

*Хімичева Г.І., д.т.н, проф., Волівач А.П., ст. викл.*

*Київський національний університет технологій та дизайну*

### **ЗАСТОСУВАННЯ НЕЧІТКОГО КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ВІДПОВІДНОСТІ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ**

*Анотація.* В даній статті наведено результати досліджень щодо застосування методу нечіткого кластерного аналізу для уточнення повноти й достовірності оцінювання рівня відповідності освітньої програми на всіх етапах її акредитації. В ході досліджень для оцінювання рівня відповідності освітньої програми було запропоновано механізми та інструменти, які дозволяють перевести критеріальні оцінки з якісних в кількісні, зокрема метод *k*-середніх для проведення нечіткого кластерного аналізу. Такий підхід до аналізу процедур акредитації освітньої програми дозволив більш точно визначити рівень її відповідності та термін дії сертифікату. Наведені в роботі принципи, методи й підходи будуть корисні ЗВО в ході проведення самоаналізу освітніх програм, результатів попереднього експертного їх оцінювання та на завершальному етапі акредитації.

*Ключові слова:* освітня програма; нечіткий кластерний аналіз; критерії; рівні акредитації; якісна й кількісна оцінки.

***Khimicheva G.I., Volivach A.P.***

*Kyiv National University of Technologies and Design*

### **APPLICATION OF FUZZY CLUSTER ANALYSIS TO ASSESS THE LEVEL OF COMPLIANCE OF THE EDUCATIONAL PROGRAM**

*Abstract.* The article presents the results of research on the application of the fuzzy cluster analysis method to clarify the completeness and reliability of assessing the educational program compliance level at all stages of its accreditation. In the course of the research, the mechanisms and tools to assess the educational program compliance level have been proposed, which made it possible to translate criterion assessments from qualitative to quantitative ones, in particular the *k*-means clustering method for fuzzy cluster analysis. This approach to the analysis of the educational program accreditation procedures allowed to more accurately determine the level of its compliance and the validity of the certificate. The principles and methods presented in the paper will be useful to the HEI during the self-analysis of educational programs, the results of their preliminary expert evaluation, and at the final stage of accreditation.

*Keywords:* educational program; fuzzy cluster analysis; criteria; levels of accreditation; qualitative and quantitative assessments.

**Вступ.** Одним з пріоритетних завдань будь-якої держави є забезпечення якості освіти. Для цього у світі існують різні механізми її оцінювання. Зокрема, в Україні згідно Закону [1] створено незалежний постійно діючий орган – Національне агентство із забезпечення якості вищої освіти (НАЗЯВО). Основною місією даного агентства є застосування «Стандартів і рекомендацій щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти» (ESG) [2]. Головне завдання агентства полягає в моніторингу якості вищої освіти (ВО), шляхом проведення акредитації освітньої програми (ОП), як основної складової освітньої діяльності.

Практичний досвід доводить, що в сучасних умовах заклад вищої освіти (ЗВО) може бути конкурентоспроможним тільки за рахунок функціонування пріоритетних освітніх програм, які миттєво реагують на швидкоплинні вимоги ринку праці. Проте, для визначення їх пріоритетності та попиту у стейкхолдерів закладам освіти потрібно постійно проводити їх моніторинг. При цьому, контролювати та оцінювати ефективність та результативність функціонування ОП потрібно не лише за якісними

характеристиками, а за й кількісними оцінками. Такий підхід дозволяє прогнозувати шляхи модернізації та подальшого розвитку освітньої програми.

Слід зазначити, що акредитація ОП, починаючи з 2019 року проводиться відповідно до Положення [3] за критеріями викладеними у Додатку [4]. Проте, дані критерії мають лише описовий характер і не дозволяють кількісно оцінити рівень відповідності освітньої програми та терміну дії її сертифікату.

Проведені авторами дослідження [5, 6] щодо підвищення точності й достовірності оцінювання рівня відповідності освітніх програм доводять, що одним з ефективних механізмів є застосування математичного апарату, наприклад побудови багатофакторних моделей на базі застосування методів регресійного та кластерного аналізу тощо. Тому дослідження пов'язані з оцінюванням рівнів відповідності освітньої програми шляхом застосування нечіткого кластерного аналізу є актуальними й своєчасними.

