

УДК 51-77

**Олег БЕРЕЗЬКИЙ, Катерина БЕРЕЗЬКА, Василь НЕМІШ**

м. Тернопіль

ob@tneu.edu.ua, km.berezka@gmail.com

## **ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ПРОСТОРОВОЇ ЕКОНОМЕТРИКИ ДЛЯ АНАЛІЗУ РЕЗУЛЬТАТІВ ВСТУПУ АБІТУРІЄНТІВ**

*У статті здійснено оцінку диспропорції районного розподілу вступників з напрямку підготовки «Комп'ютерна інженерія» Тернопільського національного економічного університету на основі методів просторової економетрики. На основі статистичних даних із використанням статистики Морана здійснено кластеризацію районів Тернопільської області за кількістю вступників. Для відображення зв'язків між регіонами, їх інтенсивності та формалізації припущення, що регіон просторово зв'язаний з сусідніми регіонами, використано матрицю просторових ваг граничних сусідів.*

**Ключові слова:** *вступники, матриця просторових ваг, статистика Морана, діаграма розсіювання, просторові кластери.*

Різке збільшення кількості вишів, відкриття однотипних напрямів підготовки і спеціальностей в одному місті привело до різкого падіння кількості вступників.

Для збереження контингенту абітурієнтів необхідно проводити аналіз кількості вступників за попередні роки із адміністративно-територіальних одиниць.

Практика показує, що основний контингент вишів формується в переважній більшості з вступників населеного пункту, де розміщений виш, і прилеглих районів. При емпіричному аналізі даних не можна ігнорувати просторові взаємодії між районами, бо це приведе до некоректних висновків стосовно величини і значущості впливу досліджуваних факторів. Тому актуальною проблемою є дослідження і оцінка диспропорцій районного розподілу вступників на основі просторової економетрики.

За останні 30 років в світі є популярними концепції і моделі нової економічної географії (НЕГ) [1]. Одним із теоретичних висновків НЕГ є те, що в економічному розвитку регіонів спостерігаються агломераційні ефекти і

просторова неоднорідність (типу «центр» – «периферія»). В термінах просторової специфікації моделей умовної конвергенції це означає, що рівноважні траєкторії пропорційного росту (steady-state growth) регіонів будуть суттєво відрізнятися в залежності від того, в який просторовий кластер попадають ці регіони.

Для відображення в емпіричних моделях просторових зв'язків використовується просторова економетрика. Припускається, що ті регіони, які розташовані ближче один до одного, є більш інтегровані між собою, ніж ті, що знаходяться на значній відстані. Основними передумовами просторової економетрики є те, що між досліджуваними показниками різних об'єктів може бути кореляція; яка зумовлена географією і просторовими факторами. Для дослідження просторових ефектів використовуються коефіцієнти (статистики) Морана ( $I$ ), Жирі ( $C$ ) та ін. [1-2].

Основну роль в просторовому аналізі відіграє матриця просторових ваг, яка показує зв'язки між регіонами та їх інтенсивність, і формалізує припущення, що регіон просторово зв'язаний з сусідніми регіонами. Існують різні види таких матриць: граничних сусідів,  $k$  найближчих сусідів, відстаней та ін. [1-3]. Слід зауважити, що оскільки матриця просторових ваг формується екзогенно, то її специфікація є найбільш складним і спірним питанням.

Метою дослідження є оцінка рівня диспропорцій розподілу кількості вступників у Тернопільський національний економічний університет на спеціальність «Комп'ютерна інженерія» в Тернопільській області на основі методів просторової економетрики.

Методами дослідження є методи просторової економетрики, статистика Морана.

Основні результати дослідження. При визначенні коефіцієнта загальної просторової автокореляції основною складовою є матриця просторових ваг. Її елементи  $w_{ij}$  відображають вплив регіону  $j$  на регіон  $i$ . Матриці є квадратними, по головній діагоналі стоять нулі, оскільки сам регіон на себе не впливає.

