

УДК [004.032.26+303.722.4]:338.246-047.44

## ОЦІНКА РІВНЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ТА КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ

### ESTIMATION OF ENTERPRISE ECONOMIC SAFETY WITH THE HELP OF NEURAL NETWORKS AND CLUSTER ANALYSIS

**Меліхова Т.О.**

кандидат економічних наук, доцент,  
доцент кафедри обліку, аналізу, оподаткування та аудиту  
Запорізької державної інженерної академії

*Для забезпечення ефективності роботи підприємства запропоновано концепцію оцінки економічної безпеки підприємства, в якій сформовано комплекс взаємоузгоджених математичних моделей, які охоплюють наступні блоки: нейронні мережі оцінки рівня економічної безпеки підприємства та оцінки річного економічного ефекту, одержаного за рахунок підвищення надійності економічної безпеки; кластерний аналіз оцінки рівня економічної безпеки підприємства та оцінки річного економічного ефекту, одержаного за рахунок підвищення надійності економічної безпеки.*

**Ключові слова:** Концепція, оцінка, економічна безпека, підприємство, нейронні мережі, кластерний аналіз.

*Для обеспечения эффективности работы предприятия предложена концепция оценки экономической безопасности предприятия, в которой сформирован комплекс взаимосогласованных математических моделей, которые охватывают следующие блоки: нейронные сети оценки уровня экономической безопасности предприятия и оценки годового экономического эффекта, полученного за счет повышения надежности экономической безопасности; кластерный анализ оценки уровня экономической безопасности предприятия и оценки годового экономического эффекта, полученного за счет повышения надежности экономической безопасности.*

**Ключевые слова:** концепция, оценка, экономическая безопасность, предприятие, нейронные сети, кластерный анализ.

*In order to ensure the efficiency of the enterprise, the concept of assessing the economic security of the enterprise was proposed, in which the complex of mutually agreed mathematical models was formed, which cover the following blocks: neural networks of assessing the level of economic security of the enterprise and estimating the annual economic effect obtained by increasing the reliability of economic security; cluster analysis of the estimation of the level of economic security of the enterprise and estimation of the annual economic effect, obtained at the expense of increase of economic safety reliability.*

**Key words:** concept, estimation, economic safety, enterprise, neural networks, cluster analysis.

**Постановка проблеми.** На сучасному етапі розвитку економіки метою діяльності будь-якого промислового підприємства є необхідність забезпечення економічного зростання, яке досягається за допомогою підвищення ефективності процесу управління економічною безпекою підприємства. Досягнення стабільності, зростання рентабельності та подальшого розвитку промислових підприємств, можливе при створенні дієвої системи захисту від загроз та розробки заходів щодо отримання економічного ефекту, одержаного за рахунок підвищення надійності економічної безпеки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Моделюванням оцінки загального рівня економічної безпеки підприємства займаються багато

вчених, а саме: Геєць В.М., Клопов І.О., Матвійчук А.В., Мержинський Є.К., Петренко Л.М., Турило А.М., але концепція оцінки економічної безпеки підприємства за допомогою нейронних мереж та кластерного аналізу потребує подальшого удосконалення, так як не існує єдиних методичних підходів.

**Постановка завдання.** Метою роботи є розробка та реалізація концепції оцінки економічної безпеки підприємства за допомогою нейронних мереж та кластерного аналізу.

**Вклад основного матеріалу дослідження.** Запропонована власна концепція оцінки економічної безпеки підприємства (рис. 1), яка включає наступні блоки: нейронні мережі оцінки рівня економічної безпеки підприємства та

