

УДК 339.92:338.3

**ДУГІНЕЦЬ Ганна,**

к. е. н., доцент, докторант кафедри міжнародних економічних відносин  
Київського національного торговельно-економічного університету

## ВИЗНАЧЕННЯ УМОВ ФОРМУВАННЯ МІЖНАРОДНИХ ВИРОБНИЧИХ МЕРЕЖ

*Здійснено оцінку умов формування міжнародних виробничих мереж. Обґрунтовано використання методу нечіткої кластеризації на основі штучного інтелекту. За рахунок використання класифікаційного аналізу отримано правила віднесення країни до певного кластера, де найважливішим фактором є глобальний інноваційний індекс.*

*Ключові слова:* міжнародні виробничі мережі, нечітка кластеризація, умови ведення бізнесу, інноваційний розвиток.

*Дугинец А. Определение условий формирования международных производственных сетей. Проанализирована оценка условий формирования международных производственных сетей. Обосновано использование метода нечеткой кластеризации при помощи искусственного интеллекта. За счет использования классификационного анализа получены правила отнесения страны к определенному кластеру, где важнейшим фактором является глобальный инновационный индекс.*

*Ключевые слова:* международные производственные сети, нечеткая кластеризация, условия ведения бизнеса, инновационное развитие.

**Постановка проблеми.** Глобалізація відкриває нові можливості та загострює конкуренцію, змушуючи виробників шукати ефективніші способи виготовлення своєї продукції. В цьому прагненні компанії все частіше здійснюють фрагментацію традиційних вертикально інтегрованих моделей виробництва на окремі етапи або функції. В результаті вони розподіляється між різними країнами і відбувається формування міжнародних виробничих мереж (МВМ). Поширенню цих процесів сприяють міжнародні відмінності у витратах виробництва та постійний розвиток інформаційних технологій, за рахунок яких воно стає ефективнішим. Це підвищує конкурентоспроможність країн і знижує їх уразливість перед коливаннями на ринках.

Сучасні МВМ відносяться до складних слабоформалізованих систем, які функціонують в умовах значної невизначеності, викликаній постійною динамічною трансформацією світової економіки, і як наслідок, неповнотою знань та нечіткого опису, а також наявних перешкод та похибок вимірювання. Світова практика показує, що в значному випадку ґрунтовне вивчення таких систем на базі тради-

ційного (детермінованого або статичного) моделювання стає мало-ефективним та вимагає розробки нових підходів до опису формування та функціонування МВМ. Один із таких підходів може ґрунтуватися на застосуванні методу нечіткої кластеризації з використанням технологій штучного інтелекту. Виходячи з ключового завдання побудови нечітких моделей, а саме у визначенні вихідної структури (нечітких правил та функцій приналежності) на підставі технологічної інформації можна визначити, що є основоположним для створення умов формування МВМ з урахуванням рівня розвитку та місця країни у світовій економіці, а також динамічного впливу трансформацій глобального виробництва.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Теоретико-методологічні основи дослідження наслідків участі країн у МВМ, оцінки потоків доданої вартості та стратегій розвитку розглядаються в працях Т. Куранта [1], С. Лукьянова та І. Драпкіна [2], А. Мазаракі [3], А. Пономаренко та К. Мурадова [4], К. Баскера [5], Дж. Джерефі та Л. Доналда [6], Р. Джонсона та Г. Ногuera [7], Р. Купмана та інших [8], С. Мельниченко [9]. Водночас фактично відсутніми є комплексні дослідження щодо визначення імперативів формування МВМ в умовах динамічної зміни конфігурації міжнародної системи й ефектів глобального виробництва.

Незаперечний вагомий внесок існуючих напрацювань в емпірико-теоретичну розробку концептуальної платформи та теоретико-методологічних основ досліджуваної проблеми необхідно відзначити, що вагомість трансформаційних змін у функціонуванні МВМ, взаємозалежність стратегій включення в них країн та моделей економічного зростання вимагають більш ґрунтовної розробки методології дослідження умов формування МВМ. Особливість методологічного оновлення полягає в необхідності додаткового обґрунтування та системного дослідження глобальних та макроекономічних детермінант розвитку МВМ, які утворюють найважливіший проблемний аспект емпірично адекватного методологічного синтезу в глобальному виробництві в довгостроковій перспективі.

**Мета** роботи базується на практико-орієнтованому комплексному аналітичному дослідженні компаративних умов формування МВМ в ХХІ ст.

**Матеріали та методи.** В якості основного математичного апарату використані методи нечіткої кластеризації та класифікації з використанням технологій штучного інтелекту, що дозволило визначити взаємозв'язки між маркерами, які характеризують умови формування МВМ. Також у роботі використані загальнонаукові підходи та методи сучасних досліджень, що базуються на фундаментальних теоретико-методологічних розробках вітчизняних і зарубіжних вчених в області трансдисциплінарності аналізу і синтезу, загальної теорії систем, аналізу, синтезу та оптимізації в сфері міжнародної виробничої та товарно-збутової кооперації.