В *матриці граничних сусідів* припускається, що на економіку регіону впливають лише регіони, які мають спільні кордони, а вплив сусідів 2-го, 3-го кругу є несуттєвим. Цей підхід не завжди є реалістичним економічно і географічно. Елементи матриці є такими:

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо регіон } i \text{ та } j \text{ має спільний кордон,} \\ 0, & \text{якщо } i = j, \\ 0, & \text{якщо регіон } i \text{ та } j \text{ не має спільного кордону.} \end{cases} \quad (1)$$

Інший підхід до сусідства реалізовано в *матриці  $k$  найближчих сусідів*:

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } d_{ij} \leq d_i(k), \\ 0, & \text{якщо } i = j, \\ 0, & \text{якщо } d_{ij} > d_i(k), \end{cases} \quad (2)$$

де  $d_{ij}$  – відстань від регіону  $i$  до регіону  $j$  (розраховується як відстань між регіональними центрами);  $d_i(k)$  – найбільша з  $k$  найменших відстаней.

Просторові ваги *матриці відстані* обчислюються так:

$$w_{ij} = \begin{cases} 1/d_{ij}^\gamma, & \text{якщо } d_{ij} \leq D(q), \\ 0, & \text{якщо } i = j, \\ 0, & \text{якщо } d_{ij} > D(q), \end{cases} \quad (3)$$

де  $D(q)$  – квантілі відстаней. Якщо  $q = 4$ , то матриця буде враховувати всі відстані, а нулі будуть лише на головній діагоналі. Як правило  $\gamma = 2$ . За  $d_{ij}$  – можна вибрати відстань між регіональними центрами або мінімальний час між ними в дорозі автомобільними дорогами.

Можна також використовувати *матрицю ринкових потенціалів*, ваги якої обчислюються за формулою:

$$w_{ij} = \begin{cases} A_j / d_{ij}^\gamma, & \text{якщо } d_{ij} \leq D(q), \\ 0, & \text{якщо } i = j, \\ 0, & \text{якщо } d_{ij} > D(q), \end{cases} \quad (4)$$

$A_j$  – показник розміру або потужності регіону  $j$ .

Статистика Морана (коефіцієнт загальної просторової автокореляції) визначається за формулою:

$$I = \frac{n}{S_0} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (Y_i - \bar{Y})(Y_j - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}, \quad (5)$$

де  $S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$ ,  $\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$ ,

або в матричному вигляді:

$$I = \frac{n}{S_0} \cdot \frac{Z'WZ}{Z'Z}, \quad (6)$$

де  $Z = Y - \bar{Y}$ .

Якщо  $I > 0$ , то існує додатна просторова автокореляція, тобто в цілому значення спостережень в сусідніх регіонах є подібними;  $I < 0$  – від’ємна автокореляція, тобто в цілому значення спостережень в сусідніх регіонах відрізняються;  $I = 0$  – значення спостережень в сусідніх регіонах розміщені випадковим чином. Коефіцієнт  $I$  показує ступінь лінійної взаємозалежності між вектором  $Z$  центрованих значень ознаки  $Y$  і вектором  $WZ$  просторово зважених центрованих значень ознаки  $Y$  в сусідніх регіонах, який називається просторовим лагом.

За допомогою просторової діаграми розсіювання можна зробити візуалізацію розкиду значень ознаки відносно просторового лага. По осі абсцис відкладаються значення вектора  $Z$ , по осі ординат – значення  $WZ$ . На діаграмі зображується лінія регресії  $WZ$  на  $Z$ , тангенс кута нахилу якої дорівнює коефіцієнту загальної просторової автокореляції (у випадку якщо матриця просторових ваг стандартизована по рядках (сума ваг по рядку дорівнює одиниці)).

Нашим дослідженням охоплюється період з 2010 по 2014 рр., що є достатнім часовим періодом для виявлення залежностей. Виділено 17 районів

Тернопільської області України (нумерацію районів наведено у табл.1) та підрахована кількість вступників для кожного з них.

