

УДК 911.3

ТОПОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ ГНІЗДОВИХ ТРАНСПОРТНИХ МЕРЕЖ З ОДНИМ ЦЕНТРАЛЬНИМ МІСТОМ

Володимир Грицевич 

*Львівське відділення Українського географічного товариства,
вул. П. Дорошенка, 41, м. Львів, Україна, 79007
e-mail: gvsmsg@ukr.net*

Проаналізовано публікації, вітчизняних та зарубіжних авторів дотичні до досліджуваної теми. Запропоновано поняття гнізда геоторіальної організації, виходячи з ідей геоторіальної організації суспільства. Запропоновано формалізовану мову і розроблено схеми математико-структурного моделювання гнізда, його ядра, транспортних зв'язків, міста. Показано сутність міста як математичного кортежа, що включає геомісце міста в геопросторі, геосферне наповнення міста та виконуваний містом функції. Записаний типовий приклад геосферного наповнення міста (населення, житловий фонд, підприємства, основні виробничі фонди, комунальні мережі, транспортна інфраструктура, міський транспорт, рекреаційна сфера). Теорію проілюстровано прикладом гнізда геоторіальної організації з центром у місті Львові. Досліджено зв'язність графа транспортної мережі гнізда без кільцевої дороги з одним центральним містом залежно від кількості його радіальних зв'язків в аспекті трьох індексів зв'язності. Досліджено зв'язність графа транспортної мережі гнізда з кільцевою дорогою і одним центральним містом залежно від кількості його радіальних зв'язків в аспекті трьох індексів зв'язності. Досліджено зв'язність графа транспортної мережі гнізда з одним центральним містом і фіксованою кількістю радіальних зв'язків залежні від сформованості кільцевої дороги, також в аспекті трьох індексів зв'язності. Побудовано графічні діаграми та проаналізовано закономірності мінливості індексів зв'язності (альфа-індекс, бета-індекс, фі-індекс) залежно від досліджуваного набору графів. Обґрунтовано особливості поведінки цих індексів для різних наборів графів транспортних мереж у досліджуваних ситуаціях. Розроблено систему математичних моделей числової оцінки абсолютних показників та усіх трьох індексів зв'язності для графа довільного гнізда з одним центральним містом і частково сформованою кільцевою дорогою.

Ключові слова: гніздо геоторіальної організації, велике місто, транспортна мережа, зв'язність графа мережі, індекси зв'язності, кільцева дорога.

Вступ. У статті К. Вяткіна [1] у контексті агломерації для такого базового центру тяжіння, як Харків, проаналізовано транспортні потоки, а також потоки населення стосовно периферійних територій. Виявлено чинники формування просторової привабливості, чинники формування транспортних потоків між центром і периферією. Проаналізовано мережу автомобільних та інших шляхів.

Так, І. Савчук [6] вивчає передумови розвитку транспортної інфраструктури Київської міської агломерації. Визначено роль природних чинників. Виявлено нові фактори функціонування та розвитку транспортної інфраструктури, зокрема формування територіальних

громад. Відзначено необхідність урахування потреб усієї Київської агломерації. Виявлено, що головною потребою для потоку щоденних мігрантів є транспортна доступність.

Отож R. Doshi, J. Juremalani, I. Prakash [9] розглядають транспортні мережі штату Гуджарат біля міста Надідад. Вивчено найефективніші маршрути подорожей, сформовані маршрути руху, визначене місцезнаходження найближчих цікавих об'єктів, визначено зони обслуговування на основі відстаней та часу подорожі.

А. А. Hostis, Н. Baptiste у статті [10] вивчають територіальну організацію транспортних мереж у моноцентричному та поліцентричному варіантах для регіону Норд-Пас-де-Кале у Франції. Визначено набори міських центрів для застосування підходів територіальної організації. Проаналізовано відповідь транспортної системи на виражені або потенційні запити.

Отож P. Iamtrakul, A. Padon, J. Klaylee [11] досліджують субурбанізацію мегаполісу Бангкока. Визначено п'ять дотичних провінцій. Встановлено, що кількість подорожей у Бангкоку та його околицях є найвищою в Таїланді. Поставлено проблему моделювання розвитку міського транспорту Бангкоку. Застосований факторний та кластерний аналіз для характеристики районів столичного регіону щодо транспортної доступності.

