

УДК 004.032.26

Кузьменко Ілона Русланівна,
здобувач освіти,
Національний авіаційний університет
Науковий керівник – **Тельнова Ганна Володимирівна,**
д. е. н., доцент
професор кафедри бізнес-аналітики та цифрової економіки,
Національний авіаційний університету (м. Київ)

ІНСТРУМЕНТИ КАРТИ КОХОНЕНА ДЛЯ ГРУПУВАННЯ КРАЇН ЗА РІВНЕМ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ ТА НЕОКЛАСИЧНИМИ ЧИННИКАМИ

Актуальність: Побудовано самоорганізаційну карту Кохонена — нейронну мережу, яка використовується для конструювання багатовимірного простору в простір з нижчою розмірністю. Самоорганізаційна карта Кохонена є ефективним інструментом для візуалізації багатовимірних даних та дозволила визначити кластеризацію даних.

Ключові слова: карта Кохонена, кластери, кластеризація, нейронна мережа, економічне зростання, неокласичні фактори

Карта Кохонена (рис. 1) побудована по даних 20-ти країн за такими показниками 2021 року: рівень економічного зростання, валове нагромадження капіталу, валове заощадження, зайнятість населення старше 15 років та приріст населення. Інформаційною базою для отримання показників є сайт Світового банку [1].

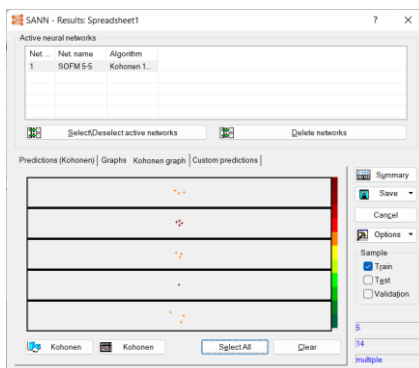
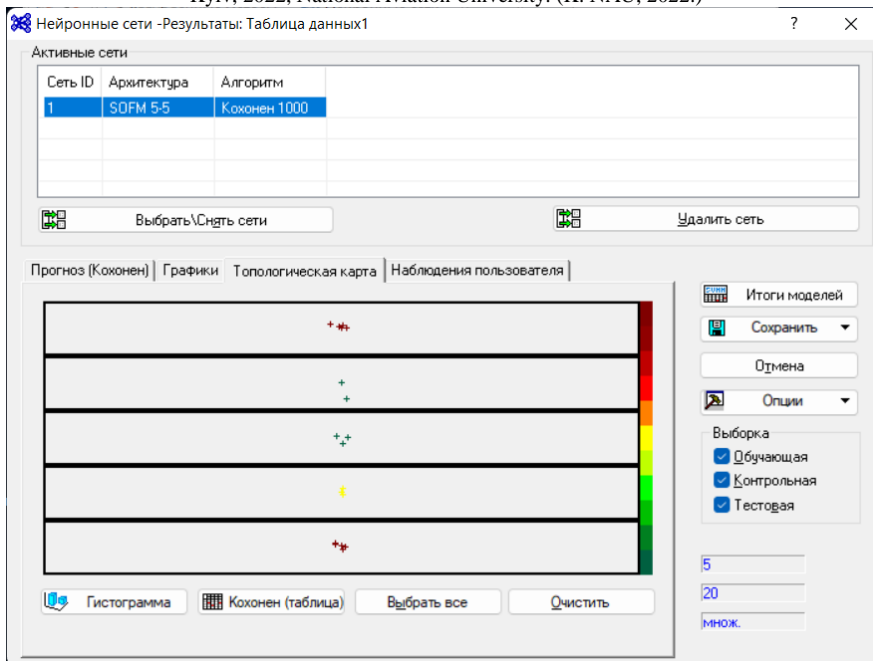


Рис. 1. Графічне представлення карти Кохонена на прикладі 5 кластерів



На рис. 2 представлено результати кластеризації за нейронною мережею 20 країн.

spreadsheet for selected cells (Spreadsheet1)

Kohonen spreadsheet for selected cells (Spreadsheet1)
Number of selected cases: 14, Number of selected cells: 5
Samples: Train