**Результати дослідження.** В якості вхідних даних для аналізу було використано систему показників, які є маркерами визначення умов формування МВМ: ВДВ (X1), ВВП (X2), експорт (X3), імпорт (X4), приплив ПІІ (X5), відтік ПІІ (X6), обсяги транскордонних злиття та поглинання (X7), кількість створених нових підприємств за рахунок ПІІ (*greenfield deals*) (X8), глобальний інноваційний індекс (місце в рейтингу) (X9), індекс легкості ведення бізнесу (місце в рейтингу) (X10). Саме такий набір показників найкраще відповідає умовам розвитку МВМ в ХХІ ст., оскільки численні дослідження виявляють зародження у світі неоекономічної моделі – симбіозу техногенних і поза-системних факторів, етнічних, національних, психологічних, морально-етичних, культурних тощо. Він буде настільки гармонійним, наскільки адекватними новим вимогам і загрозам будуть управлінські рішення, в цьому випадку – стратегії переходу з кластера в кластер.

Для здійснення кластеризації використані дані за 10 років (з 2007 по 2016 роки) за зазначеними 10 показниками. Вибірку країн для аналізу склали 35 країн світу, серед яких є лідери за розвитком МВМ, деякі – знаходяться на серединних ланках виробничого ланцюга, інші лише починають входити в мережі, ще інші взагалі мають значний потенціал, але не використовують його та переваги для економічного розвитку. Для проведення подальшого аналізу вибрані дані було трансформовано у вигляді навчальної вибірки, кожен запис якої представляє собою кортеж:

$$R = \langle \text{рік, країна, } X1 \dots X10 \rangle, \quad (1)$$

Однакова структура таблиць для кожного з факторів дає змогу автоматизувати процес формування. Для цього був написаний скрипт на мові програмування *Python*, в результаті виконання якого сформована навчальна вибірка з 420 записів по всіх країнах та роках з 2005 по 2016. Особливістю отриманої навчальної вибірки була наявність пропущених даних у певних кортежах, вилучивши які, навчальна вибірка зменшилась до 336 записів.

Для визначення схожості економік різних країн необхідно групувати країни у кластери. Однак різна природа досліджуваних факторів призводить до сильного відхилення їх абсолютних значень. Для усунення цього всі фактори були нормалізовані:

$$x_{i,j}^n = \frac{x_{i,j} - x'_i}{\sigma_i}, \quad (2)$$

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (x_{i,j} - x'_i)^2}{n-1}}, \quad (3)$$

де  $x_{i,j}$  – значення  $j$ -го значення  $i$ -го фактора,

$x'_i$  – середнє значення фактора  $i$ ,

$\sigma_i$  – дисперсія  $i$ -го фактора,

$n$  – кількість записів навчальної вибірки.

.....

У дослідженні був вилучений фактор ВВП, адже його величина пов'язана з обчисленням валового випуску, проміжного споживання та валової доданої вартості. Тобто, взаємозалежність ВВП та ВДВ може призвести до похибок у розрахунках.

Наразі існує більше 100 різних методів кластеризації. Для дослідження був вибраний метод нечітких середніх (*C-means*), що є розширенням класичного алгоритму *k*-середніх (*k-means*). Ідея останнього полягає у визначенні центрів *k* кластерів та віднесення до кожного кластера об'єктів, що найближче розташовані до цих центрів.

Метрика відстані загалом має вигляд:

$$d_A^2(m_j, c^{(i)}) = \|m_j - c^{(i)}\|_A^2 = (m_j - c^{(i)})^l A (m_j - c^{(i)}), \quad (4)$$

де матриця *A* визначає спосіб обчислення відстані.

Алгоритм *k*-середніх, також званий швидким кластерним аналізом, більше поширений серед неієрархічних методів. На відміну від ієрархічних методів, що не вимагають попередніх припущень щодо числа кластерів, для можливості використання цього методу необхідно мати гіпотезу про найбільш ймовірну кількість кластерів.

Алгоритм *k*-середніх будує *k* кластерів, розташованих на можливо великих відстанях один від одного. Основний тип завдань, які вирішує алгоритм *k*-середніх – наявність припущень (гіпотез) щодо числа кластерів, при цьому вони повинні бути різні настільки, наскільки це можливо. Вибір числа *k* може базуватися на результатах попередніх досліджень, теоретичних міркуваннях або інтуїції.

Загальна ідея алгоритму: задане фіксоване число *k* кластерів спостереження співставляються кластерам так, що середні в кластері (для всіх змінних) максимально можливо відрізняються один від одного. Переваги алгоритму *k*-середніх: простота та швидкість використання, зрозумілість і прозорість алгоритму. Недоліки алгоритму *k*-середніх: алгоритм занадто чутливий до флуктуацій величин, які можуть спотворювати середнє.