Таблиця 1

Список районів Тернопільської області

1	Тернопільський р-н	10	Кременецький район
2	Бережанський район	11	Лановецький район
3	Борщівський район	12	Монастирський район
4	Бучацький район	13	Підволочиський район
5	Гусятинський район	14	Підгасцький район
6	Заліщицький район	15	Теребовлянський район
7	Збаразький район	16	Чортківський район
8	Зборівський район	17	Шумський район
9	Козівський район		

Діаграма розсіювання Морана для розподілу кількості студентів з використанням матриці граничних сусідів приведена на рис. 1.

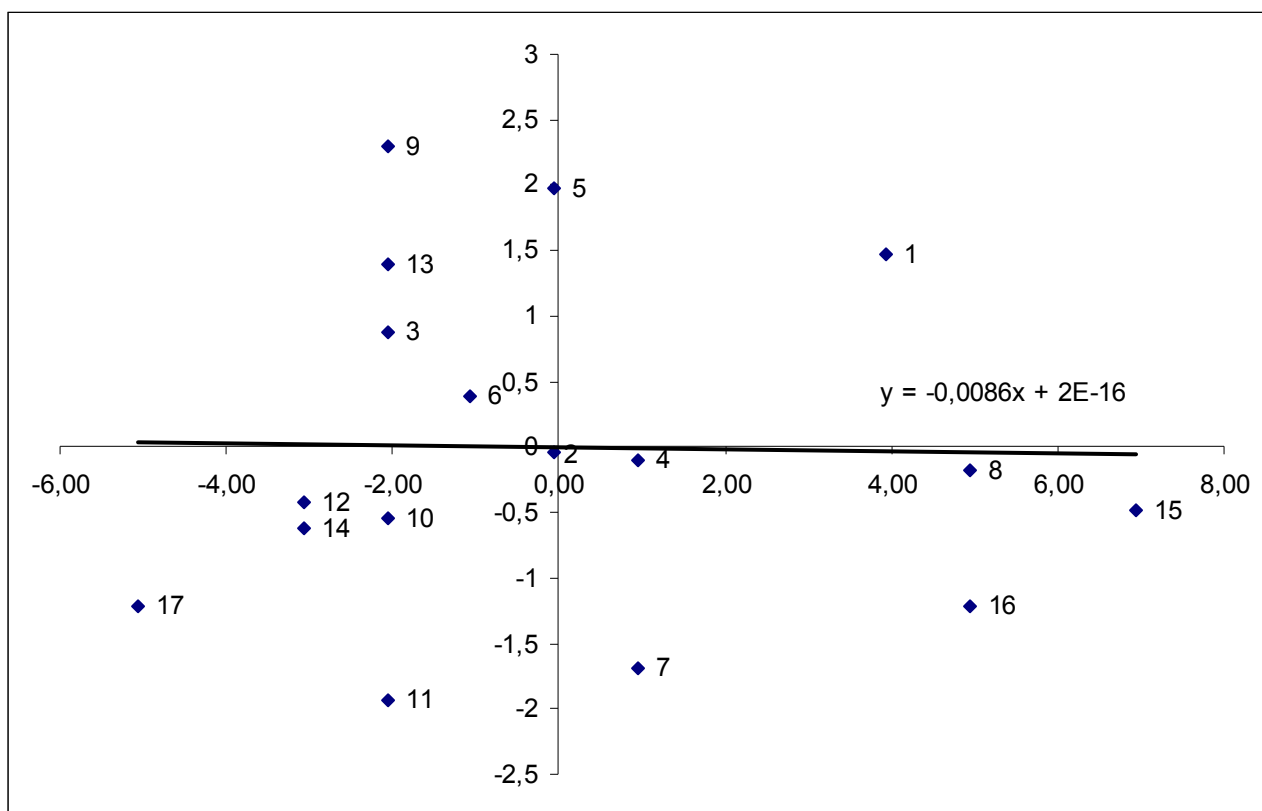


Рис. 1. Діаграма розсіювання Морана для кількості студентів ОКР «бакалавр» напрямку підготовки «комп'ютерна інженерія» за 2010 – 2014 рр. за матрицею граничних сусідів

В I-ий кластер – районів з великою кількістю вступників, які знаходяться в оточенні районів теж з великою кількістю вступників – за матрицею граничних сусідів попав лише Тернопільський район.

