визначення вагових коефіцієнтів на основі числового способу

Останнім застосованим методом став метод визначення вагових коефіцієнтів на основі числового способу. У цьому методі для кожного показника обчислюється коефіцієнт відносного розкиду [1, 2]:

$$\delta_i = \frac{x_{i\max} - x_{i\min}}{x_{i\max}}$$

Оскільки значення самих показників можна було отримати з будь-якого попереднього обчислення, було обрано значення обчислень за шкалою Фішберна. Після обчислення вагових коефіцієнтів [1, 2]:

$$w_i = \frac{\delta_i}{\sum_{i=1}^m \delta_i}$$

Розрахунки вагових коефіцієнтів для критеріїв наведено у табл. 12.

Таблиця 12

Значення вагових коефіцієнтів

Показники	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
$x_{i\min}$	0,0952381	0,23809524	0,0952381	0,1428571	0,0476191	0,0476191
$x_{i\max}$	0,23809524	0,28571429	0,1904762	0,2857143	0,2380952	0,1904762
δ_i	0,59999998	0,16666667	0,5	0,5	0,8	0,75
w_i	0,18090452	0,05025126	0,1507538	0,1507538	0,241206	0,2261307

Далі, як і у попередніх методах, повторено розрахунки для усіх досліджуваних підходів регулювання ШІ. Приклад розрахунків наведено у табл. 13. А після обчислення результуючого вектору пріоритетів – рис. 5. За даним методом найкращий результат отримали китайський підхід – 0,385 та ЄС (AI Act) – 0,18. Найгірший результат показала Велика Британія (White Paper) – 0,048. Інші методи отримали наступні результати: США (NIST AI RMF) – 0,156; ISO/IEC 23894 – 0,156; Канада (AIDA) – 0,059; Південна Корея (AI Basic Act) – 0,111.

Таблиця 13

Значення вагових коефіцієнтів для Канади (AIDA)

Показники	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
$x_{i\min}$	0,19047619	0,14285714	0,1428571	0,1428571	0,0952381	0,0476191
$x_{i\max}$	0,23809524	0,23809524	0,2857143	0,2857143	0,0952381	0,0476191
δ_i	0,2	0,40000002	0,5	0,5	0	0
w_i	0,125	0,08450705	0,1056338	0,1056338	0	0

$$w4 := (0.18090452 \ 0.05025126 \ 0.1507538 \ 0.1507528 \ 0.241206 \ 0.2261307)$$

$$L_Num := \begin{pmatrix} 0.11111111 & 0.11111112 & 0.1666667 & 0.1666667 & 0.2222222 & 0.2222222 \\ 0.16901409 & 0.17605634 & 0.1690141 & 0.1690141 & 0.1760563 & 0.1408451 \\ 0.06944445 & 0.16666668 & 0.2777778 & 0.1388889 & 0.2083333 & 0.1388889 \\ 0.08450704 & 0.08450705 & 0.084507 & 0.1056338 & 0 & 0 \\ 0.125 & 0.08450705 & 0.1056338 & 0.1056338 & 0 & 0 \\ 0.23529411 & 0.47058824 & 0.2941177 & 0 & 0 & 0 \\ 0.15151515 & 0.39215679 & 0.5882353 & 0.3921569 & 0.2352941 & 0.5882353 \end{pmatrix}$$

$$V_Num := w4$$

$$V_Num = (0.181 \ 0.05 \ 0.151 \ 0.151 \ 0.241 \ 0.226)$$

$$Num_rez := L_Num \cdot V_Num^T$$

$$Num_rez^T = (0.18 \ 0.165 \ 0.165 \ 0.048 \ 0.059 \ 0.111 \ 0.385)$$

Рис. 5. Обчислення результуючого вектору пріоритетів

9. Висновки за результатами оцінювання

Після оцінювання адекватності різних міжнародних підходів регулювання штучного інтелекту щодо застосування в Україні отримано результати, які схематично наведено на рис. 6.

За результатами, описаними раніше та наведеними на рис. 6, видно, що найкращими за різними методами оцінювання виявились ЄС (AI Act) та Канада (AIDA). Причому ЄС (AI Act) показує доволі стабільні значення, що свідчить про збалансованість та зрілість регуляторної системи, де враховуються як прозорість алгоритмів, так і етична складова та інституційна підтримка.