Алгоритм *Fuzzy c-Means*. Одним із способів, який широко поширений в використовуваних в даний час алгоритмах нечіткої кластеризації, є опис взаємозв'язку даних через їх належність до деяких еталонних зразків – центрів кластерів. У цих алгоритмах нечіткість проявляється в описі кластерів як нечітких множин, що мають ядро в центрі кластера. Даний алгоритм є узагальненням попереднього. Його відмінність полягає в тому, що кластери тепер є нечіткими множинами і кожна точка належить різним кластерам з неоднаковим ступенем приналежності. Сума належностей елемента даних всім кластерам простору розбиття дорівнює одиниці:

$$\mu_{ij} \in [0;1]; \sum_{i=1}^c \mu_{ij} = 1; 0, \quad (5)$$

де  $\mu_{ij}$  – ступінь належності *j*-го значення *i*-го фактора.

Точка належить до того чи іншого кластера за критерієм максимуму належності.

В якості програмного засобу кластеризації був вибраний *Matlab*, який містить зручні програмні засоби (*tools*) для аналізу нечітких множин. Проведені попередні розрахунки показали, що найбільш адекватні результати кластеризації отримувались при 6 кластерах. В результаті аналізу для кожної країни в кожен конкретний рік присвоюються ступені належності до кожного окремо взятого кластера. Максимальне значення визначає кластер, в якому розташовується країна. Країни можуть змінювати приналежність до кластера відповідно від ефективності політики уряду, яка спрямована на покращення умов формування МВМ. Наприклад, в Польщі в 2009 р. відбулося значне покращення Глобального інноваційного індексу (ГІІ) з 56 місця до 47 при майже незмінних інших показниках, що призвело до переходу з першого кластера до другого. У Греції в 2014 р. змінилися показники ГІІ та відтоку ПІІ при майже незмінних інших показниках, що надало можливість з 2014 р. віднести країну до другого кластера. Болгарію з 2009 р. можна віднести до 2 кластера за рахунок значного покращення Індексу легкості ведення бізнесу з 54 до 44 місця в рейтингу та ГІІ з 81 до 74 місця. У вибірці за досліджуваний період можна простежити негативні зміни положення країн у кластерах (табл. 1).

Таблиця 1

**Розподілення країн за кластерами**

Рік	Назва кластера					
	1 – початковий	2 – прогресивний	3 – медальний	4 – основний	5 – провідний	6 – досвідчений
на 2016 р.	В'єтнам, Камбоджа, Україна	Литва, Латвія, Португалія, Словенія, Чехія, Кіпр, Словаччина, Польща, Греція, Угорщина, Румунія, Хорватія, Болгарія	Австрія, Бельгія, Данія, Естонія, Ірландія, Люксембург, Республіка Корея, Швеція, Фінляндія	Іспанія, Італія, Нідерланди, Німеччина, Японія	Велико- британія, Китай, Франція	США
у 2007–2016 рр.	Польща, Хорватія, Греція, Болгарія	Бельгія, В'єтнам, Естонія, Італія	Нідерланди	Австрія, Чехія, Бельгія, Франція, Ірландія, Люксембург	Німеччина, Японія	Велико- британія

Джерело: авторська розробка.

Великобританія у 2008 р. покинула шостий кластер й перейшла у п'ятий за рахунок значного зменшення обсягів відтоку та притоку ПШ, а також погіршення позицій у ГП. Німеччина, яка в 2009 р. перейшла з 5 до 4 кластера за рахунок погіршення місця у ГП та зменшення майже у два рази обсягів транскордонних злиття та поглинання. Потім в 2011 р. країну знов віднесено до 5 кластера за рахунок зростання обсягів ПШ та підтримки стабільного рівня ГП в умовах збільшення кількості країн у рейтингу. Але у 2016 р. відбулося значне погіршення показників відтоку ПШ, обсягів транскордонних злиття та поглинання, а також кількість створених нових підприємств за рахунок ПШ і країну знов було віднесено до 4 кластера. Можна зробити припущення, що Німеччина найближчим часом повернеться до п'ятого кластера, а в довгостроковій перспективі може увійти у шостий разом зі США та Великобританією. Так деякі експерти вважають, що в сучасній Німеччині є всі умови для Четвертої промислової революції та можливості для успішного переходу до Індустрії 4.0 [10, с. 4]. Щоб підтвердити це припущення, необхідно буде зробити кластеризацію за оновленими даними, наприклад, у 2020 р.