Case name	Neuron location	Neuron ID	Activation	Var1	Var2	Var3	Var4	Var5
Armenia	(2, 1)	2	0,254113	5,00000	19,00000	20,00000	57,90000	0,00000
Austria	(2, 1)	2	0,242397	4,50000	27,00000	24,00000	55,70000	-0,90000
Azerbaijan	(5, 1)	5	0,383859	7,40000	32,00000	30,00000	42,20000	1,20000
Bahrain	(5, 1)	5	0,778344	13,90000	29,00000	17,00000	39,80000	-1,80000
Belgium	(1, 1)	1	0,436086	7,60000	24,00000	44,00000	57,20000	0,50000
Brazil	(2, 1)	2	0,222418	7,40000	26,00000	22,00000	51,50000	-0,80000
Canada	(3, 1)	3	0,218005	9,80000	21,00000	18,00000	63,40000	1,80000
Chad	(3, 1)	3	0,270204	6,10000	17,00000	14,00000	64,20000	1,40000
Czechia	(2, 1)	2	0,235432	8,10000	22,00000	25,00000	55,70000	0,20000
Denmark	(1, 1)	1	0,382772	1,60000	29,00000	28,00000	66,30000	0,20000
Egypt	(1, 1)	1	0,112814	3,70000	24,00000	35,00000	63,90000	0,70000
France	(3, 1)	3	0,309579	10,60000	20,00000	13,00000	55,40000	0,70000
Germany	(5, 1)	5	0,571100	7,00000	46,00000	32,00000	51,00000	1,10000
Ghana	(4, 1)	4	0,004227	12,50000	24,00000	19,00000	53,80000	1,60000

Рис.3. Результати кластеризації розподілу по кластерам країни за картою Кохонена.

Таблиця 1

Середні значення за кластерами

Країна	Економічне зростання	Валове нагромадження капіталу	Валове заощадження капіталу	Зайнятість населення старше 15 років	Приріст населення
Кластер 1					
Сінгапур	7,60	24,00	44,00	57,20	0,50
Таїланд	1,60	29,00	28,00	66,30	0,20
Швейцарія	3,70	24,00	35,00	63,90	0,70
Середнє	4,30	25,67	35,67	62,47	0,47
Кластер 2					
Литва	5,00	19,00	20,00	57,90	0,00
Латвія	4,50	27,00	24,00	55,70	-0,90
Сербія	7,40	26,00	22,00	51,50	-0,80
Словенія	8,10	22,00	25,00	55,70	0,20
Середнє	6,25	23,50	22,75	55,20	-0,38
Кластер 3					
Беліз	9,80	21,00	18,00	63,40	1,80
Болівія	6,10	17,00	14,00	64,20	1,40
Солумбія	10,60	20,00	13,00	55,40	0,70
Середнє	8,83	19,33	15,00	61,00	1,30
Кластер 4					
Гондурас	12,50	24,00	19,00	53,80	1,60
Середнє	12,50	24,00	19,00	53,80	1,60
Кластер 5					
Марокко	7,40	32,00	30,00	42,20	1,20
Молдова	13,90	29,00	17,00	39,80	-1,80
Кабо-Верде	7,00	46,00	32,00	51,00	1,10
Середнє	9,43	35,67	26,33	44,33	0,17

Розглянемо більш детальний аналіз карти Кохонена:

Перший кластер має найнижче значення економічного зростання(4,3%), четвертий кластер має найвищий показник валового заощадження(1,6%), п'ятий кластер має найвищий показник валового нагромадження капіталу (35,67%), перший кластер має найвищий показник рівня зайнятості населення старше 15 років (62,47%), четвертий кластер має найвищий показник приросту населення (1,6 %).

Кластер 1 характеризується найменшим рівнем економічного зростання з усіх кластерів (4,3%), середній рівень валового нагромадження капіталу (25,67%) та найвищий рівень валового заощадження(35,67%), найвищий показник зайнятості населення старше 15 років (62,47%) та хороший приріст населення (0,47%).

Кластер 2 має достатній рівень економічного зростання з усіх кластерів (6,25%), рівень валового нагромадження капіталу (23,5%) та валового заощадження(22,75%), зайнятість населення старше 15 років складає 55,2%, але приріст населення має відємний показник (-0,38%).

Кластер 3 характеризується хорошим рівнем економічного зростання 8,83%, найнижчим з усіх рівнем валового нагромадження капіталу (19,33%), низьким рівнем валового заощадження(15%), зайнятості населення старше 15

років має хороший показник(61%) та хороший показник приросту населення (1,3%).

Кластер 4 має найвищий рівень економічного зростання з усіх кластерів (12,5%), хороший рівень валового нагромадження капіталу (24%), достатній рівень валового заощадження (19%), при рівні зайнятості населення старше 15 років (53,80%) та найвищому показнику приросту населення (1,6%).

Кластер 5 має високий рівень економічного зростання (9,43%), найнищим з усіх рівнем валового нагромадження капіталу (35,67%), достатній рівень валового заощадження (26,33%), при низькому рівні зайнятості населення старше 15 років (44,33%) та низькому показнику приросту населення (0,17%).

Таким чином, суть роботи самоорганізаційної карти полягає у перетворенні нелінійних статичних співвідношень між багатовимірними даними і простих геометричних зв'язків між точками даних на пристрої відображення низької розмірності. Тобто здійснюється стиснення інформації при чому зберігаються найбільш важливі топологічні чи метричні зв'язки між елементами даних. В результаті застосування інструменту було сформовано 5 кластерів, які відображають на карті близькі вузли по показниках країн.

Список використаних джерел:

1. Сайт Світового банку. URL: <https://data.worldbank.org/indicator>