Китайський підхід до регулювання штучного інтелекту показав найгірші результати майже за всіма методиками, тобто він є одним із найменш ймовірно інтегрованих для України.

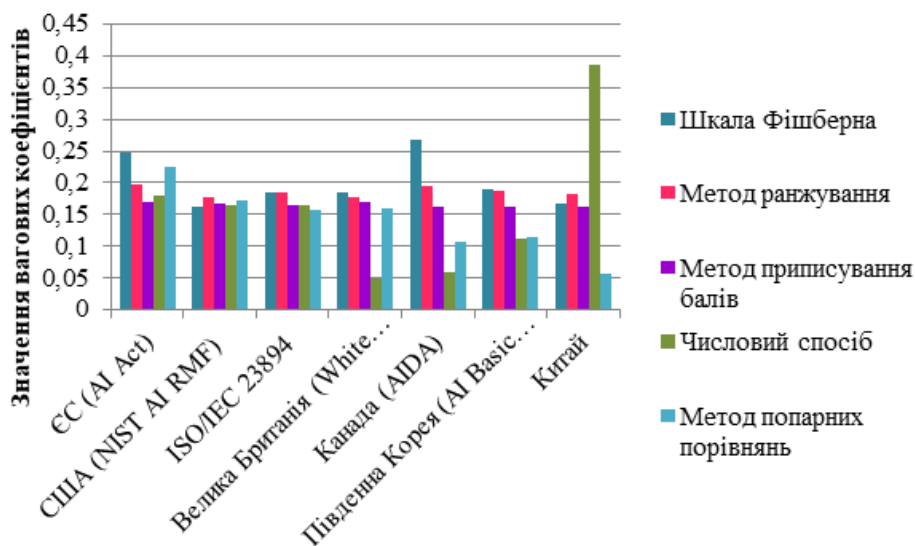


Рис. 6. Ілюстрація результатів оцінювання

США (NIST AI RMF) та ISO/IEC 23894 мають близькі результати з незначною перевагою першого. Обидва документи роблять акцент на гнучкості й стандартизації. Це робить їх доволі хорошими прикладами для України.

Велика Британія демонструє середні показники за всіма методами, що відповідає її гнучкому, ринково-орієнтованому підходу, заснованому на принципах «регулювання через довіру». Цей підхід забезпечує помірну ефективність, але нижчу централізованість.

Південна Корея має дещо нижчі значення, однак показує відносну збалансованість, але все ж це робить її не найкращим прикладом для наслідування у випадку України.

Усереднене оцінювання результатів для кожного з підходів наведено у табл. 14.

Таблиця 14

Усереднене оцінювання результатів

Методи (документи)	Середній результат
EC (AI Act)	0,2038
США (NIST AI RMF)	0,1684
ISO/IEC 23894	0,1716
Велика Британія (White Paper)	0,1474
Канада (AIDA)	0,1584
Південна Корея (AI Basic Act)	0,1532
Китай	0,1908

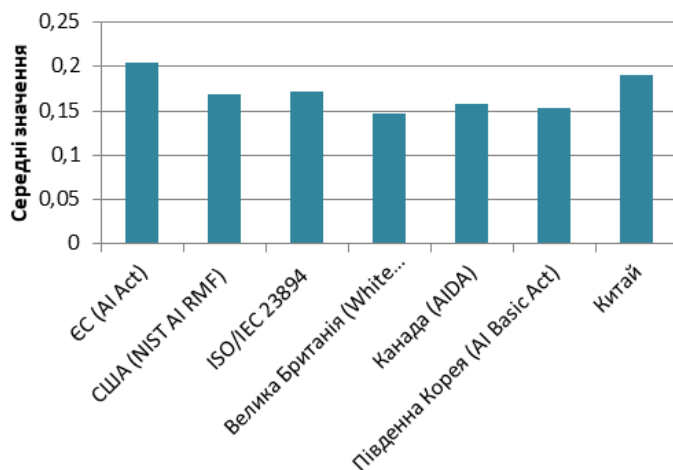


Рис. 7. Усереднене оцінювання результатів

Висновки

У результаті дослідження і проведення оцінювання ми дійшли висновків, що одними з найкращих прикладів регулювання ШІ для України є ЄС (AI Act) та Канада (AIDA). Адже саме вони показали найстабільніші позитивні результати.