Так, X. Wang, J. Yuan у статті [12] розглядають мережі доріг на приміських магістралях в аспекті безпеки. Застосовано методи просторової кореляції та авторегресії для суміжних зон. У моделі входять змінні рівня магістралей, а також змінні дорожньої мережі. Досліджений вплив довжини приміських автомагістралей, щільність під'їзду, щільність перехресть в аспекті безпеки руху. Показано, що аварійність на мережах доріг у формі дерева значно більша, ніж на мережах зі сітковою структурою.

Метою роботи є моделювання ґнізда геопросторової організації на базі великого міста, а також вивчення мінливості зв'язності графів транспортної мережі в такому ґнізді.

Ідею геоторіальної організації суспільства висунув О. Шаблій у [8, с. 187, 204, 628, 629]. У [4] обґрунтовано, що узагальненням територіальної організації суспільства є саме геоторіальна його організація, а не геопросторова. В роботі [3] обґрунтовано, що геоторія в географії (так само як і територія) володіє і геопросторовими атрибутами, і субстанціональними (геосферними).

Третім аспектом геоторіальної організації (за О. Шаблієм) є існування територіальних суспільних утворень (формувань, поєднань, систем, структур), які виникають на основі зв'язків між суспільно-географічними об'єктами. При уважному розгляді територіальних суспільних утворень виявляється, що в основі цих утворень лежать ґнізда, утворені містами та їхніми територіальними поєднаннями, зокрема агломераціями.

Актуальність дослідження випливає з того, що в географічній науці вже давно назріла проблема створення своєї формалізованої наукової мови і ця праця робить певні кроки в такому напрямі. У контексті досліджуваної проблеми розглянуті поняття ґнізда та низка суміжних з ним понять [5]. Також актуальним є вивчення якісних та кількісних топологічних закономірностей для ґнізд транспортних мереж із центральним містом.

Результати дослідження. Ґніздо геоторіальної організації (ГО) – це місто (або агломерація міст) взята разом з інцидентними зовнішніми транспортними зв'язками. На рис. 1 показано приклад такого ґнізда з центром у місті Львові. Позначимо ґніздо через Nest, тоді його склад згідно з означенням можна записати:

$$\text{Nest} = \{\text{Nest.kernel}, \text{Nest.link}\},$$

де Nest.kernel – ядро ґнізда, що включає одне або кілька загломерованих міст, Nest.link – зовнішні транспортні зв'язки ґнізда.

