

SECTION 15.

INFORMATION TECHNOLOGIES AND SYSTEMS

DOI 10.36074/logos-14.02.2025.039

ПІДСИСТЕМА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ РЕЙТИНГУ НА ОСНОВІ КЛЮЧОВИХ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ

Белянінова Ганна Георгіївна¹

Науковий керівник: Філатов Валентин Олександрович²

1. здобувач вищої освіти факультету комп'ютерних наук
Харківський національний університет радіоелектроніки, УКРАЇНА
ORCID ID: 0000-0001-6593-6019

2. д-р.техн.наук, професор кафедри штучного інтелекту
Харківський національний університет радіоелектроніки, УКРАЇНА
ORCID ID: 0000-0002-3718-2077

Анотація: Наведено фрагмент експертної системи для інтелектуального аналізу даних рейтингу кафедр Харківського національного університету радіоелектроніки за системою ключових показників ефективності (KPI).

З 2020 року у Харківському національному університеті радіоелектроніки започаткована система рейтингу кафедр на основі ключових показників ефективності (KPI).

Рейтинг побудовано на основі запровадженого Постановою КМУ від 24 грудня 2019 р. № 1146 «Про розподіл видатків державного бюджету між закладами вищої освіти на основі показників їх освітньої, наукової та міжнародної діяльності» так званого формульного підходу до фінансування закладів вищої освіти [1].

Показники KPI кафедр відображають масштаби освітньої діяльності (кількість студентів), обсяги фінансування наукових досліджень (кошти держбюджету, кошти замовників, гранти, наукові послуги, стипендії тощо), публікаційну активність науковців (наукометричні дані НМБ Scopus та Web of Science), фінансову спроможність кафедр (обсяги загального та спеціального фонду) [2].

Організаційно система рейтингування за KPI ґрунтується на принципах відповідності пріоритетам розвитку Університету, об'єктивності і достовірності даних, прозорості і регулярності оцінювання.

На підставі даних кафедр за три роки було створено фрагмент експертної системи для інтелектуального аналізу даних рейтингу KPI для можливості аналізу і прогнозування місця кафедри у рейтингу. Метою експертної системи моделювання показників KPI є розробка інструментальних засобів, за допомогою яких кафедра може змінювати значення вихідних даних для розрахунку рейтингу і таким чином оцінити своє місце. Головна мета створення підсистеми інтелектуального аналізу, як і самого рейтингу за системою KPI – це просування ХНУРЕ у світових рейтингах університетів [3,4].

В даному випадку експертну систему можна визначити як комп'ютерну систему, яка моделює здатність людини приймати рішення, і належить до категорії систем підтримки прийняття рішень.

Експертна система складається з двох основних компонентів: бази знань, що містить факти та правила та механізму виведення, який застосовує правила до наявних фактів для отримання нової інформації та може включати функції пояснення й налагодження. База знань містить дані та моделі подання знань. Вона є основою для розв'язання задач у відповідній предметній області.

Дані рейтингів ХНУРЕ як системи моніторингу якості освіти, перебувають у структурованому вигляді баз даних Microsoft Access, що є частиною офісного пакету [5]. У якості моделі подання знань обрана продукційна модель, що є однією з найпоширеніших. Продукційні правила описують процедурні знання і подають їх у вигляді: «якщо (умова), то (дія)». Використання правил продукцій для представлення знань забезпечує ефективність процесу виведення та завдяки природній аналогії з мисленням людини такі моделі краще відображають знання у наочній формі.

Для поєднання даних з бази знань з моделлю представлення знань застосовано програмний комплекс WizWhy від компанії WizSoft.

WizWhy – це програма для аналізу даних і машинного навчання, яка дозволяє виявляти закономірності, тенденції та несподівані правила в базах даних, а також робити прогнози для нових кейсів. Вона аналізує залежності між полями даних, де одне поле обирається як залежна змінна, а інші – як незалежні. Користувач може налаштувати параметри аналізу, такі як мінімальна ймовірність правил, кількість випадків у правилах та вартість помилок.

WizWhy формулює правила у вигляді операторів «якщо-то» та «якщо і тільки якщо», виявляючи основні закономірності, несподівані правила та випадки. На основі цих правил програма робить прогнози для нових даних, які можуть бути введені вручну або зчитані з файлу.

Програма генерує звіти, які включають:

- список правил «якщо-то» з аналізом їх пояснювальної сили;

SECTION 15.