**Постановка проблеми.** Дана робота є продовженням досліджень спрямованих на отримання більш точного і достовірного результату оцінювання рівнів якості освітньої програми, за якою здійснюється підготовка здобувачів ВО різних рівнів (бакалаврів, магістрів, докторів філософії) [5, 6].

Заявлені в ОП результати навчання повинні відповідати вимогам наведеним в [3]. Згідно з цим документом, оцінювання ОП здійснюється за кожним критерієм за допомогою чотирирівневої шкали (А, В, Е та F) [5]. Проте, дане оцінювання не дозволяє в повній мірі оцінити якість (результативність) функціонування ОП [5, 6]. Це пов'язано з тим, що згідно даного документа освітня програма має тільки якісну оцінку, якій притаманний суб'єктивний характер.

Одним з ефективних механізмів щодо визначення якості та рівня відповідності будь-якого об'єкту (процесу), в тому числі й освітньої програми (освітнього процесу) є застосування методу нечіткого кластерного аналізу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз літературних джерел показав, що існують різні принципи, методи і підходи щодо оцінювання освітньої діяльності. Так в роботі [7] автори для оцінювання процесів освітньої діяльності пропонують застосовувати кваліметричні методи і підходи, які мають достатньо високий рівень інформативності і дозволяють кількісно і якісно оцінювати, як освітній процес в цілому, так і його складові.

В роботі [8] наведено порядок і послідовність процедур за якими можна перевести якісну оцінку будь-якого об'єкту в її числове значення. Такий підхід дозволяє зменшити суб'єктивність оцінювання і мати більш точні і достовірні результати.

В роботі [9] доведено доцільність застосування факторно-критеріальних моделей для оцінювання освітніх процесів ЗВО. При цьому наголошено, що особлива увага повинна приділятися визначенню їх вагомості, тобто пріоритетності, яку доцільно застосовувати наприклад, при визначенні значущості критеріальних оцінок освітньої програми.

В роботі [10] запропоновано принципи й підходи до процедур періодичного перегляду освітніх програм. Зокрема застосування такого інструментарію, як моніторинг. При цьому для його застосування автор пропонує не тільки якісний але й кількісний підхід, який на його думку є більш інформативним і повним.

В роботі [11] проведено аналіз типових алгоритмів кластерного аналізу, які доцільно застосовувати під час вибору вихідних даних об'єктів для проведення їх подальших досліджень. Проте, автором не наведено приклади практичної реалізації даних алгоритмів і зокрема рекомендацій, які з них і для яких об'єктів доцільно застосовувати.

В роботі [12] наведено принципи і підходи та алгоритми, щодо розбиття будь-якого об'єкту, що досліджується на кластери. Проте, наведені результати загалом направлені на розв'язування задач щодо розбиття об'єктів досліджень, які описуються з урахуванням умов факторного простору при побудові багатofакторних регресійних моделей.

Таким чином, в ході досліджень до невирішених завдань було віднесено питання щодо уточнення достовірності й повноти результатів оцінювання рівнів відповідності якості ОП під час проведення акредитації шляхом їх розбиття на кластери.

**Постановка завдання.** Метою даних досліджень є перевірка повноти й достовірності даних щодо оцінювання рівня відповідності якості ОП під час проведення її акредитації.

Для вирішення сформованої мети в роботі було поставлено та вирішено наступні завдання:

- за даними НАЗЯВО відібрано 65 ОП за різними рівнями акредитації;
- проведено структурування ОП та проаналізовано їх якісне оцінювання за 9-ма критеріями;
- розроблено інтервальну шкалу для переведення якісних характеристик в кількісні;
- використано метод нечіткого кластерного аналізу для розбиття ОП за рівнями відповідності та терміном дії їх сертифікату.

#### Результати досліджень

Для перевірки повноти й достовірності оцінок, які отримують ОП в ході проведення акредитації в роботі було розроблено по-кроковий алгоритм, який складається з 6-ти етапів.

На *першому етапі* згідно даних [13] було відібрано 65 освітніх програм другого магістерського рівня вищої освіти, які охоплюють 31 спеціальність 14-ти галузей знань та функціонують в 49 закладах вищої освіти України й мають різні рівні акредитації («зразкова», «акредитована», «відкладена» та «відмовлена»).