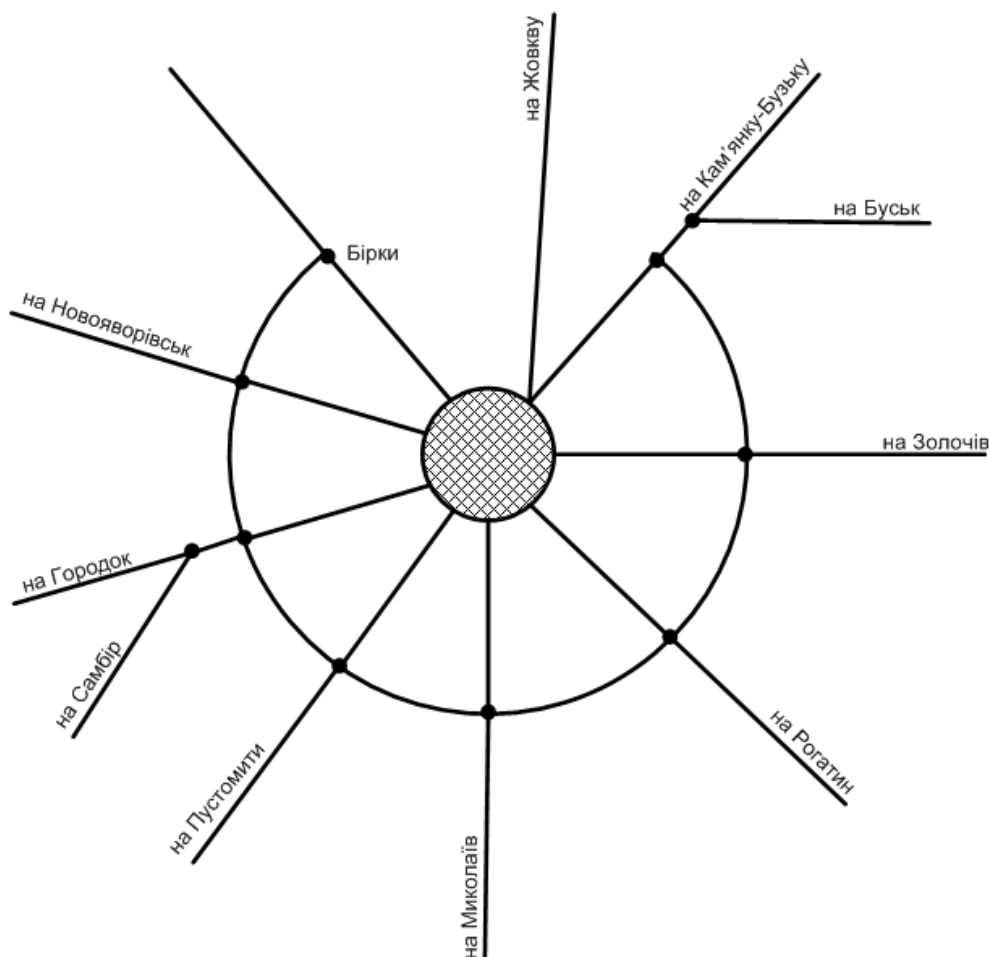


Рис. 1. Гніздо геоторіальної організації з центром у Львові.

Fig. 1. Nest of geoterial organization with center in Lviv.

На гніздах геоторіальної організації можна задати функції Kernel і Link, які виділяють відповідно ядро і зв'язки гнізда:

$$\text{Kernel}(\text{Nest}) = \text{Nest.kernel}, \text{Link}(\text{Nest}) = \text{Nest.link}.$$

Гнізда можна класифікувати двояко – за кількістю міст у ядрі, або за кількістю зовнішніх транспортних зв'язків. При позначенні елементів цих класифікацій стає у пригоді аналітика класифікацій ієрархічних форм геопросторової організації. Далі розглянемо найпоширеніший випадок, коли ядро гнізда геоторіальної організації складається з одного міста, тобто:

$$\text{Nest.kernel} = \text{Sity}.$$

Sity, тобто місто, розуміємо як геоторіальний об'єкт (навіть антропоторіальний за [3]), який характеризується трьома атрибутами: місцем, наповненням та функціями. Методика суспільно-географічного дослідження міста детально описана в [7].

Місто займає певне геопросторове місце $Sity.place$, яке є частиною геопростору $GeoSpace$. На множині міст можна задати функцію $Place$, яка виділяє в місті його геопросторове місце:

$$Place(Sity) = Sity.place.$$

Геосферним наповненням міста є $Sity.content$, яке є частиною земних геосфер $GeoSphere$. На множині міст можна задати функцію $Content$, яка виділяє в місті його геосферне наповнення:

$$Content(Sity) = Sity.content.$$

Третім атрибутом міста є $Sity.function$, тобто функції, які виконує місто. На множині міст можна задати функцію $Function$, яка виділяє в місті його функції з $GeoFunction$:

$$Function(Sity) = Sity.function.$$

Остаточно можна записати повний склад міста у вигляді:

$$Sity = \{Sity.place, Sity.content, Sity.function\}.$$

Свою чергою, геосферне наповнення міста може бути розписане за його головними компонентами:

$$Sity.content = \{H, ЖФ, П, ОВФ, КМ, ТІ, МТ, РС\},$$

де H – населення, $ЖФ$ – житловий фонд, $П$ – підприємства, $ОВФ$ – основні виробничі фонди, $КМ$ – комунальні мережі, $ТІ$ – транспортна інфраструктура, $МТ$ – міський транспорт, $РС$ – рекреаційна сфера.

Кожна з цих головних компонент при потребі може бути розписана за складовими субкомпонентами.

Далі розглянемо міри зв'язності [2] для деяких наборів графів.