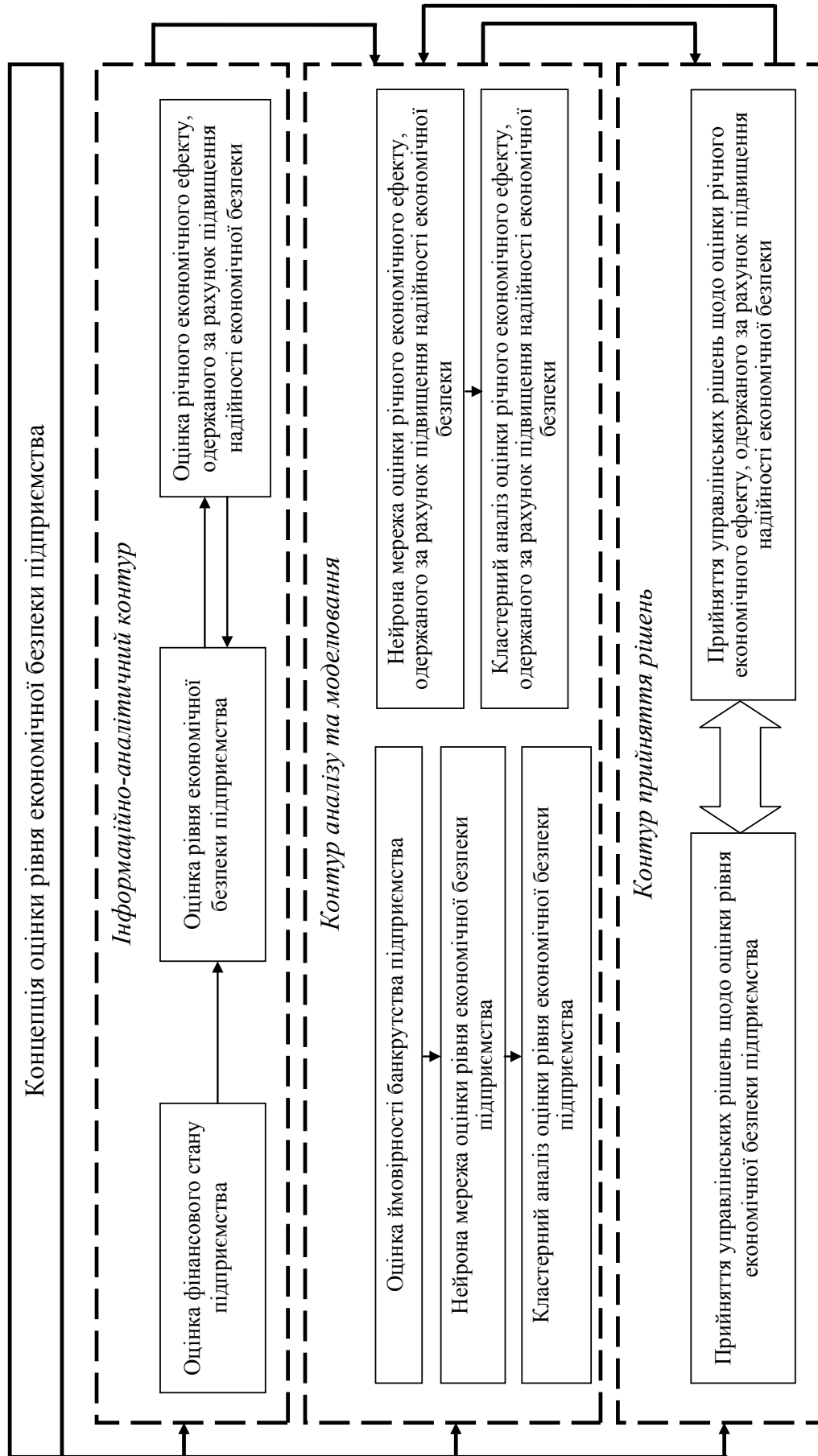


Рис. 1. Концепція оцінки рівня економічної безпеки підприємства\*

Джерело: розроблено автором

оцінки річного економічного ефекту, одержаного за рахунок підвищення надійності економічної безпеки; кластерний аналіз оцінки рівня економічної безпеки підприємства та оцінки річного економічного ефекту, одержаного за рахунок підвищення надійності економічної безпеки.

Для апробації запропонованої концепції, нами було проведено аналіз найбільших містоутворюючих промислових підприємств Запорізького регіону за 2013-2017 роки, що виявив наступні ключові фактори впливу, а саме: річний економічний ефект, одержаний за рахунок підвищення надійності економічної безпеки (X1), запобігання фінансовим санкціям (X2), пені (X3), збитку від крадіжок (X4), ризикам (X5), загрозам (X6), витоку комерційної інформації (X7), запобігання співпраці з ненадійними контрагентами (X8), ймовірність банкрутства (Y).

З використанням аналітичної системи «STATISTICA 10» була розроблена система моделей, яка складається з семи нейронних мереж, що наведено на рис. 2.

У результаті обробки отриманих даних було визначено найкращу нейронну мережу за показниками: продуктивність навчання (0,98), контр-

ольна продуктивність (0,78), тестова продуктивність (0,97). В нашому випадку це мережа з номером п'ять. Архітектура отриманої найкращої нейронної мережі «багатошаровий персептрон» (MLP 9-8-1) з дев'ятьма нейронами на вході вісьма нейронами на скритому шарі та одним виходом (рис. 3).

На підставі розробленої нейронної мережі була побудована діаграма розсіювання вхідних та модельних даних (рис. 4).

Рис. 4 свідчить, що модель нейронної мережі є адекватною, модельні експерименти відповідають вхідним даним.

Наступним кроком є проведення аналізу чутливості впливу факторів на річний економічний ефект, одержаний за рахунок підвищення економічної безпеки (рис. 5).

Дані зображені на рисунку 5 свідчать, що фактор «запобігання загрозам» (108,28) має найбільший вплив на річний економічний ефект, одержаний за рахунок підвищення економічної безпеки, другим за впливом є «ймовірність банкрутства» (26,82), третім – «запобігання витоку комерційної інформації» (17,80), четвертим – «запобігання співпраці з ненадійними

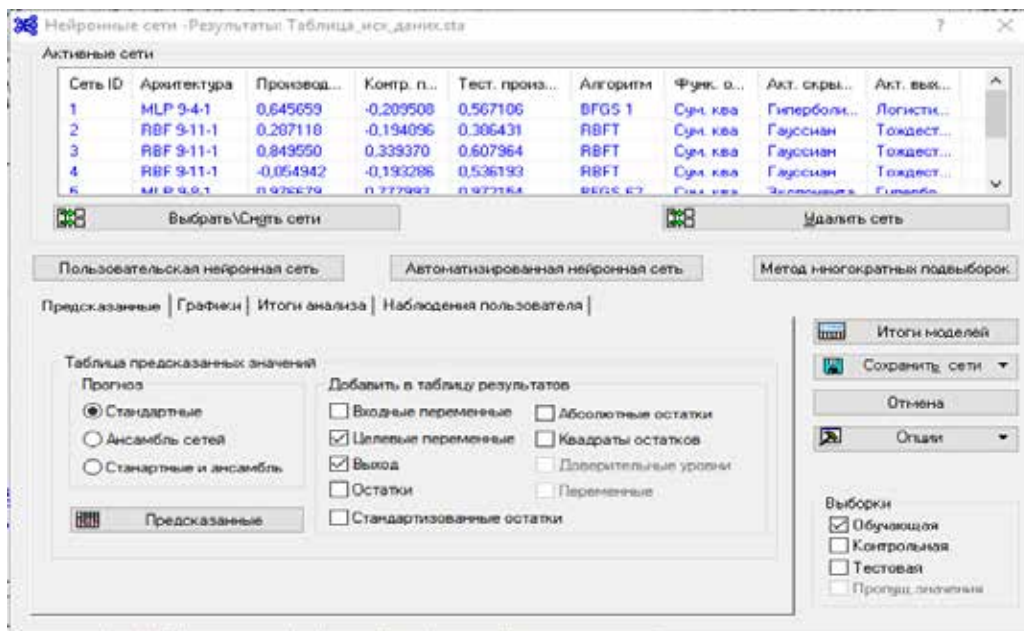


Рис. 2. Проміжний результат системи нейронних мереж оцінки річного економічного ефекту аналітичної системи «STATISTICA 10»

N	Архитектура	Производительность обуч.	Контр. производительность	Тест. производительность	Ошибка обучения	Контрольная ошибка	Тестовая ошибка	Алгоритм обучения	Функция ошибки	Ф-я актив. скрытых нейр.	Ф-я актив. выходных нейр.
1	MLP 9-4-1	0,645659	-0,209508	0,567106	8,876383E+11	1,913838E+11	1,101616E+12	BFGS 1	Сум. квадр.	Гиперболическая	Логистическая
2	RBF 9-11-1	0,287118	-0,194096	0,386431	3,844622E+26	1,208782E+25	9,136615E+22	RBFT	Сум. квадр.	Гауссиан	Тождественная
3	RBF 9-11-1	0,849550	0,339370	0,607964	2,522631E+11	5,726967E+11	6,896897E+11	RBFT	Сум. квадр.	Гауссиан	Тождественная
4	RBF 9-11-1	-0,054942	-0,193286	0,536193	1,102324E+25	1,932791E+23	1,969349E+22	RBFT	Сум. квадр.	Гауссиан	Тождественная
5	MLP 9-8-1	0,976679	0,777993	0,972154	4,134355E+10	1,728790E+11	7,513247E+10	BFGS 62	Сум. квадр.	Экспонента	Гиперболическая
6	MLP 9-7-1	0,697534	-0,051280	0,656424	6,682890E+11	1,907907E+11	1,102041E+12	BFGS 1	Сум. квадр.	Логистическая	Экспонента
7	MLP 9-6-1	0,539080	0,108225	0,769716	8,718470E+11	1,890551E+11	1,069705E+12	BFGS 1	Сум. квадр.	Экспонента	Тождественная