На *другому етапі* була проведена структурування 65-ти ОП за такими складовими: шифр ОП, назва ОП, галузь знань, спеціальність, ЗВО, № акредитаційної справи та рішення Національного агентства. Фрагмент результатів структурного аналізу наведений в табл. 1.

Таблиця 1

Фрагмент результатів структурного аналізу

Шифр ОП	Назва ОП	Галузь знань	Спеціальність	ЗВО	№ акредитаційної справи	Рішення Національного агентства
ОП1	Прикладне матеріалознавство	13 Механічна інженерія	132 Матеріалознавство	Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»	A-19-0178-154	акредитація ОП
ОП2	Підприємництво, торгівля та біржова діяльність	07 Управління та адміністрування	076 Підприємництво, торгівля та біржова діяльність	Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя	A-19-0007-60	умовна (відкладена) акредитація ОП
...	...	...	...	...	...	...

Закінчення табл. 1

ОП25	Системи, технології і комп'ютерні засоби мультимедіа	17 Електроніка та телекомунікації	171 Електроніка	Харківський національний університет радіоелектроніки	A-19-0021-19	акредитація ОП
...	...	...	...	...	...	...
ОП65	Професійна освіта (Дизайн виробів легкої промисловості)	01 Освіта/Педагогіка	015 Професійна освіта	Київський національний університет технологій та дизайну	A-19-0212-180	умовна (відкладена) акредитація

На *третьому етапі* було проведено порівняльний аналіз результатів звітів експертних груп з результатами експертних висновків ГЕР. Фрагмент результатів порівняльного аналізу наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Фрагмент результатів якісного оцінювання за 9-ма критеріями

Освітня програма	Критерії оцінювання ОП	Результати рівнів відповідності		Рішення Національного агентства [13]
		Звіт експертної групи [13]	Експертні висновки ГЕР [13]	
ОП1	1	B	B	«акредитована»
	2	B	B	
	3	A	A	
	4	B	B	
	5	A	A	
	6	B	B	
	7	B	B	
	8	B	B	
	9	A	A	
...	....	...	...	...
ОП5	1	B	B	«відкладена»
	2	<b>B</b>	<b>E</b>	
	3	B	B	
	4	B	B	
	5	B	B	
	6	<b>B</b>	<b>E</b>	
	7	B	B	
	8	B	B	
	9	B	B	
...	...	...	...	...
ОП7	1	B	B	«акредитована»
	2	B	B	
	3	A	<b>B</b>	
	4	B	B	
	5	A	<b>B</b>	
	6	B	B	

Закінчення табл. 2

	7	A	B	
	8	B	B	
	9	B	B	
...	...	...	...	...
ОП13	1	E	B	«відкладена»
	2	E	E	
	3	B	B	
	4	E	E	
	5	E	B	
	6	B	B	
	7	E	B	
	8	E	B	
	9	B	B	
...	...	...	...	...
ОП65	1	E	E	«відкладена»
	2	E	E	
	3	B	B	
	4	B	B	
	5	B	B	
	6	B	B	
	7	B	B	
	8	B	B	
	9	B	B	

За результатами проведеного аналізу (табл. 2) встановлено, що 63% ОП мали розходження в результатах експертного оцінювання та висновків ГЕР. Ці розходження стосувались рівнів оцінювання критеріїв, як в сторону їх зменшення так і в сторону їх збільшення. Наприклад, в ОП5 не співпали рівні оцінювання 2-го та 6-го критеріїв; в ОП7 3-го, 5-го та 7-го критеріїв; в ОП13 1-го, 5-го, 7-го та 8-го критеріїв. Тому для більш досконалого визначення рівнів відповідності ОП потрібно застосовувати додатковий інструментарій.

На *четвертому етапі* було встановлено вплив критеріїв на якість функціонування ОП, тобто визначено її слабкі та сильні сторони. Для цього було побудовано залежність якісної характеристики (кожного з 9-ти критеріїв) від оцінок отриманих за допомогою експертних груп та висновків ГЕР. За результатами аналізу було встановлено, що з 585 критеріїв оцінених експертними групами 510 критеріїв мали повний збіг з оцінками висновків ГЕР, інші 75 критеріїв мали розходження в оцінюванні. Так, наприклад, 35 критеріїв було переведено з рівня А на рівень В, 2 критерії з рівня А на рівень Е, 3 критерії з рівня В на рівень А, 30 критеріїв з рівня В на рівень Е та 5 критеріїв з рівня В на рівень Е. Динаміку рівнів оцінювання якості 65-ти ОП за кількісними характеристиками експертного оцінювання та висновками ГЕР наведено на рис. 1.