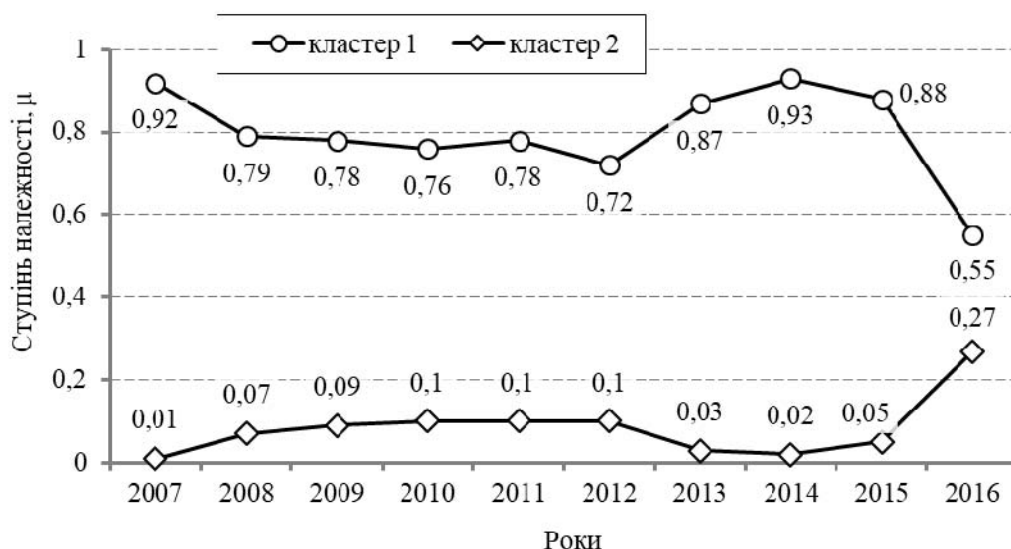
Заслуговує на увагу також перехід Японії з четвертого кластера у п'ятий на один рік у 2010 р. за рахунок значного збільшення обсягів транскордонних злиття та поглинання та підтримки стабільної позиції у рейтингу ГП в умовах збільшення країн в ньому. Для промисловості Японії характерна значна питома вага галузей, які виробляють складне технічне обладнання, галузей кінцевої обробки та складання. Успіх Японії був обумовлений реалізацією експортно орієнтованої моделі зростання, яка спиралася на перманентне інноваційне оновлення технологічної платформи виробничого бізнесу і виведення його продукції на зовнішні ринки.

Отримані результати кластеризації, а також те, що сучасні МВМ сформувалися в результаті наявних умов, надали можливість ідентифікувати типи кластерів. Проведена кластеризація відповідно до умов формування МВМ дозволяє зробити висновок про те, що країни з вищим рівнем технологічного розвитку є лідерами цього процесу. В шостому кластері (досвідченому) опинилися лише США, які за результатами досліджень є країною, економічні суб'єкти якої займають ланки з високою доданою вартістю в багатьох МВМ. В четвертому (основному) та п'ятому (провідному) кластерах об'єдналися країни, які також займають провідні ланки в МВМ, але за обсягами вкладень ПШ відстають від США. Заслуговують на увагу результати групування країн у третьому кластері, що можна охарактеризувати як медіальний. Саме в ньому опинилися країни, які мають потенціал для участі в виробничих мережах, але не використовують його з певних причин, такі як Люксембург, Австрія та Бельгія. Також в цей кластер попали країни, які за останні 10 років здійснили значні реформи в економіці з метою входження в ланки МВМ з високою доданою вартістю, такі як Республіка Корея. Не виключено, що в середньостроковому періоді в цей кластер також

увійдуть країни ЄС, такі як Польща, Болгарія, Словенія, Словаччина при умові збереження темпів просування з кластера в кластер.

Україна за результатами розрахунків потрапила до першого (початкового) кластера, розділивши його з Польщею, Хорватією, Грецією, Болгарією, В'єтнамом, Камбоджею. Однак в останні три роки сусідами України залишились лише В'єтнам та Камбоджа. Інші – перемістились до другого кластера (прогресивного) та склали «компанію» Португалії, Словенії, Латвії, Литві, Чехії, Словаччині, Угорщині, Румунії та Кіпру.

В 2016 р. спостерігався значний поступ України в бік другого кластера. Якщо в 2007 р. ступінь належності, який характеризує достовірність віднесення до першого кластера, дорівнював майже 1,0 (найбільша належність), то в 2016 р. цей показник зменшився до 0,52 (рисунок).



**Динаміка ступеня належності України до першого та другого кластерів, 2007–2016 рр.**

*Джерело: розраховано автором.*

Основними детермінантами наближення країни до другого кластера були покращення позицій в рейтингу ГП з 71 у 2013 р. до 56 у 2016 р., а також в рейтингу Індексу ведення бізнесу з 112 у 2014 до 83 у 2016 р. Інші показники в досліджуваній період були майже незмінними або взагалі мали негативну динаміку. Таким чином, на основі досліджених даних можна обґрунтувати гіпотези, що на переміщення країн з кластера в кластер перш за все впливають такі показники як місце в рейтингу Глобального інноваційного індексу та Індексу легкості ведення бізнесу, а також обсяги інвестування в інші країни, кількість транскордонних злиття та поглинання і кількість створених нових підприємств за рахунок ПІ. Відповідно, при негативній динаміці країна переходить в кластер з менш розвинутими умовами формування МВМ, та навпаки, при позитивній динаміці – в кластер з кращими умовами.

Для підтвердження гіпотез проведено класифікаційний аналіз за допомогою побудови дерева рішень. Для цього написана відповідна програма на *Matlab*. В якості алгоритму виведення виступила функція Мамдані, що дозволило прослідкувати динаміку переходу країни з одного в інший кластер при почерговій зміні вхідних параметрів. Вхідні дані моделі фіксувались на значеннях України в 2016 р. і почергово змінювались вхідні фактори. Метою було визначення умов переходу України до 2 кластера. Для автоматизації розрахунку написано код на *Matlab* та проаналізовано необхідну зміну фактора для переходу країни з одного кластера в інший.

Результати дослідження підтверджують, що Україна досить міцно закріпилася в першому кластері.