Рис. 3. Характеристики та архітектура системи нейронних мереж

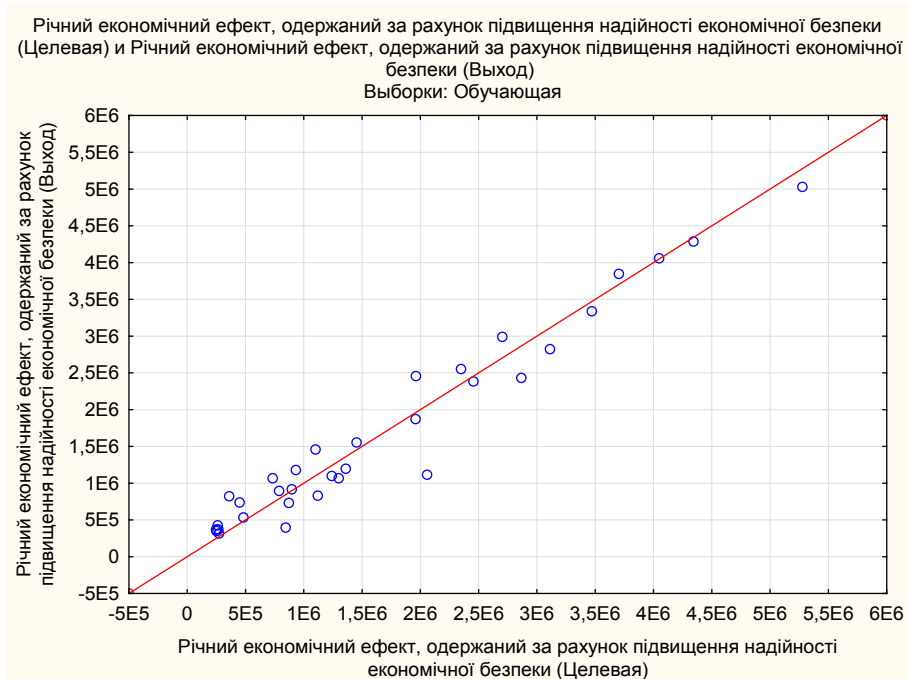


Рис. 4. Діаграма розсіювання вхідних та модельних даних

Сети	Чувствительность (Таблица_исх_данных.sta) Выборки: Обучающая							
	Запобігання загроз	Ймовірність банкрутства	Запобігання втечі комерційної інформації	Запобігання ненадійних контрагентів	Запобігання ризиків	Запобігання збитку від крадіжок	Запобігання пені	Запобігання фінансовим санкціям
1.MLP 9-4-1	1,0002	1,00664	1,00004	1,00081	1,00060	1,001029	0,999490	1,000484
2.RBF 9-11-1	0,0000	0,18808	0,00003	0,00000	0,00006	0,000002	0,000000	0,000000
3.RBF 9-11-1	1,5132	1,91298	1,57364	1,82013	1,06150	1,325296	1,232133	1,232140
4.RBF 9-11-1	0,5335	0,02497	0,17791	0,00037	0,65565	0,001722	0,000312	0,000313
5.MLP 9-8-1	108,2833	26,82503	17,79615	15,69050	15,26551	3,561008	1,992358	1,942449
6.MLP 9-7-1	1,0037	1,00428	0,99873	1,00183	1,00122	0,997872	0,999784	0,999934
7.MLP 9-6-1	1,0018	0,97770	1,00921	1,00778	1,01210	1,001376	1,004475	0,998630
Среднее	16,1908	4,56281	3,22225	2,93163	2,85666	1,126901	0,889793	0,881993

Рис. 5. Аналіз чутливості впливу факторів на річний економічний ефект, одержаний за рахунок підвищення економічної безпеки

контрагентами» (15,69), п'ятим – «запобігання ризикам» (15,27), шостим фактором виділено «запобігання збитку від крадіжок» (3,56), сьомим фактором – «запобігання пені» (1,99), найменший вплив має фактор «запобігання фінансовим санкціям» (1,94).

Також нами визначено абсолютне та відносне відхилення отриманих модельних даних від вхідних даних, які наведені в табл. 1.

Загальна розбіжність прогнозних даних річного економічного ефекту, одержаного за рахунок підвищення надійності економічної безпеки підприємств складає 0,18%.

Отже, наведені результати свідчать про те, що побудована нейрона мережа є надійною і може використовуватись для подальшого аналізу та прогнозування річного економічного ефекту, одержаного за рахунок підвищення

надійності економічної безпеки підприємств. А це дає нам змогу проаналізувати ймовірність банкрутства та рівень економічної безпеки підприємства у наступних періодах.

Було проведено кластерний аналіз досліджуваних підприємств для виявлення кластерів за рівнем стану економічної безпеки з використанням методу «ієрархічна кластеризація» (Joining (tree clustering)).

Наступним кроком стало проведення кластеризації досліджуваних підприємств за даними 2013-2017 років. Дані кластеризації досліджуваних підприємств за 2013 рік наведено на рис 6.

Рис. 6 свідчить про наявність чотирьох кластерів за даними 2013 року, а саме: перший кластер з найвищим річним економічним ефектом, одержаним за рахунок підвищення надійності економічної безпеки підприємства включає ПАТ