За результатами аналізу (рис. 1) було встановлено вплив критеріїв на якість функціонування ОП, тобто визначено її сильні та слабкі сторони. Проте, результати аналізу показують, що тільки якісні характеристики не дозволяють отримати достовірну інформацію щодо оцінювання рівнів відповідності якості освітніх програм, зокрема потребують розроблення додаткових процедур щодо їх оцінювання, наприклад визначення їх кількісних характеристик.

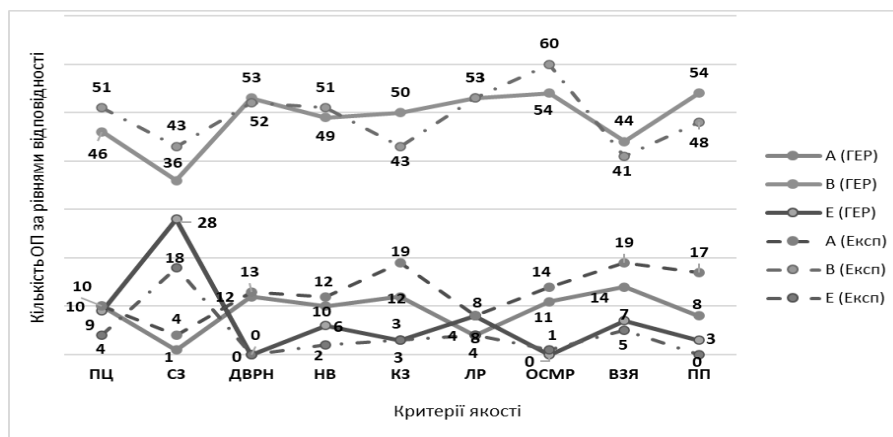


Рис. 1. Динаміка рівнів відповідності ОП за результатами експертних груп та ГЕР

Тому на *п'ятому етапі* для переведу якісних характеристик критеріїв ОП в їх кількісні значення була розроблена спеціальна інтервальна шкала. Детальний опис побудови даної шкали наведено у джерелі [6], а її приклад в табл. 3.

Таблиця 3

**Інтервальна шкала**

Якісна оцінка (згідно [3])	Кількісна оцінка в балах	Визначення	Пояснення
A	3,76 – 5	високий рівень відповідності	повна відповідність, що має інноваційний характер
B	2,51 – 3,75	достатній рівень відповідності	часткова невідповідність, недоліки мають несуттєвий характер
E	1,26 – 2,5	низький рівень відповідності	невідповідність, з можливістю усунення протягом року
F	0 – 1,25	повна невідповідність	невідповідність, без можливості усунення

Враховуючи, що заключним висновком щодо рішення НАЗЯВО про визначення рівня акредитації ОП є результати висновків ГЕР, в роботі за допомогою інтервальної шкали було переведено їх якісні оцінки критеріїв в кількісні і тим самим більш точно оцінено кожен з них. Фрагмент результатів переведу якісних оцінок (буквених) ГЕР в кількісні наведений в табл. 4.

Таблиця 4

**Фрагмент результату переведу якісних оцінок в кількісні**

Освітня програма	Критерії оцінювання ОП [4]	Рівень відповідності (ГЕР) [3]	Кількісна оцінка	Кількість рівнів відповідності	Рішення Національного агентства
ОП1	1	B	3,5	3А, 6В	акредитована
	2	B	3		
	3	A	5		
	4	B	3,2		
	5	A	5		
	6	B	3,5		
	7	B	3,2		
	8	B	3,5		
	9	A	5		