Для переходу в другий кластер – необхідні значні зміни кожного фактора, зокрема ВДВ на 1273 %, експорту на 693 %, імпорту на 552 %, обсягів припливу ПІІ на 558 %, а відтік ПІІ – на 13755 %, обсяги транскордонних злиття та поглинання на 110312 %, кількість створених нових підприємств за рахунок ПІІ на 540 %. Також необхідно покращити місце в рейтингу Глобального інноваційного індексу на 18 %, а в рейтингу Індексу легкості ведення бізнесу – на 16 %. Такі величезні «нереальні» показники можуть свідчити лише про те, що для переходу між кластерами фактори мають змінюватись одночасно, а не почергово.

Зазначені розрахунки є підставою для обґрунтування пріоритетів стратегії розвитку держави, яка буде заснована на системі заходів та механізмів для переходу з кластера в кластер. Для визначення цієї стратегії використано метод побудови дерева рішень, суть якого полягає в способі представлення правил в ієрархічній, послідовній структурі, де кожному об'єкту відповідає єдиний вузол, що дає рішення. Під правилом розуміється логічна конструкція, представлена у вигляді «якщо ... то ...». В контексті даного дослідження отримані правила виступають необхідною умовою потрапляння країни в певний кластер. Так вони дають змогу оцінити комплексний вплив показників на належність країни до того чи іншого кластера.

Також існує можливість оцінки адекватності та точності такого підходу, підставивши показники у модель та порівнявши розрахунковий кластер з реальним. Наведені в *табл. 2* результати розрахунків демонструють, що достовірність правил досить висока. Як видно з цих даних, до першого правила при класифікації віднесено 7 записів (кількість країн, які модель правильно відносить до першого кластера за цим правилом), а за результатами перевірки – 6. Отже, достовірність цього правила є 85,71 %.



**Класифікаційні правила належності країни  
до певного кластера та оцінка точності моделі**

№ правила	Умова	Кластер	Підтримка*		Достовірність моделі	
			%	Кількість записів	%	Кількість записів
1	$X_6 < 2,3798E5$ і $X_8 < 714,5$ і $X_9 \geq 24,5$ і $X_{10} < 89,5$ і $X_7 < 12241$ і $X_1 < 2,0664E6$ і $X_8 < 395$ і $X_9 \geq 54,5$ і $X_{10} \geq 51,5$	1	2,19	7	85,71	6
2	$X_6 < 2,3798E5$ і $X_8 < 714,5$ і $X_9 \geq 24,5$ і $X_{10} \geq 89,5$	1	9,72	31	100	31
3	$X_6 < 2,3798E5$ і $X_9 \geq 24,5$ і $X_{10} < 89,5$ і $X_7 < 12241$ і $X_1 < 2,0664E6$ і $X_8 < 395$ і $X_9 < 54,5$	2	36,05	115	95,65	110
4	$X_6 < 2,3798E5$ і $X_8 < 714,5$ і $X_7 < 12241$ і $X_1 < 2,0664E6$ і $X_9 \geq 54,5$ і $X_{10} < 51,5$	2	1,25	4	100	4
5	$X_6 < 2,3798E5$ і $X_8 < 714,5$ і $X_9 < 24,5$ і $X_4 < 6,7079E5$ і $X_6 < 69098$ і $X_5 < 71819$	3	25,39	81	97,53	79
6	$X_6 < 2,3798E5$ і $X_8 < 714,5$ і $X_9 < 24,5$ і $X_4 < 6,7079E5$ і $X_6 < 69098$ і $X_5 \geq 71819$	4	0,63	2	100	2
7	$X_6 < 2,3798E5$ і $X_8 < 714,5$ і $X_9 < 24,5$ і $X_4 < 6,7079E5$ і $X_6 \geq 69098$	4	2,51	8	100	8
8	$X_6 < 2,3798E5$ і $X_8 < 714,5$ і $X_9 < 24,5$ і $X_4 \geq 6,7079E5$ і $X_1 < 5,4052E6$	4	5,33	17	94,12	16
9	$X_6 < 2,3798E5$ і $X_8 < 714,5$ і $X_9 \geq 24,5$ і $X_{10} < 89,5$ і $X_7 < 12241$ і $X_1 < 2,0664E6$ і $X_8 \geq 395$	4	1,25	4	75	3
10	$X_6 < 2,3798E5$ і $X_8 < 714,5$ і $X_9 \geq 24,5$ і $X_{10} < 89,5$ і $X_7 < 12241$ і $X_1 \geq 2,0664E6$	4	0,63	2	100	2
11	$X_6 < 2,3798E5$ і $X_8 < 714,5$ і $X_9 \geq 24,5$ і $X_{10} < 89,5$ і $X_7 \geq 12241$	4	2,82	9	100	9
12	$X_6 < 2,3798E5$ і $X_8 < 714,5$ і $X_9 < 24,5$ і $X_4 \geq 6,7079E5$ і $X_1 \geq 5,4052E6$	5	0,94	3	66,67	2
13	$X_6 < 2,3798E5$ і $X_8 \geq 714,5$	5	8,46	27	100	27
14	$X_6 \geq 2,3798E5$	6	2,82	9	100	9

\* Підтримка – кількість записів у навчальній вибірці, що описуються вказаним правилом та належать до певних кластерів в абсолютному та відносному вимірі.