INFORMATION TECHNOLOGIES AND SYSTEMS

- графічне представлення трендів;
- несподівані правила порівняно з базовими;
- необхідні та достатні умови для пояснення залежної змінної;
- випадки, що відхиляються від правил, які можуть бути помилками.

Розрахунок ймовірності помилки α правила «якщо-то» у WizWhy здійснюється за формулою:

$$\alpha = \sum_{k=m}^n P_{N,M}(n, k), \quad (1)$$

де:

m – кількість прецедентів у правилі «якщо-то»;

n – кількість записів, що задовольняють умові цього правила;

N – загальна кількість записів у досліджуваному файлі;

M – кількість записів, де залежна змінна R дорівнює r .

Для створення фрагменту експертної системи для моделювання показників рейтингу кафедр у форматі критеріїв KPI кафедри розподілено на умовні три групи (табл. 1).

Перша група кафедр з найкращими результатами і стабільним станом, друга група із задовільним станом і третя група з низьким рівнем показників.

Таблиця 1

Розподіл кафедр на групи

GR	SC	WS	CIT	STA	STF	BCA	BCF	MCA	MCF	ASP	SCD	SCU	SCI	SCP	DFS
1	45	11	5065	443	156	71	21	58	30	11	2021		266	1044	5701432
1	43	9	1791	1076	331	219	81	164	61	38		1880	270	109	9302165
1	22	5	1488	1184	369	280	59	102	65	44		1000	270		11276927
1	24	11	2808	598	198	118	39	65	31	33	1004		1129	97	5662230
1	18	5	915	643	195	88	41	132	57	21		31	1778	110	2423960
1	29	4	2525	167	103	19	11	19	11	13	885	1668		70	5820379
1	6	4	323	188	141	30	26	44	41	22		161	1884		3214765
1	35	15	1409	664	143	120	23	65	28	11					5244597
1	9	4	527	123	62	20	15	38	31	13	1500	200	19	94	309738
1	15	8	1098	211	106	14		95	80	28	82				1204086
2	21	8	1334	474	164	72	23	43	21	7					2969662
2	13	4	167	494	155	78	22	60	25	21					3509099
2	38	9	1466	287	95	38	17	60	25	11					988232
2	8	1	770	448	118	72	12	81	41	13					1603557

Продовження табл. 1

GR	SC	WS	CIT	STA	STF	BCA	BCF	MGA	MGF	ASP	SCD	SCU	SCI	SCP	PFS
2	12	7	685	370	65	59	5	48	21	19			58		2404869
2	21	6	1848	282	53	48	20	34	5	11			66		1310402
2	2	1	161	380	115	58	18	51	16	9				14	2715806
2	5		698	217	52	26	13	47	12	5	500				956619
2	6	10	146	106	55	12	4	38	30	17					605759
2	6	2	263	101	12			20	4	8		908			433487
3	10	5	359	146	28	29	9	26	9	15					528034
3	7	5	355	164	52	30	11	35	23						341953
3	15	3	1582	12	12			12	12	9					161673
3	2	3	9										270		
3	3	2	565											32	
3			193	109	23	3		18	3	1					679232
3	2	1	25										243		
3	3	2	217												
3	3	1	74												
3		2													
3	1		12												288484

[авторська розробка]

Ці дані, на підставі яких розраховано рейтинг кафедр, використовуємо у якості вихідних для отримання продукційних правил від системи WizWhy. У якості обмеження обрано параметр даних $GR > 2$, тобто який набір даних буде точно відповідати знаходженню в третій групі, а який – ні.

Для виведення продукційних правил джерело даних рейтингу зв'язано із програмою WizWhy (рис. 1).

Результати моделювання можна побачити на кількох вкладках програми WizWhy. Для пошуку логічних правил в системі WizWhy у полі Open Data of Type (Відкрити дані типу) обираємо базу даних рейтингу кафедр. У відкритому діалоговому вікні WizWhy відображає поля набору даних. У якості залежної змінної обираємо групу (GR) і метод аналізу – булевий. Переходимо на вкладку Тип правила і налаштовуємо параметри аналізу. Після натискання кнопки Видати правила, WizWhy автоматично показує всі правила в даних, які стосуються залежної змінної.

Звіт Rule Report про правила «якщо-то» (рис.2) містить список виявлених правил разом з аналізом пояснювальної сили правил.