Таблиця 1

Аналіз відхилення експериментальних та реальних

№	Річний економічний ефект, одержаний за рахунок підвищення надійності економічної безпеки		Відхилення	
	Вхідні дані, грн	Експериментальні дані, грн	Абсолютне, грн	Відносне, %
1	2704812	2991430	286618	10,60
2	933461	1176844	243383	26,07
3	252728	349250	96522	38,19
4	2868570	2433078	-435492	-15,18
5	1101511	1458698	357187	32,43
6	1299597	1066980	-232617	-17,90
7	1239854	1095953	-143901	-11,61
8	274747	314031	39284	14,30
9	3472567	3339668	-132899	-3,83
10	249368	369426	120058	48,14
11	845505	396484	-449021	-53,11
12	898357	915759	17402	1,94
13	1963045	2456218	493173	25,12
14	267565	369695	102130	38,17
15	361307	821416	460109	127,35
16	1359600	1194711	-164889	-12,13
17	4344867	4284393	-60474	-1,39
18	3112836	2823202	-289634	-9,30
19	2057422	1114322	-943100	-45,84
20	263732	426750	163018	61,81
21	2350194	2552977	202783	8,63
22	1453086	1551294	98208	6,76
23	483156	532411	49255	10,19
24	787759	893633	105874	13,44
25	5279777	5029527	-250250	-4,74
26	735442	1065371	329929	44,86
27	451933	735435	283502	62,73
28	3704513	3844978	140465	3,79
29	1960543	1869654	-90889	-4,64
30	872541	732351	-140190	-16,07
31	1122018	829831	-292187	-26,04
32	2454868	2384411	-70457	-2,87
33	4049061	4055856	6795	0,17
Разом	55576342	55476037	-100305	-0,18

«Запоріжсталь»; другий кластер – ПАТ «Мотор-Січ»; третій кластер – ПрАТ «ЗАЗ», ПрАТ «ЗТР» і ПрАТ «Запоріжвогнетрив»; четвертий кластер з найнижчим річним економічним ефектом, одержаним за рахунок підвищення надійності економічної безпеки підприємства включає ТОВ «ЗТМК», ПАТ «Запоріжавтоматика», ПАТ «ЗАлк», ТОВ «Елемент-Перетворювач».

Дані кластеризації досліджуваних підприємств 2017 рік наведено на рис. 7.

Проведена кластеризація досліджуваних підприємств за 2017 рік, виявила наявність трьох кластерів, а саме: перший кластер з найвищим річним економічним ефектом, одержаним за рахунок підвищення надійності еко-

номічної безпеки підприємства включає ПАТ «Запоріжсталь», ПАТ «Мотор-Січ»; другий кластер – ПрАТ «ЗАЗ», ПрАТ «ЗТР» і ПрАТ «Запоріжвогнетрив»; третій кластер з найнижчим річним економічним ефектом, одержаним за рахунок підвищення надійності економічної безпеки підприємства включає ТОВ «ЗТМК», ПАТ «Запоріжавтоматика», ПАТ «ЗАлк», ТОВ «Елемент-Перетворювач».

Схема поєднання об'єктів у кластери наведено на рис. 8.

З наведеного рис. 8 ми бачимо, що на першому кроці у кластер поєднуються підприємства ПАТ «Запоріжавтоматика» та ПАТ «ЗАлк», на другому кроці до них додається ТОВ «ЗТМК», на третьому