*Джерело: розраховано автором.*

Найбільша помилка в правилі 12 – належність до 5 кластера, хоча він не актуальний для цього дослідження. Для подальшого обґрунтування напрямів реформування економіки України на увагу заслуговують 3 та 4 правила віднесення країни до певного кластера. В *табл. 3* наведено їх співставлення порівняно з реальними значеннями України в 2016 р.

Таблиця 3

## Правила належності країни до 2 кластера та Україна в 2016 р.

Показник	Україна		Правило 3		Україна		Правило 4	
	Україна		Правило 3		Україна		Правило 4	
ВДВ, дол. США	79073	<	20664000000		79073	<	20664000000	
Відтік ПІІ, дол. США	173	<	2379800000		173	<	2379800000	
Обсяги транскордонних злиття та поглинання, млн дол. США	8,94	<	12241		8,94	<	12241	
Кількість створених нових підприємств за рахунок ПІІ, од.	39	<	395		39	<	714,5	
Глобальний інноваційний індекс, місце в рейтингу	56	< >=	54,5 24,5		56	>=	54,5	
Індекс легкості ведення бізнесу, місце в рейтингу	83	<	89,5		83	<	51,5	

Джерело: авторська розробка.

Наглядно достовірність класифікаційного аналізу зручно представити у вигляді зведеної таблиці помилок (табл. 4), де можна побачити, що кількість помилок є достатньо малою (під помилкою мається на увазі віднесення країни в певний рік до іншого кластера, ніж є фактично).

Таблиця 4

## Достовірність класифікаційного аналізу

№ кластера	1	2	3	4	5	6	Фактично записів
	Кількість записів за класифікаційним аналізом						
1	40	2	–	1	–	–	43
2	1	119	1	–	–	–	121
3	–	1	82	–	–	–	83
4	–	3	2	41	1	–	47
5	–	–	–	2	29	–	31
6	–	–	–	–	–	11	11
Разом	41	125	85	44	30	11	336

Джерело: розраховано автором.

Для другого кластера, який нас цікавить, за результатами класифікаційного аналізу доведено, що 119 записів є правильними при фактичних 121. Тобто, всього 2 помилки на 121 запис, і це підтверджує те, що третє та четверте правило потрапляння в 2 кластер мають 96 % та 100 % достовірності (див. табл. 2). Крім того, аналіз показав, що для переміщення між кластерами необхідна комплексна зміна показників, вагомість яких представлено в табл. 5.

Таблиця 5

## Вагомість показників при віднесенні країни до певного кластера

Показник	%
Глобальний інноваційний індекс (місце в рейтингу)	35,660
Кількість створених нових підприємств за рахунок ПІ	20,558
Індекс легкості ведення бізнесу	14,218
Відтік ПІІ	13,580
Обсяги транскордонних злиття та поглинання	7,403
ВДВ	1,965
Приплив ПІІ	1,657
Експорт	0,000

Джерело: розраховано автором.

Як можна побачити з наведених правил віднесення країни до певного кластера (див. табл. 2), з кожним переходом в більш розвинутий кластер необхідно модифікувати політику уряду. Відповідно до наведених даних в табл. 5, найважливішим показником є Глобальний інноваційний індекс, кількість створення нових підприємств за рахунок ПІІ, індекс легкості ведення бізнесу та відтік ПІІ. Але для переходу в шостий кластер найважливішим є обсяг інвестування країни в світову економіку при умові, що всі попередні правила віднесення до п'ятого вже виконано. Заслуговує на увагу те, що за результатами розрахунків експорт та приплив ПІІ не впливають на формування умов для залучення у МВМ. Можна зробити припущення, що державна політика перш за все повинна спрямовуватись на покращання інноваційної складової національної структури виробництва. Основний обсяг доданої вартості в МВМ формується в сфері високих технологій через розподіл виробленої вартості між розвиненими країнами (виробниками технологій) і країнами, що розвиваються (що виробляють товари на основі технологій). Відповідно, компанія або країна повинні прагнути до присутності в тих ділянках МВМ, де генерується більш висока додана вартість. Завдання кооперації полегшується, якщо країна має угоди про вільну торгівлю і про взаємний захист інвестицій з великою кількістю інших держав. При цьому важливо враховувати, що на етапі передвиробництва відбувається глобальна конкуренція, а на етапі поствиробництва – більше локальна. Отже, для покращання існуючих позицій у ланках мереж та заняття нових необхідний постійний контроль за розвитком техніки та технологій в економіці, особливо в сегменті виробництва наукоємних товарів та послуг.

Відповідно з аналізом даних, умови формування МВМ в Україні станом на 2016 р. (див. табл. 3) наближаються до другого (прогресивного) кластеру. Оцінюючи потенціал і напрям формування умов для входження у МВМ, українській економіці важливо розуміти синергію взаємодії інвестицій та внутрішнього споживання як факторів, що детермінують можливості трансформації виробничих ланцюгів і виробничої інфраструктури в цілому. Саме внутрішній інвестиційний попит

формує виробничу базу для розширення номенклатури вітчизняних товарів та послуг з високою доданою вартістю.