Закінчення табл. 4

ОП2	1	В	3	2Е, 7В	відкладена
	2	Е	2		
	3	В	3,4		
	4	Е	1,6		
	5	В	3,5		
	6	В	2,8		
	7	В	3		
	8	В	3,2		
	9	В	3		
...	...	...	...	...	
ОП64	1	Е	1,35	7В, 2Е	відкладена
	2	Е	1,4		
	3	В	3,5		
	4	В	3		
	5	В	3,68		
	6	В	3,75		
	7	В	3,75		
	8	В	3,6		
	9	В	3,68		
ОП65	1	Е	1,3	7В, 2Е	відкладена
	2	Е	1,3		
	3	В	3,2		
	4	В	3,35		
	5	В	3,68		
	6	В	3,6		
	7	В	3,4		
	8	В	3,7		
	9	В	3,6		

На *шостому етапі* для визначення більш точного та достовірного рівня відповідності акредитації ОП було застосовано нечіткий кластерний аналіз, зокрема метод *k*-середніх. Порядок застосування даного методу наведено в джерелі [14].

Вихідними даними для кластеризації масиву освітніх програм є матриця (1), яка має наступний вигляд:

$$X_{mn} = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{18} & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2j} & \dots & x_{21} & x_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{i(m-1)} & x_{im} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{(n-1)1} & x_{(n-1)2} & \dots & x_{(n-1)j} & \dots & x_{(n-1)1} & x_{(n-1)m} \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nj} & \dots & x_{n(m-1)} & x_{nm} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

де *m* – кількість об'єктів (у нашому випадку 65 ОП);

*n* – кількість критеріїв, за якими проводилось оцінювання ОП (у нашому випадку 9).

За результатами досліджень була побудована вихідна матриця опису 65-ти ОП за 9-ма критеріями (2), яку було використано під час кластеризації:

$$X_{mn} = \begin{pmatrix} 3,5 & 3 & 5 & 3,2 & 5 & 3,5 & 3,2 & 3,5 & 5 \\ 3 & 2 & 3,4 & 1,6 & 3,5 & 2,8 & 3 & 3,2 & 3 \\ 3,4 & 3,7 & 3,4 & 3,6 & 3,5 & 3,2 & 5 & 3,4 & 3,5 \\ 2,8 & 2 & 3,5 & 3,5 & 3,2 & 3 & 3,4 & 3,5 & 3,2 \\ 3 & 3,4 & 3,6 & 3,6 & 3,6 & 3,4 & 3,5 & 3,6 & 3,4 \\ 4,8 & 4,8 & 4,9 & 3,7 & 3,7 & 3,4 & 5 & 5 & 3,6 \\ 3,5 & 3,4 & 3,6 & 3 & 3,6 & 1,8 & 3,6 & 3,6 & 2,2 \\ 1,4 & 1,6 & 3,3 & 3,6 & 3,4 & 3,6 & 3,4 & 3,6 & 3,6 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 3,55 & 3,7 & 3,4 & 3,6 & 5 & 3,65 & 5 & 5 & 5 \\ 2,9 & 3,75 & 3,6 & 3,65 & 3,45 & 3,75 & 3,75 & 3,75 & 3,75 \\ 3,75 & 3,75 & 3,75 & 3,75 & 3,75 & 3,75 & 3,75 & 3,75 & 3,75 \\ 3,7 & 3,75 & 3,75 & 3,75 & 3,75 & 3,75 & 3,75 & 3,75 & 3,48 \\ 2,8 & 2,35 & 2,9 & 2,25 & 3,5 & 1,45 & 3,65 & 3,7 & 3,6 \\ 3,65 & 3,7 & 3,75 & 5 & 3,6 & 5 & 3,6 & 5 & 5 \\ 3,65 & 1,3 & 3,65 & 3,55 & 3,55 & 3,65 & 3,5 & 3,5 & 3,68 \\ 1,35 & 1,4 & 3,5 & 3 & 3,68 & 3,75 & 3,75 & 3,6 & 3,68 \\ 1,3 & 1,3 & 3,2 & 3,35 & 3,68 & 3,6 & 3,4 & 3,7 & 3,6 \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Кластеризація виконувалась за допомогою спеціально розробленого макросу VBA (FuzzyClusterU), в основу якого покладено алгоритм детально описаний у джерелі [14]. Під час запуску програми спочатку задається матриця даних, потім вводяться наступні параметри:

- кількість кластерів  $k = 4$ ;
- параметр експоненціальної ваги  $l = 2$ ;
- критерій зупинки  $\varepsilon = 0,00001$ .