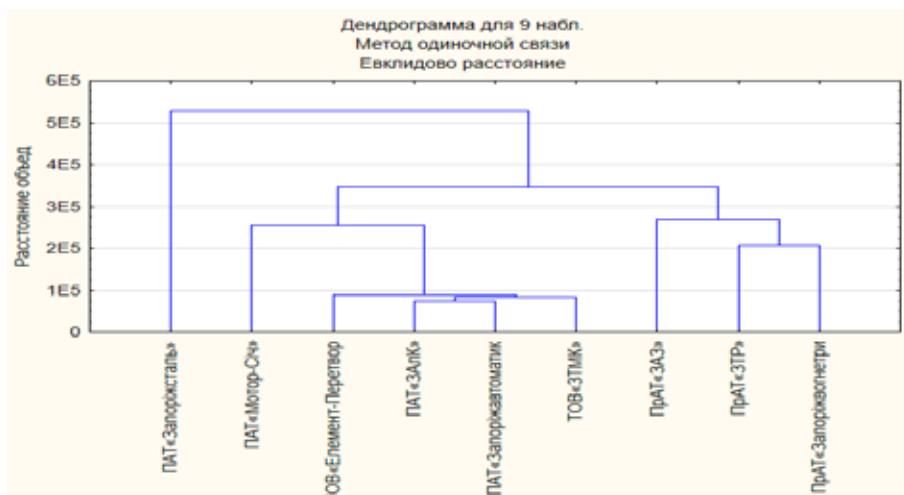


Рис. 6. Дані кластеризації досліджуваних підприємств за 2013 рік

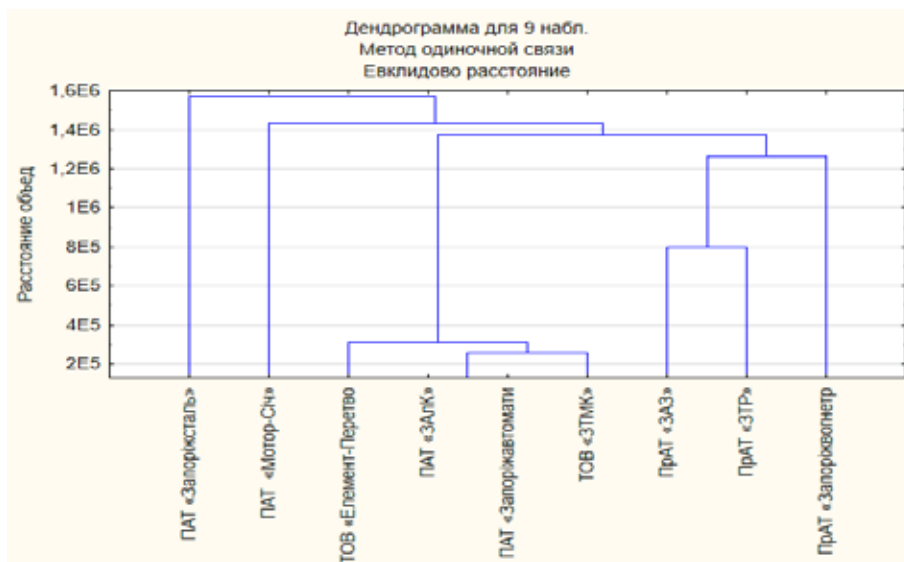


Рис. 7. Дані кластеризації досліджуваних підприємств за 2017 рік

Схема объединения (Таблица ста)								
Метод одиночной связи Евклидово расстояние								
расст. объедин.	Объект 1	Объект 2	Объект 3	Объект 4	Объект 5	Объект 6	Объект 7	Объект 8
98141.31	ПАТ «Запоріжавтоматика»	ПАТ «ЗАЛК»						
257216.3	ТОВ «ЗТМК»	ПАТ «Запоріжавтоматика»	ПАТ «ЗАЛК»					
308133.6	ТОВ «ЗТМК»	ПАТ «Запоріжавтоматика»	ПАТ «ЗАЛК»	ТОВ «Елемент-Перетворювач»				
799019.2	ПрАТ «ЗТР»	ПрАТ «ЗАЗ»						
1262765	ПрАТ «Запоріжвогнепри»	ПрАТ «ЗТР»	ПрАТ «ЗАЗ»					
1373163	ПрАТ «Запоріжвогнепри»	ПрАТ «ЗТР»	ПрАТ «ЗАЗ»	ТОВ «ЗТМК»	ПАТ «Запоріжавтоматика»	ПАТ «ЗАЛК»	ТОВ «Елемент-Перетворювач»	
1430141	ПрАТ «Запоріжвогнепри»	ПрАТ «ЗТР»	ПрАТ «ЗАЗ»	ТОВ «ЗТМК»	ПАТ «Запоріжавтоматика»	ПАТ «ЗАЛК»	ТОВ «Елемент-Перетворювач»	ПАТ «Мотор-Січ»
1572386	ПрАТ «Запоріжвогнепри»	ПрАТ «ЗТР»	ПрАТ «ЗАЗ»	ТОВ «ЗТМК»	ПАТ «Запоріжавтоматика»	ПАТ «ЗАЛК»	ТОВ «Елемент-Перетворювач»	ПАТ «Мотор-Січ»

Рис. 8. Схема поєднання об'єктів у кластери

кроці до них приєднується ТОВ «Елемент-Перетворювач», на четвертому кроці формується кластер з підприємств ПАТ «ЗТР» та ПрАТ «ЗАЗ», на п'ятому кроці до ПАТ «ЗТР» та ПрАТ «ЗАЗ» додається ПрАТ «Запоріжвогнепри».

З метою упорядкування досліджуваних підприємств в порівняно однорідні групи за рівнем фінансового стану нами була про-

ведена кластеризація підприємств за 2013-2017 роки.

Дані кластеризації досліджуваних підприємств за рівнем фінансового стану у 2013 році наведено на рис. 9.

В результаті якої отримані чотири кластери за даними 2013 року, а саме: перший кластер включає ПАТ «Мотор-Січ; другий кластер – ПАТ «Запо-

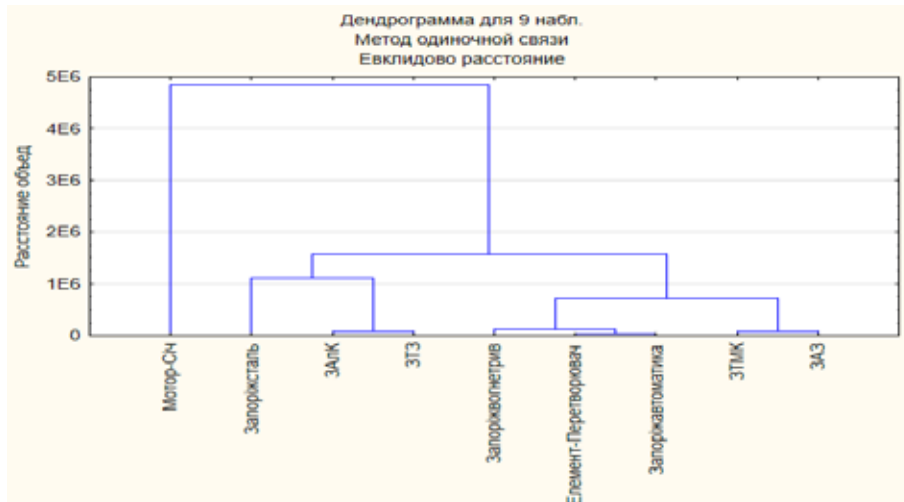


Рис. 9. Дані кластеризації досліджуваних підприємств за рівнем фінансового стану у 2013 році

Схема объединения (Таблица 13. sta)									
Метод одиночной связи									
Евклидово расстояние									
расст. объедин.	Объект 1	Объект 2	Объект 3	Объект 4	Объект 5	Объект 6	Объект 7	Объект 8	Объект 9
33448.38	Запоріжавтоматика	Елемент-Перетворювач							
73748.65	ЗАЗ	ЗТМК							
83209.34	ЗТЗ	ЗАЛК							
120963.0	Запоріжавтоматика	Елемент-Перетворювач	Запоріжвогнетрив						
721162.2	ЗАЗ	ЗТМК	Запоріжавтоматика	Елемент-Перетворювач	Запоріжвогнетрив				
1113342.	ЗТЗ	ЗАЛК	Запоріжсталь						
1672372.	ЗАЗ	ЗТМК	Запоріжавтоматика	Елемент-Перетворювач	Запоріжвогнетрив	ЗТЗ	ЗАЛК	Запоріжсталь	
4834563.	ЗАЗ	ЗТМК	Запоріжавтоматика	Елемент-Перетворювач	Запоріжвогнетрив	ЗТЗ	ЗАЛК	Запоріжсталь	Мотор-СН

Рис. 10. Схема подання об'єктів у кластери за рівнем фінансового стану у 2013 році

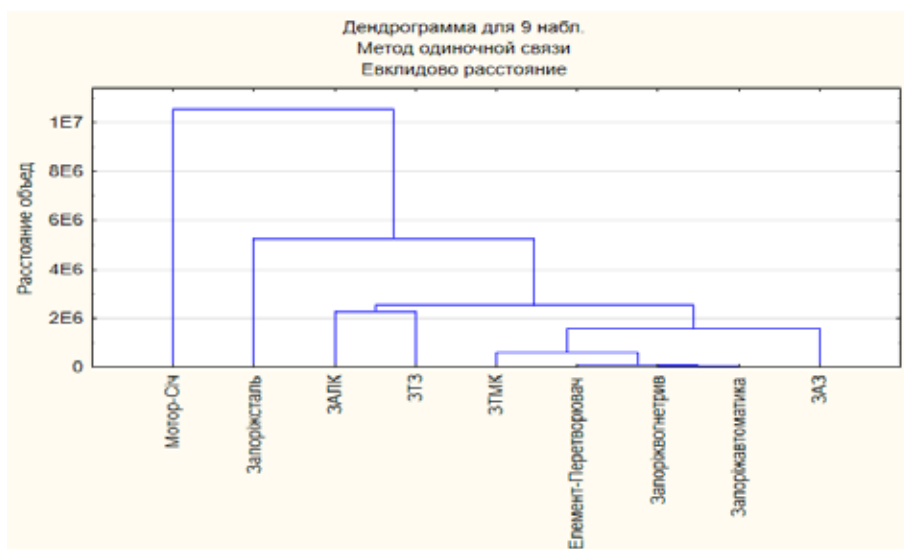


Рис. 11. Дані кластеризації за рівнем фінансового стану досліджуваних підприємств за підсумками 2017 року

ріжсталь», третій кластер – ПАТ «ЗАЛК» та ПрАТ «ЗТР»; четвертий кластер – ТОВ «ЗТМК», ПрАТ «ЗАЗ», ТОВ «Елемент-Перетворювач», ПАТ «Запоріжавтоматика» та ПрАТ «Запоріжвогнетрив».