В цьому аспекті покращення умов розвитку підприємництва – один із головних напрямів державної політики. Реформування повинно спрямовуватися на перелік сфер, покращення яких призведе до стимулювання ділової активності в країні.

**Висновки.** За результатами нечіткої кластеризації маркерів визначення умов формування МВМ в 35 країнах світу отримано 6 кластерів: перший (початковий), другий (прогресивний), третій (медіальний), четвертий (основний), п'ятий (провідний) та шостий (досвідчений). Лідером за участю у МВМ у ланках, де створюється основна додана вартість, стали США, які відносяться до шостого кластера. За результатами розрахунків Україна потрапила до першого кластера разом з деякими іншими країнами світу, але в останні три роки сусідами України залишились лише В'єтнам та Камбоджа. Інші країни перемістились за рахунок проведення ефективної політики уряду, яка спрямована на покращення умов формування МВМ, до наступного другого кластера.

За допомогою класифікаційного аналізу отримано правила віднесення країни до певного кластера. Якщо країна має за мету рухатися від першого до п'ятого кластера, то найбільш вагомим показником є зміни глобального інноваційного індексу, кількість створених нових підприємств за рахунок ПІІ, індексу легкості ведення бізнесу та відтоку ПІІ. Але для переходу в шостий кластер найважливіше – обсяги інвестування країни в світову економіку, і це при умові, що всі попередні правила для п'яти кластерів вже виконано. Також за результатами розрахунків визначено, що експорт та приплив ПІІ не впливають на умови формування МВМ. Отже, державна політика перш за все повинна спрямовуватись на покращення інноваційної складової національної структури виробництва. Оскільки основний обсяг доданої вартості в МВМ формується в сфері високих технологій через розподіл виробленої вартості між розвиненими країнами (виробниками технологій) і країнами, що розвиваються (які виробляють товари на основі технологій). Адже, незважаючи на вже існуючі кращі умови для формування МВМ, країни-лідери продовжують проводити реформи, враховуючи динамічний характер трансформацій світової економіки.

Проведений аналіз відповідності правил належності країни до певного кластера реальним показникам 2016 р. та отриманий висновок щодо України дає підстави для висновку, що вона майже готова для переходу до другого (прогресивного) кластера. Для досягнення умов потрапляння в кластер необхідне розуміння політичною елітою викликів, які формуються постійною трансформацією глобалізованого світу, в якому існує потреба не лише досягнення наступного кластера, а й системне збереження позицій в ньому шляхом щорічних системних реформ в цьому напрямі. Таким чином, подальші дослідження будуть спрямовані на обґрунтування довгострокової стратегії розвитку України щодо створення умов для входження у МВМ.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Курант Т. І. Трансформація взаємовідносин споживача та виробника у глобальних логістичних мережах: дис. ... канд. екон. наук: 08.00.02 – світове господарство і міжнародні економічні відносини. Тернопіль : ТНЕУ, 2015. 259 с.
2. Лукьянов С., Драпкин И. Глобальные цепочки создания стоимости: эффекты для интегрирующейся экономики. Мировая экономика и международные отношения. 2017. № 4. Т. 61. С. 16–25.
3. Мазаракі А. Інститутотворча функція сучасної мережевої роздрібної торгівлі. Вісн. Київ. нац. торг.-екон. ун-ту. 2016. № 4. С. 5–21.
4. Пономаренко А. Н., Мурадов К. Ю. Новая статистика движения добавленной стоимости в международной торговле. Экон. журн. Высшей школы экономики. 2014. Т. 18 (1). С. 43–79.
5. Backer K., Miroudot S. Mapping Global Value Chains. European Central Bank, Frankfurt am Main, 2014. 46 p. URL : <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp1677.pdf>.
6. Gereffi G., Wyman D. Manufacturing miracles: paths of industrialization in Latin America and East Asia. Princeton University Press. 2014.
7. Johnson R. C., Noguera G. Accounting for Intermediates: Production Sharing and Trade in Value Added. Journal of International Economics. 2012. Vol. 82. Iss. 2. P. 224–236.
8. Koopman R., Wang W., Wei S. J. Tracing Value-Added and Double Counting in Gross Exports. American Economic Review. 2014. Vol. 104. № 2. P. 459–94.
9. Mazaraki A., Melnichenko S., Duginets G. et al. Ukrainian economy growth imperatives. Prague: Coretex CZ SE, 2018. 310 p.
10. Industrie 4.0. Smart Manufacturing for the Future. Berlin: Germany Trade and Invest Gesellschaft für Außenwirtschaft und Standortmarketing mbH, 2013. 39 p.

Стаття надійшла до редакції 14.05.2018.