SECTION 15.
INFORMATION TECHNOLOGIES AND SYSTEMS

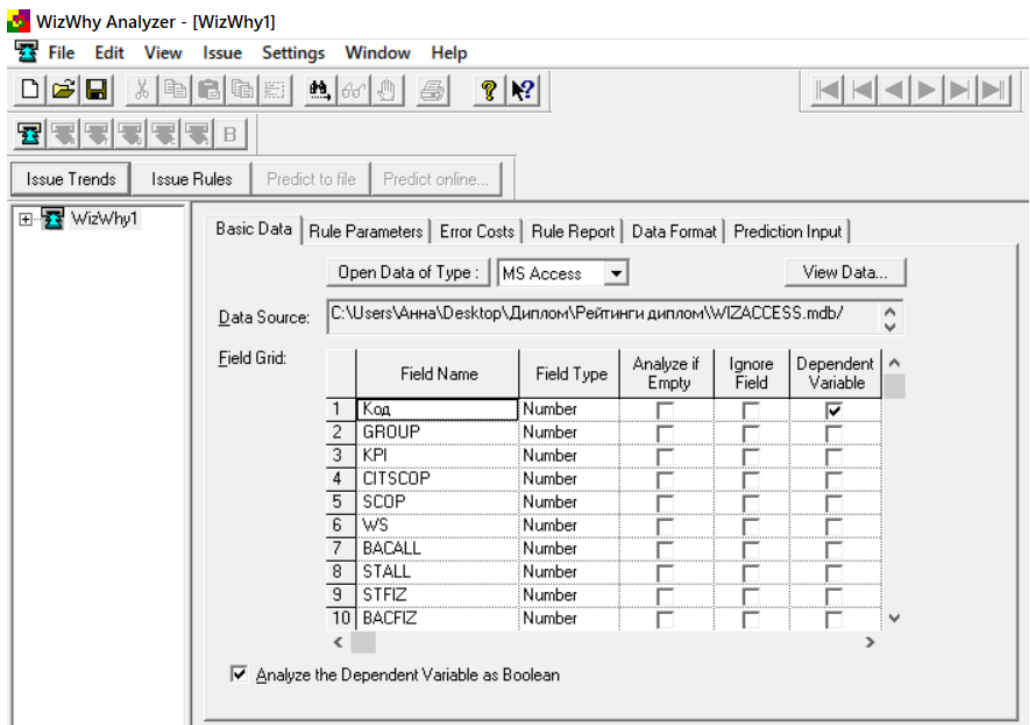


Рис. 1. Вихідні дані у системі WizWhy

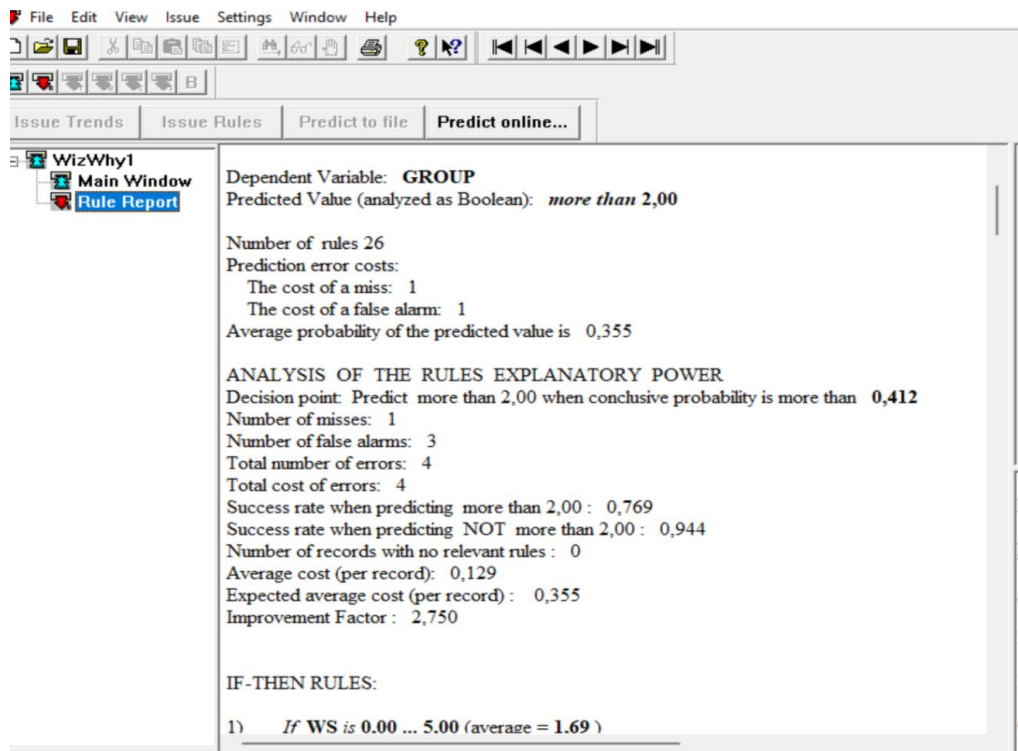


Рис. 2. Звіт про правила у системі WizWhy

Отриманий набір продукційних правил «якщо-то» має вигляд:

1) If **SCOP** is 12,00 ... 45,00 (average = 26,25)

And **ASPALL** is 11,00 ... 44,00 (average = 21,75)

Then

GROUP is not more than 2,00

Rule's probability: **1,000**

The rule exists in **12** records.

Significance Level: Error probability < 0,001

Positive Examples (records' serial numbers):

1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 13

2) If **BACFIZ** is 4,00 ... 41,00 (average = 18,33)

Then

GROUP is not more than 2,00

Rule's probability: **0,889**

The rule exists in **16** records.

Significance Level: Error probability < 0,01

Positive Examples (records' serial numbers):

1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13

Negative Examples (records' serial numbers):

21, 22

3) If **ASPALL** is 11,00 ... 44,00 (average = 20,06)

Then

GROUP is not more than 2,00

Rule's probability: **0,941**

The rule exists in **16** records.

Significance Level: Error probability < 0,001

Positive Examples (records' serial numbers):

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Negative Examples (records' serial numbers):

21

Аналогічно можна отримати набір «якщо-то» продукцій для проведення аналізу входження до першої або до другої групи кафедр.

Якщо результати моделювання не задовольняють користувача, то за допомогою прогнозування у реальному часі (Predict Online) він має змогу змінити вхідні дані, наприклад, збільшити якісь показники. Таке моделювання дає змогу орієнтовно спрогнозувати розвиток кафедри – у якому напрямку необхідно посилити роботу, щоб підвищити рейтинг кафедри.



SECTION 15.

INFORMATION TECHNOLOGIES AND SYSTEMS