Схема поєднання об'єктів у кластери за рівнем фінансового стану у 2013 році наведено на рис. 10. Дані кластеризації за рівнем фінансового

стану досліджуваних підприємств за підсумками 2017 року наведено на рис. 11.

Аналіз динаміки фінансового стану досліджуваних підприємств впродовж 5 років свідчить про збереження структури кластерів. Лише поглибилась диспропорція двох перших кластерів (перший кластер – ПАТ «Запоріж-

сталь»; другий кластер – ПАТ «Мотор-Січ) з іншими, що свідчить про погіршення фінансового стану групи підприємств третього та четвертого кластерів або навпаки – про покращення фінансового стану підприємств 1 і 2 кластерів. Третій кластер включає ПАТ «ЗАЛК» та ПрАТ «ЗТР»; четвертий кластер включає ТОВ «ЗТМК», ПрАТ «ЗАЗ», ТОВ «Елемент-Перетворювач», ПАТ «Запоріжавтоматика» та ПрАТ «Запоріжвогнетрив».

Схема поєднання об'єктів у кластери за рівнем фінансового стану у 2017 році наведено на рис. 12.

З метою впорядкування досліджуваних підприємств в порівняно однорідні групи за рівнем ймовірності банкрутства нами була проведена кластеризація за 2013-2017 роки. Так, за 2013 рік було виявлено 5 кластерів, що наведено на рис. 13: 1 кластер: ТОВ «ЗТМК»; 2 кластер: ПАТ «ЗАЛК»; 3 кластер: ПАТ «Мотор Січ»; 4 кластер: ПрАТ «Запоріжвогнетрив»; 5 кластер: ПАТ «Запоріжавтоматика», ПАТ «Запоріжсталь», ТОВ «Елемент-Перетворювач», ПрАТ «ЗАЗ».

Ці кластери за рівнем ймовірності банкрутства інтерпретуються наступним чином: дуже низька ймовірність банкрутства – 1,3 кластери; низька ймовірність банкрутства – 4 кластер; можлива ймовірність банкрутства – 5 кластер; дуже висока ймовірність банкрутства – 2 кластер.

Схема поєднання об'єктів у кластери за рівнем ймовірності банкрутства у 2013 році наведено на рис. 14.

За 2017 рік було виявлено наступні кластери (рис. 15): 1 кластер: ПАТ «ЗАЛК»; 2 кластер: ПАТ «Мотор Січ»; 3 кластер: ПрАТ «Запоріжвогнетрив»; 4 кластер: ПАТ «Запоріжсталь», ТОВ «ЗТМК», ПАТ «Запоріжавтоматика», ТОВ «Елемент-Перетворювач»; 5 кластер: ПрАТ «ЗТР», ПрАТ «ЗАЗ».

Ці кластери за рівнем ймовірності банкрутства інтерпретуються наступним чином: дуже

расст. объедин.	Схема объединения (Таблица данных1) Метод одиночной связи Евклидово расстояние								
	Объект 1	Объект 2	Объект 3	Объект 4	Объект 5	Объект 6	Объект 7	Объект 8	Объект 9
34641,05	Запоріжавтоматика	Запоріжвогнетрив							
95989,85	Запоріжавтоматика	Запоріжвогнетрив	Елемент-Перетворювач						
571821,0	Запоріжавтоматика	Запоріжвогнетрив	Елемент-Перетворювач	ЗТМК					
1565069,	ЗАЗ	Запоріжавтоматика	Запоріжвогнетрив	Елемент-Перетворювач	ЗТМК				
2284093,	ЗТЗ	ЗАЛК							
2523863,	ЗАЗ	Запоріжавтоматика	Запоріжвогнетрив	Елемент-Перетворювач	ЗТМК	ЗТЗ	ЗАЛК		
5228454,	ЗАЗ	Запоріжавтоматика	Запоріжвогнетрив	Елемент-Перетворювач	ЗТМК	ЗТЗ	ЗАЛК	Запоріжсталь	
105381E2	ЗАЗ	Запоріжавтоматика	Запоріжвогнетрив	Елемент-Перетворювач	ЗТМК	ЗТЗ	ЗАЛК	Запоріжсталь	Мотор-Січ

Рис. 12. Схема поєднання об'єктів у кластери за рівнем фінансового стану у 2017 році

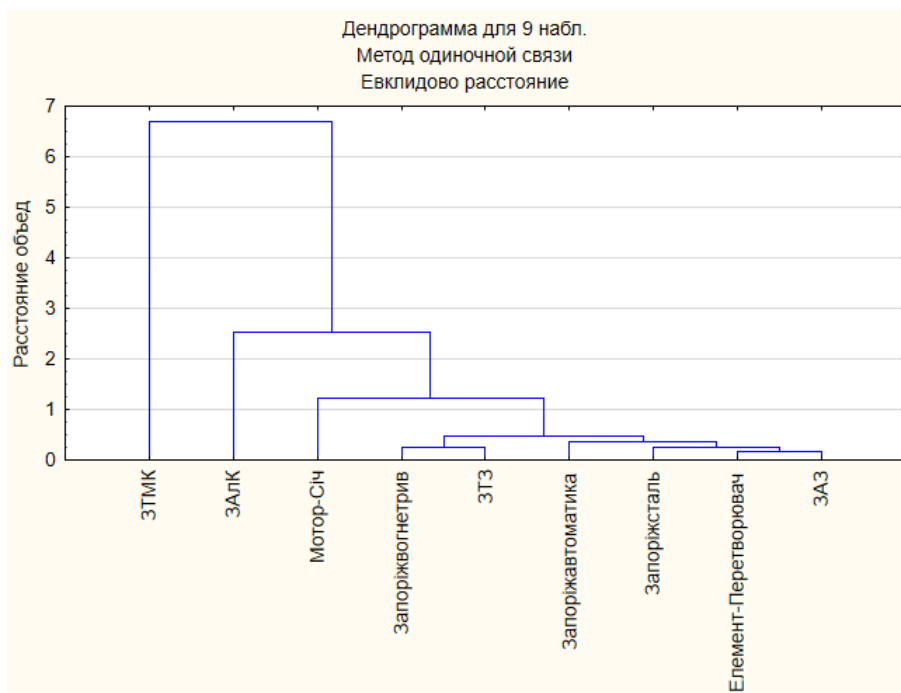


Рис. 13. Дані кластеризації досліджуваних підприємств за рівнем ймовірності банкрутства у 2013 році