В II-ий кластер – районів з невеликою кількістю вступників, які знаходяться в оточенні районів з великою кількістю вступників – за матрицею граничних сусідів попали: Борщівський, Заліщицький, Гусятинський, Підволочиський, Козівський райони.

В III-ій кластер – районів з невеликою кількістю вступників, які знаходяться в оточенні районів теж з невеликою кількістю вступників ввійшли: Бережанський, Монастириський, Підгаєцький, Кременецький, Лановецький, Шумський райони.

В IV-ий кластер – районів з великою кількістю вступників, які знаходяться в оточенні районів з невеликою кількістю вступників – за матрицею граничних сусідів попали: Буцацький, Збарзький, Зборівський, Терехівський, Чортківський райони.

На основі статистики Морана показано, що спостерігається від'ємна автокореляція, тобто в цілому кількість вступників в сусідніх районах відрізняється. Оскільки,  $I \approx 0$  отже, можна сказати, що кількість вступників в сусідніх районах розміщена випадковим чином.

Отримані результати кластеризації регіонів для кращої візуалізації можна відобразити за допомогою картограми (рис. 2).

### **Висновки**

На основі статистичних даних результатів вступу абітурієнтів спеціальності «Комп'ютерна інженерія» з використанням статистики Морана здійснено кластеризацію районів Тернопільської області за кількістю вступників.

Для збільшення кількості вступників необхідно в першу чергу проводити профорієнтацію в районах, що попали в II-й і III-й кластери.

Виявлення просторової кореляції (кластеризації регіонів) за допомогою коефіцієнта загальної просторової автокореляції та діаграми розсіювання є

тільки першим кроком в просторовому аналізі. Статистика  $I$  показує, що значення досліджуваної змінної  $Y$  просторово кластеризовані в більшій степені, ніж при випадковому розподілі, проте не пояснює, чому це відбувається. Тому перспективним напрямом досліджень є перевірка гіпотез про характер просторових взаємодій.