Висновки. За допомогою інструменту інтелектуального аналізу даних WizWhy створено фрагмент експертної системи, у якості бази знань якої застосовано базу даних рейтингу кафедр на основі ключових показників ефективності, у якості моделі подання знань використано продукційну модель для вирішення задачі інтелектуального аналізу даних. Рейтингова система кафедр, заснована на методології ключових показників ефективності, дозволяє оцінювати результативність та ефективність роботи кафедр, а також управлінських процесів і функцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

- [1] Про розподіл видатків державного бюджету між закладами вищої освіти на основі показників їх освітньої, наукової та міжнародної діяльності. (б. д.). Офіційний вебпортал парламенту України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1146-2019-п>
- [2] Ключові показники ефективності (KPI) кафедр | ХНУРЕ - Харківський національний університет радіоелектроніки. (б. д.). NURE. <https://nure.ua/kljuchovi-pokazniki-efektivnosti-kpi-kafedr>
- [3] Белянінова, Г.Г. & Філатов, В.О. (2023). Рейтинги як сучасний інструмент моніторингу діяльності Харківського національного університету радіоелектроніки. *XXIX Міжн. наук.-практ. конф. «Сучасні аспекти модернізації науки: стан, проблеми, тенденції розвитку»* (с. 376–381).
- [4] Белянінова, Г., & Чала, Л. (2023). Харківський національний університет радіоелектроніки у світових рейтингах університетів. *II Міжнародної наук. конф. «Актуальні питання розвитку галузей науки»* (с. 64–65). <https://openarchive.nure.ua/handle/document/24911>
- [5] Філатов, В., Белянінова, Г., & Єрохін, М. (2023). Інформаційна система рейтингу публікаційної активності науковців харківського національного університету радіоелектроніки. *Наука і техніка сьогодні*, (2(16)). [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-2\(16\)-438-447](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-2(16)-438-447)