В ході виконання макросу FuzzyClusterU за вихідними даними матриці  $X_{mn}$  випадковим чином генерується матриця нечіткого розбиття  $F$ . Належність елементів вибірки до певного класу розбиття описується за допомогою матриці  $F = [\mu_{ij}]$ . При цьому  $\mu_{ij} \in [0,1]$ ;  $i = \overline{1, m}$ ;  $j = \overline{1, k}$ , де вектор рядок  $i$  містить степені належності об'єкту  $i$  до кластеру  $j$ , а сумарне значення вектор-рядка дорівнює 1, та обчислюється за формулою (3):

$$\sum_{j=1}^k \mu_{ij} = 1. \quad (3)$$

Сума усіх значень вектор рядків знаходиться в межах (4).

$$0 < \sum_{i=1}^M \mu_{ij} < M. \quad (4)$$

Центри кластерів розраховуються за формулою (5):



$$V_j = \frac{\sum_{i=1}^n (\mu_{ij})^m X_i}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ij})^m}, j = \overline{1, k}. \tag{5}$$

Відстані між об'єктами та центрами кластерів розраховуються за формулою (6):

$$d_{ij} = \sqrt{\|X_i - V_j\|^2}. \tag{6}$$

Після результатів отриманих за формулою (6) проводиться перерахунок елементів матриці, для цього виконуються процедури за формулою (7):

$$\mu_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{\left(d_{ji}^2 \sum_{l=1}^k \frac{1}{d_{li}^2}\right)^{1/(m-1)}}, d_{ij} > 0 \\ 1, d_{ij} = 0, i = j \\ 0, d_{ij} = 0, i \neq j \end{cases}. \tag{7}$$

Процедура розбиття на кластери закінчується при виконанні умови (8):

$$\|F - F^*\| < \varepsilon. \tag{8}$$

У разі невиконання умови (8) відбувається перехід на розрахунок центрів кластерів за формулою (5).

Перевірку оптимальності та достатньої кількості кластерів було проведено за допомогою вище наведеного макросу. Для цього були визначені параметри нечіткого кластерного аналізу: внутрішньогрупове розсіювання (100,75); міжгрупове розсіювання (75,86) та якість розбиття на кластери (0,43). Результати аналізу показали, що дані параметри є оптимальними та достатніми при розбитті матриці даних на чотири кластери.

Фрагмент сформованої матриці нечіткого розбиття 65-ти ОП на чотири кластери наведено в табл. 5.

*Таблиця 5*

**Розбиття 65 ОП на 4 кластери**

Назва об'єкту	Номер кластера				Максимальне значення	Приналежність до кластеру	Вид акредитації
	1	2	3	4			
ОП1	0,33151	0,17831	0,37106	0,11912	0,37106	3	«акредитована»
ОП2	0,10361	0,28688	0,08354	0,52598	0,52598	4	«відкладена»
ОП3	0,45992	0,13732	0,30791	0,09484	0,45992	1	«зразкова»
ОП4	0,04418	0,70705	0,03219	0,21658	0,70705	2	«відкладена»
...	...	...	...	...	...	...	...
ОП60	0,82640	0,02090	0,14078	0,01191	0,82640	1	«акредитована»
ОП61	0,13156	0,30339	0,11396	0,45108	0,45108	4	«відмовлена»
ОП62	0,35826	0,14269	0,40637	0,09268	0,40637	3	«акредитована»
ОП63	0,09814	0,65476	0,08351	0,16359	0,65476	2	«відкладена»
ОП64	0,11348	0,39504	0,09531	0,39616	0,39616	4	«відкладена»
ОП65	0,11243	0,40234	0,09401	0,39122	0,40234	2	«відкладена»

Закінчення табл. 5

Wj/n	0,3925	0,3786	0,3950	0,3840			
S/n	2,7319	2,7319	2,7319	2,7319	0,2632		
d <sup>2</sup> jmax	1,1439	1,2768	1,6749	2,2835			
Кластер?	Так	Так	Так	Так			
Згущення?	Так	Так	Так	Так			

Проведений аналіз отриманих результатів (табл. 5) показав, що при розбитті 65 освітніх програм на чотири кластери. До 1-го кластера відносяться 23 ОП. Серед яких 3 ОП мають рівень акредитації – «зразкова», 1 ОП «відкладена», 19 ОП – «акредитована». До 2-го кластера відносяться – 13 ОП, які є «відкладеними». До 3-го кластера відносяться – 13 ОП, які мають наступні рівні акредитації: 1 – «зразкова» та 12 – «акредитовані». До 4-го кластера відносяться 16 ОП, з них 9 ОП – «відкладені» і 7 ОП – «відмовлені».