**Duginets G. Defining the conditions for the formation of international production networks.**

**Background.** Modern international production networks refer to complex weakly formalized systems that function in conditions of considerable uncertainty caused by the constant dynamic transformation of the world economy, and thus of incompleteness of knowledge and fuzzy description, as well as of the existing obstacles and measurement errors. World practice shows that in a significant number of cases, a thorough study of such systems based on traditional (deterministic or static) modeling becomes ineffective and requires the development of new approaches to the description of the formation and operation of international production networks (IPNs). One of these approaches can be based on the use of fuzzy clustering method based on artificial intelligence, which will provide the opportunity to determine what is fundamental for creating the conditions for integration in the IPNs, taking into account the level of development and the position of the country in the world economy, as well as the dynamic impact of global reproduction transformations.

**Analysis of recent research and publications.** The analysis of latest research shows that the chosen topic is the subject of attention of a wide range of foreign and Ukrainian scholars. But, while respecting the undeniable achievements of economic thought, it is worth noting that the importance of transformational changes in the functioning of IPNs, the interdependence of the strategies for including countries into them and the models of their economic growth require a more thorough development of the methodology for studying the conditions for the formation of IPNs.

The **aim** of the study is to based on a practical-oriented comprehensive analytical study of the comparative conditions for the formation of IPNs in the twenty-first century.

**Materials and methods.** As the main mathematical apparatus, methods of fuzzy clustering and classification using artificial intelligence were used, which allowed to determine the interrelations between markers that characterize the global imperatives of the development of IPNs. Also, general scientific approaches and methods of modern

research based on fundamental theoretical and methodological developments of domestic and foreign scientists in the field of transdisciplinary analysis and synthesis, general theory of systems, analysis, synthesis and optimization in the field of international production and commodity-marketing cooperation are used in the work.

**Results.** The article assesses the conditions for the formation of international production networks. The use of fuzzy clustering method based on artificial intelligence is substantiated. According to the results of analyzing 35 countries, 6 clusters were obtained for 9 indicators: the first (initial), the second (progressive), the third (medial), the fourth (main), the fifth (leading) and the sixth (advanced). It is determined that countries with a higher level of technological development are leaders in the formation of IPNs. As a result of the calculations, Ukraine got to the first cluster (initial) along with other countries of the world. But in the past 3 years, only Vietnam and Cambodia remained Ukraine's neighbors. Other countries moved to the second cluster (progressive) through the implementation of an effective government policy aimed at improving the indicators of IPN formation. By using classification analysis, the rules for assigning a country to a particular cluster were obtained, where the global innovation index, the number of new enterprises created by FDI, the index of ease of doing business and the outflow of FDI were the most important factors.

**Conclusion.** As the result of comparing the requirements for a country's membership in the second cluster and the actual values of Ukraine's indicators in 2016, it has been concluded that, judging by the most important indicator of belonging to a certain cluster, Ukraine is almost ready for transitioning to the second (progressive) cluster. Moreover, when the transition conditions are reached, it is necessary to take into account the constant transformation of other countries of the world and accordingly support economic development in this direction.

**Keywords:** international production networks, fuzzy clustering, business conditions, innovative development.

## REFERENCES

1. Kurant T. I. Transformacija vzajemovidosyn spozhyvacha ta vyrobnyka u global'nyh logistychnyh merezhah: dys. ... kand. ekon. nauk: 08.00.02 – cvitove gospodarstvo i mizhnarodni ekonomichni vidnosyny. Ternopil' : TNEU, 2015. 259 s.
2. Luk'janov S., Drapkin I. Global'nye cepochki sozdaniya stoimosti: jeffekty dlja integrirujushhejsja jekonomiki. Mirovaja jekonomika i mezhdunarodnye otnoshenija. 2017. № 4. T. 61. S. 16–25.
3. Mazaraki A. Instytutotvorcha funkciya suchasnoi' merezhevoi' rozdribnoi' torgivli. Visn. Kyi'v. nac. torg.-ekon. un-tu. 2016. № 4. S. 5–21.
4. Ponomarenko A. N., Muradov K. Ju. Novaja statistika dvizhenija dobavlennoj stoimosti v mezhdunarodnoj torgovle. Jekon. zhurn. Vysshej shkoly jekonomiki. 2014. T. 18 (1). S. 43–79.
5. Backer K., Miroudot S. Mapping Global Value Chains. European Central Bank, Frankfurt am Main, 2014. 46 p. URL : <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp1677.pdf>.
6. Gereffi G., Wyman D. Manufacturing miracles: paths of industrialization in Latin America and East Asia. Princeton University Press. 2014.
7. Johnson R. C., Noguera G. Accounting for Intermediates: Production Sharing and Trade in Value Added. Journal of International Economics. 2012. Vol. 82. Iss. 2. P. 224–236.
8. Koopman R., Wang W., Wei S. J. Tracing Value-Added and Double Counting in Gross Exports. American Economic Review. 2014. Vol. 104. № 2. P. 459–94.
9. Mazaraki A., Melnichenko S., Duginets G. et al. Ukrainian economy growth imperatives. Prague: Coretex CZ SE, 2018. 310 p.
10. Industrie 4.0. Smart Manufacturing for the Future. Berlin: Germany Trade and Invest Gesellschaft für Außenwirtschaft und Standortmarketing mbH, 2013. 39 p.