А серед прикладів, які навряд знайдуть успішний шлях інтеграції в Україні, є китайський підхід, який хоч і доволі цікаво побудований, та все ж акцентує увагу більше не на пріоритетних для України критеріях.

Список літератури:

1. Горбенко І. Д. Методи, методика та результати порівняльного аналізу електронних підписів згідно ДСТУ ISO/IEC 14888-3:2014 / І. Д. Горбенко, М. В. Єсіна // Вісник Нац. ун-ту “Львівська політехніка”: Серія “Автоматика, вимірювання та керування”. Львів : Львівська політехніка, 2016. № 852. С. 9–22.
2. Горбенко Ю. І., Ганзя Р. С., Акользіна О. С. Електронні підписи на основі ідентифікаторів та бінарного відображення // Прикладна радіоелектроніка. 2015. Т. 14. № 4. С. 284–290.
3. EU AI Act: first regulation on artificial intelligence. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20230601STO93804/eu-ai-act-first-regulation-on-artificial-intelligence>.
4. Artificial Intelligence Risk Management Framework: Generative Artificial Intelligence Profile. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ai/NIST.AI.600-1.pdf>.
5. Information technology – Artificial intelligence – Guidance on risk management [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/77304/cb803ee4e9624430a5db177459158b24/ISO-IEC-23894-2023.pdf>.
6. AI Watch: Global regulatory tracker – United Arab Emirates. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.whitecase.com/insight-our-thinking/ai-watch-global-regulatory-tracker-uae>.
7. Albania turns to AI to beat corruption and join EU [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.politico.eu/article/albania-use-ai-artificial-intelligence-join-eu-corruption/>.
8. Interim Measures for the Management of Generative Artificial Intelligence Services [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.chinalawtranslate.com/en/generative-ai-interim/#gsc.tab=0>.
9. A pro-innovation approach to AI regulation 3 August 2023 [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.gov.uk/government/publications/ai-regulation-a-pro-innovation-approach/white-paper?utm_source=chatgpt.com#part-7-conclusion-and-next-steps.
10. The Artificial Intelligence and Data Act (AIDA) – Companion document. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ised-isde.canada.ca/site/innovation-better-canada/en/artificial-intelligence-and-data-act-aida-companion-document>.
11. South Korea Artificial Intelligence (AI) Basic Act [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.trade.gov/market-intelligence/south-korea-artificial-intelligence-ai-basic-act>
12. Oletsky O. Enhancing Consistency of Pairwise Comparisons on the Base of Linear Algebraic Equations. NaUKMA Research Papers. Computer Science. 2023. Т. 5. С. 85–91. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://nrpcmp.ukma.edu.ua/article/view/275238>.
13. Lyashenko, E. M., Klymash, M. P., Lyashko, O. A. On creation of expert knowledge base for estimation of state of organizational systems // International Journal of Fuzzy Systems and Advanced Applications. 2014. Vol. 1. P. 7–13.
14. Alguliyev R. M., Nabibayova G. Ch., & Abdullayeva S. R. Evaluation of websites by many criteria using the algorithm for pairwise comparison of alternatives // I.J. Intelligent Systems and Applications. 2020. Vol. 12, No. 6. P. 64–74. <https://doi.org/10.5815/ijisa.2020.06.05>.

Надійшла до редколегії 15.10.2025

Відомості про авторів:

Логачова Єлизавета Олегівна – Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, студентка кафедри кібербезпеки інформаційних систем, мереж і технологій, навчально-науковий інститут комп’ютерних наук та штучного інтелекту; Україна; e-mail: lohachova2020kb11@student.karazin.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9815-466X>

Єсіна Марина Віталіївна – канд. техн. наук, доцент, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, завідувачка кафедри кібербезпеки інформаційних систем, мереж і технологій, навчально-наукового інституту комп’ютерних наук та штучного інтелекту; ПАТ “Інститут Інформаційних Технологій”, науковий співробітник-консультант; Україна; e-mail: m.v.yesina@karazin.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1252-7606>

Голубничий Дмитро Юрійович – канд. техн. наук, доцент, ПАТ “Інститут Інформаційних Технологій”, начальник наукового відділу; Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6873-7004>