**Висновки.** Отримано залежності результатів оцінювання рівнів відповідності ОП (за 9-ма критеріями) експертних груп та висновків ГЕР. Аналіз даних залежностей показав, що існують розходження в результатах оцінювання. Наприклад з 585 критеріїв оцінених експертними групами 510 критеріїв мали повне співпадання з оцінками висновків ГЕР. Інші 75 критеріїв мали розходження (35 критеріїв було переведено з рівня А на рівень В, 2 критерії з рівня А на рівень Е, 3 критерії з рівня В на рівень А, 30 критеріїв з рівня В на рівень Е та 5 критеріїв з рівня В на рівень Е). Такий підхід до оцінювання рівнів відповідності показав його недосконалість, тобто довів, що якісна оцінка є не достатньо достовірною та потребує свого уточнення. Тому в роботі для підвищення точності та достовірності оцінювання рівня відповідності ОП запропоновано застосувати нечіткий кластерний аналіз, зокрема метод *k*-середніх, який дозволяє отримати не лише якісну характеристику, а і її кількісну оцінку, тобто зменшує суб'єктивну похибку результату оцінювання.

#### Список використаної літератури

1. Про вищу освіту: Закон України № 2443-VIII від 22.05.2018 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>.
2. Стандарти і рекомендації щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти (ESG). – К.: ТОВ "ЦС", 2015. – 32 с.
3. Положення про акредитацію освітніх програм, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0880-19>.
4. Критерії: Додаток до Положення про акредитацію освітніх програм, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти (пункт 6 розділу I) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0880-19#n182>.
5. Хімічева Г. І. Побудова кваліметричної моделі для оцінювання якості освітньої програми / Г. І. Хімічева, А. П. Волівач // Вісник інженерної академії України. – 2020. – № 1. – С. 153–160.
6. Khimicheva, H., Volivach, A. (2020). Mathematical Model of an Educational Program Quality Assessment. Proceedings of the National Aviation University, No. 3 (84), P. 71–79.
7. Системи якості вищих навчальних закладів: теорія і практика / О. І. Волков, Л. М. Віткін, Г. І. Хімічева, А. С. Зенкін. – Київ: Наукова думка, 2006. – 302 с.
8. Граб В. П. Кваліметрический подход к оценке показателей качества продукции / В. П. Граб // Труды международного симпозиума "Надежность и качество". – Том 1. – Пенза: ПГТУ, 2012. – С. 197–110.
9. Григораш В. В. Кваліметричний підхід до експертного оцінювання навчально-виховного процесу [Електронний ресурс] / В. В. Григораш // Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах. – 2014. – Вип. 34. – С. 140–146. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pfto\\_2014\\_34\\_22](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pfto_2014_34_22).
10. Ачкасова С. Якість, моніторинг та періодичність перегляду освітніх програм у вищому навчальному закладі [Електронний ресурс] / С. Ачкасова // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. – 2017. – № 5. – С. 194–205. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/pednauk\\_2017\\_5\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/pednauk_2017_5_19).

11. Волосяк Ю. В. Аналіз алгоритмів кластеризації для задач інтелектуального аналізу даних / Ю. В. Волосяк // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2014. – Вип. 47. – С. 112–119.
12. Лапач С. М. Визначення оптимальної кількості кластерів / С. М. Лапач // Математичні машини і системи. – 2015. – № 3. – С. 53–56.
13. Реєстр акредитаційних справ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://naqa.gov.ua/%d0%b0%d0%ba%d1%80%d0%b5%d0%b4%d0%b8%d1%82%d0%b0%d1%86%d1%96%d1%8f/>
14. Хімичева Г. І. Методика визначення рівня достовірності оцінювання якості освітньої програми ЗВО / Г. І. Хімичева, А. П. Волівач // Якість, стандартизація, контроль: теорія та практика: Матеріали 20-ї Міжнародної науково-практичної конференції, 07–11 вересня 2020 р., м. Одеса. – Київ: АТМ України, 2020. – С. 150–154.