Схема об'єднання (Таблиця13.sta) Метод одиночної зв'язи Евклидово расстояние									
расст. об'єдин.	Об'єкт 1	Об'єкт 2	Об'єкт 3	Об'єкт 4	Об'єкт 5	Об'єкт 6	Об'єкт 7	Об'єкт 8	Об'єкт 9
,1675429	ЗА3	Елемент-Перетворювач							
,2443444	ЗА3	Елемент-Перетворювач	Запоріжсталь						
,2471670	ЗТЗ	Запоріжвогнетрив							
,3719503	ЗА3	Елемент-Перетворювач	Запоріжсталь	Запоріжавтоматика					
,4680537	ЗА3	Елемент-Перетворювач	Запоріжсталь	Запоріжавтоматика	ЗТЗ	Запоріжвогнетрив			
1,224712	ЗА3	Елемент-Перетворювач	Запоріжсталь	Запоріжавтоматика	ЗТЗ	Запоріжвогнетрив	Мотор-Січ		
2,538001	ЗА3	Елемент-Перетворювач	Запоріжсталь	Запоріжавтоматика	ЗТЗ	Запоріжвогнетрив	Мотор-Січ	ЗАЛК	
6,689473	ЗА3	Елемент-Перетворювач	Запоріжсталь	Запоріжавтоматика	ЗТЗ	Запоріжвогнетрив	Мотор-Січ	ЗАЛК	ЗТМК

Рис. 14. Схема поєднання об'єктів у кластери за рівнем ймовірності банкрутства у 2013 році

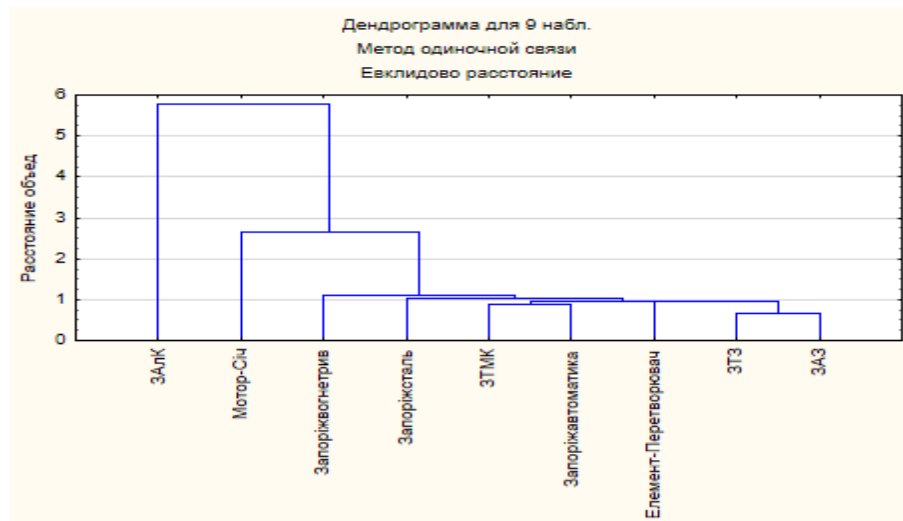


Рис. 15. Дані кластеризації досліджуваних підприємств за рівнем ймовірності банкрутства у 2017 році

Схема об'єднання (Таблиця17я.sta) Метод одиночної зв'язи Евклидово расстояние									
расст. об'єдин.	Об'єкт 1	Об'єкт 2	Об'єкт 3	Об'єкт 4	Об'єкт 5	Об'єкт 6	Об'єкт 7	Об'єкт 8	Об'єкт 9
,6683550	ЗА3	ЗТЗ							
,8845991	Запоріжавтоматика	ЗТМК							
,9439586	ЗА3	ЗТЗ	Елемент-Перетворювач						
,9512457	ЗА3	ЗТЗ	Елемент-Перетворювач	Запоріжавтоматика	ЗТМК				
1,021178	ЗА3	ЗТЗ	Елемент-Перетворювач	Запоріжавтоматика	ЗТМК	Запоріжсталь			
1,117872	ЗА3	ЗТЗ	Елемент-Перетворювач	Запоріжавтоматика	ЗТМК	Запоріжсталь	Запоріжвогнетрив		
2,636628	ЗА3	ЗТЗ	Елемент-Перетворювач	Запоріжавтоматика	ЗТМК	Запоріжсталь	Запоріжвогнетрив	Мотор-Січ	
5,785513	ЗА3	ЗТЗ	Елемент-Перетворювач	Запоріжавтоматика	ЗТМК	Запоріжсталь	Запоріжвогнетрив	Мотор-Січ	ЗАЛК

Рис. 16. Схема поєднання об'єктів за рівнем ймовірності банкрутства у кластери за підсумками 2017 року

низька ймовірність банкрутства – 2 кластер;  
низька ймовірність банкрутства – 3 кластер;  
можлива ймовірність банкрутства – 4 кластер;  
дуже висока ймовірність банкрутства – 1, 5 кластери.

Схема поєднання об'єктів за рівнем ймовірності банкрутства у кластери за підсумками 2017 року наведено в рис. 16.

Для аналізу впливу на рівень стійкості економічної безпеки підприємства сформовано мно-

жини факторів економічної ефективності господарської діяльності підприємства (7 факторів), фінансового стану підприємств (19 факторів) та ймовірності банкрутства (7 факторів) найбільших містоутворюючих промислових підприємств Запорізького регіону за 2013-2017 роки. В результаті було розроблено самоорганізаційну карту Кохонена (SOFM 52-4) з використанням аналітичної системи «STATISTICA 10» (рис. 17).