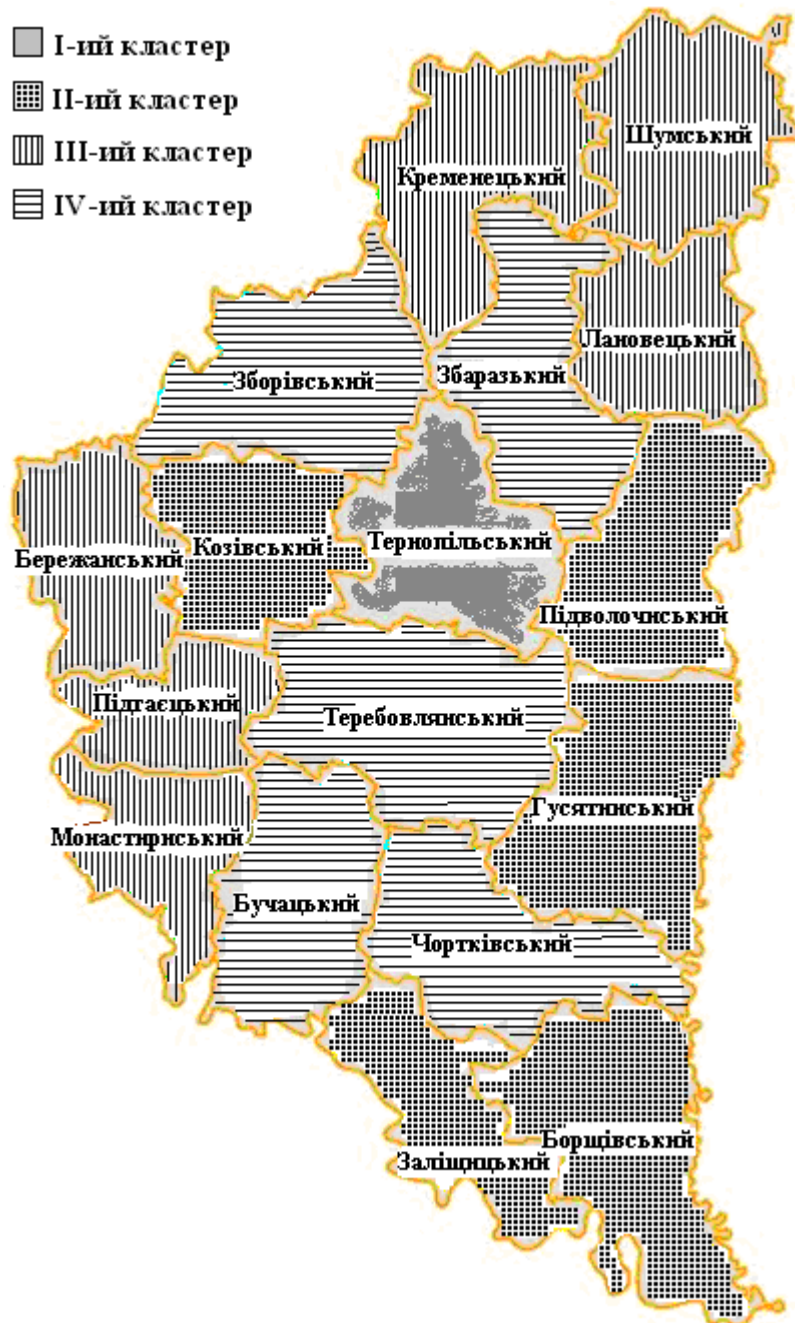


Рис. 2. Кластеризація регіонів на діаграмі Морана (за матрицею граничних сусідів)

1. Дубровина Н.А. Применение методов пространственной эконометрики в региональных исследованиях / Н.А. Дубровина // Бизнес Інформ – 2010 - №5(2) – С. 12-16.
2. Березька К.М. Оцінка диспропорцій регіонального розподілу іноземних інвестицій в Україні / К.М. Березька, О. М. Березький, В.В .Маслій // Актуальні проблеми економіки. – 2013. – № 12(150). –С. 106 – 114.

***Oleh BEREZSKY, Kateryna BEREZSKA, Vasil NEMISH***

Ternopil

### **USAGE OF SPATIAL ECONOMETRICS METHODS FOR THE ANALYSIS RESULTS OF ENTERING APPLICANTS**

*The article deals with the disproportion estimation of undergraduates district distributions for direction «Computer Engineering» of Ternopil National Economic University, based on the methods of spatial econometrics. There has been implemented clustering of Ternopil districts by the number of enrollees, which is based on statistical data using Moran's statistics. To show the links between the regions, its intensity and formalize the assumption that the region is spatially associated with neighboring regions, it is applied spatial weights matrix boundary neighbors.*

**Keywords:** *enrollees, spatial weights matrix, Moran's statistics, scatter plot, spatial clusters, EQL, region, district, applicant.*

***Олег БЕРЕЗСКИЙ, Екатерина БЕРЕЗСКАЯ, Василий НЕМИШ***

г. Тернополь

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЭКОНОМЕТРИКИ ДЛЯ АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ПОСТУПАЮЩИХ АБИТУРИЕНТОВ**

*В статье осуществлена оценка диспропорции районного деления поступающих с направления подготовки «Компьютерная инженерия» Тернопольского национального экономического университета на основе методов пространственной эконометрики. На основе статистических данных с использованием статистики Морана осуществлено кластеризацию районов Тернопольской области по количеству поступающих. Для отображения связей между регионами, формализации гипотезы, что регион пространственно связан с соседними регионами, использовано матрицу пространственных весов граничных соседей.*

**Ключевые слова:** *поступающие, матрица пространственных весов, статистика Морана, диаграмма рассеяния, пространственные кластеры.*