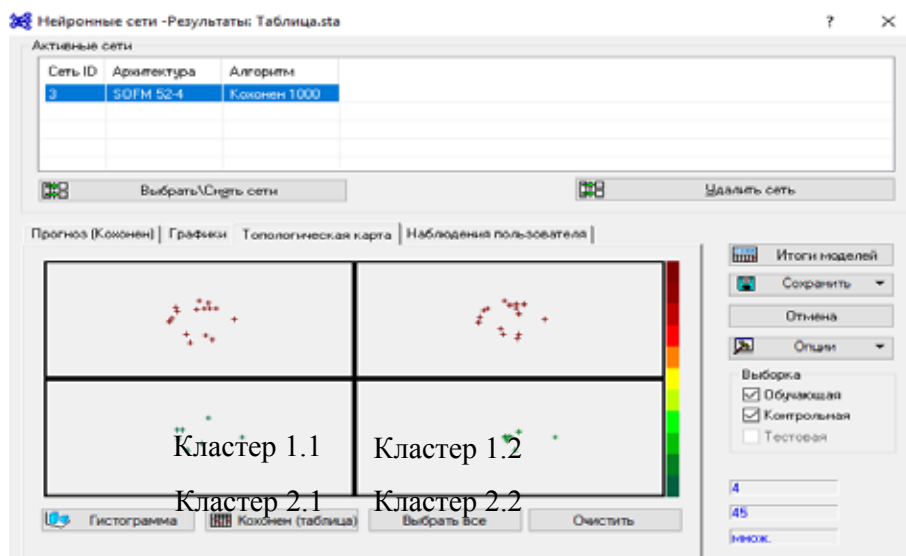


Рис. 17. Діалогове вікно виявлених кластерів за рівнем стійкості економічної безпеки

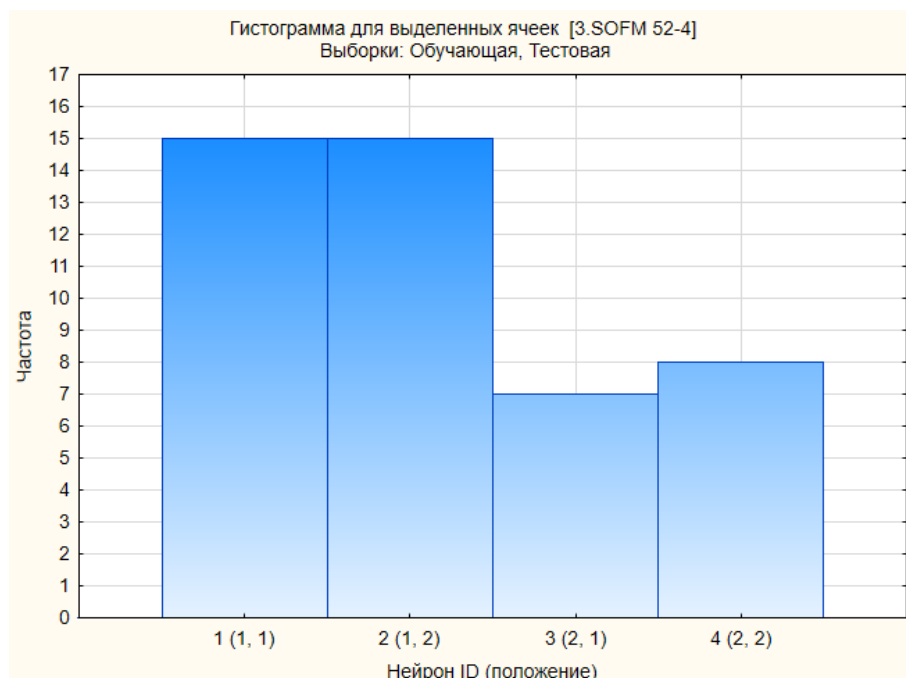


Рис. 18. Розподіл спостережень між кластерами самоорганізаційної карти Кохонена (SOFM 52-4)

Отримана нейронна мережа з некерованим навчанням (SOFM 52-4) дозволяє сформувати множину підприємств розподілених на чотири ID нейрони, що характеризує положення за рівнем стійкості економічної безпеки. Сформована вибірка вхідних даних досліджуваних підприємств розподілених на 4 кластери представлена на рис. 18.

Отже, сформовані кластери можна інтерпретувати наступним чином: нейрон 1 (кластер 1.1) – рівень стійкості економічної безпеки – кризовий; нейрон 2 (кластер 1.2) – рівень стій-

кості економічної безпеки – нестійкий; нейрон 3 (кластер 2.1) – рівень стійкості економічної безпеки – стійкий; нейрон 4 (кластер 2.2) – рівень стійкості економічної безпеки – дуже стійкий.

**Висновки.** Підґрунтям для поліпшення економічної безпеки підприємства є формування єдиної керуючої системи, яка базується на економіко-математичному апараті сформованого на підставі фінансового аналізу, розрахунку ймовірності банкрутства, оцінки річного економічного ефекту, одержаного за рахунок підвищення надійності економічної безпеки.

**БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:**

1. Клопов І. О. Управління економічною безпекою промислового підприємства. URL: [http://www.nbu.gov.ua/portal/Natural/Vznu/eco/2011\\_1/043-52.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/Natural/Vznu/eco/2011_1/043-52.pdf).
2. Матвійчук А.В. Моделювання фінансової стійкості підприємств із застосуванням теорій нечіткої логіки, нейронних мереж і дискримінантного аналізу. *Вісник НАН України*. 2010. № 9. С. 24 – 46.
3. Мержинський Є.К. Концепція моделювання загроз логістичної системи підприємства. *Вісник хмельницького національного університету: Економічні науки*. Хмельницький. 2016. №2. Т.1 (234). С.142-146.
4. Мержинський Є.К. Вдосконалення механізму прогнозування виробничого процесу на підприємстві. *Економіка та управління підприємствами*. 2015. Вип. IV (60). С. 96-104.
5. Мержинський Є.К. Костенко Д.П. Концептуальна модель розвитку енергоспоживаючих систем металургійного підприємства. *Економічний вісник Запорізької державної інженерної академії*. 2017. Вип. 3 (09). С. 165-169.
6. Моделювання економічної безпеки: держави, регіону, підприємства : монографія / В. М. Геєць, М. О. Кизим, Т. С. Клебанова та ін. ; за ред. В. М. Геєця. Харків. 2006. 239 с.
7. Петренко Л.М. Моделювання управління фінансовою безпекою підприємства: автореф. дис. ... канд. екон. наук: 08.00.11. ДВНЗ «Київський національний економічний університет ім. В. Гетьмана». Київ, 2010. 17 с.
8. Турило А.М., Афанас'єв Є.В., Капітула С.В. Моделювання та методологічні підходи до інтегрованої оцінки загального рівня економічної безпеки підприємства. *Вісник Криворізького економічного університету КНЕУ*: зб. наук. праць. Кривий Ріг, 2007. № 4 (12). С. 32–42.