Якщо розглядаємо графи транспортної мережі гнізда без кільцевої дороги з одним центральним містом (табл. 1), то залежність їхньої зв'язності від кількості радіальних зв'язків виявляє такі закономірності.

Альфа-індекс є очікувано нульовим, незалежно від кількості радіальних зв'язків, бо жоден із таких графів не має циклів.

Бета-індекс зростає зі збільшенням кількості радіальних зв'язків (асимптотично наближаючись до 1), тобто за цим показником зв'язність графа підвищується.

Фі-індекс навпаки спадає зі збільшенням кількості радіальних зв'язків, що можна інтерпретувати як зниження рівня зв'язності графа.

Якісна розбіжність у поведінці бета-індекса та фі-індекса потребує пояснень. Одна причина такої розбіжності криється в зростанні загальної кількості вузлів графа, що по-різному проявляється в бета- та фі-індексах.

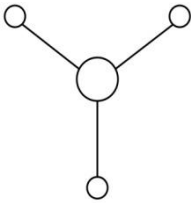
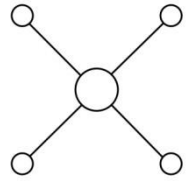
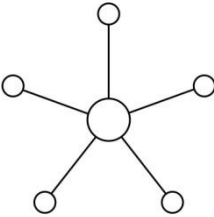
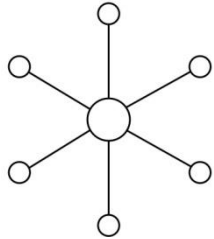
Другу причину можна зрозуміти ґрунтуючись на суті цих індексів. Бета-індекс формально вважає зв'язнішим граф із більшою кількістю ребер, а фі-індекс орієнтується в знаменнику на максимально можливу кількість ребер, яка зростає швидше ніж фактична їхня кількість у чисельнику.

Якщо розглядаємо графи транспортної мережі гнізда з кільцевою дорогою і одним центральним містом (табл. 2), то залежність їхньої зв'язності від кількості радіальних зв'язків має такі закономірності:

- альфа-індекс спадає зі збільшенням кількості радіальних зв'язків, що означає нормальне зменшення зв'язності у зв'язку зі збільшенням кількості вузлів (рис. 2);
- бета-індекс зростає зі збільшенням кількості радіальних зв'язків, тобто за цим показником зв'язність графа підвищується (рис. 3);
- фі-індекс спадає зі збільшенням кількості радіальних зв'язків, що ми формально інтерпретуємо як зниження рівня зв'язності графа (рис. 4).

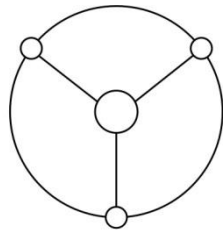
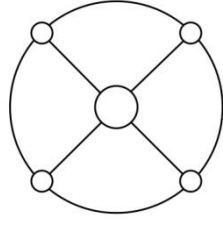
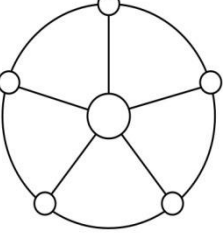
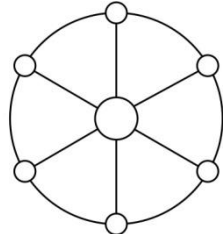
Таблиця 1

Зв’язність графа транспортної мережі гнізда без кільцевої дороги з одним центральним містом залежно від кількості його радіальних зв’язків.
The connectivity of the transport network graph of a nest without a ring road with one central city depending on the number of its radial connections.

Граф транспортної мережі	Кількість вузлів графа	Кількість ребер графа	Цикломатичне число графа	Індекси зв’язності		
				Альфа-індекс	Бета-індекс	Фі-індекс
	4	3	0	0,000	0,750	0,500
	5	4	0	0,000	0,800	0,444
	6	5	0	0,000	0,833	0,417
	7	6	0	0,000	0,857	0,400

Таблиця 2

Зв'язність графа транспортної мережі гнізда з кільцевою дорогою з одним центральним містом залежно від кількості його радіальних зв'язків.
The connectivity of the transport network graph of a nest with a ring road with one central city depending on the number of its radial connections.

Граф транспортної мережі	Кількість вузлів графа	Кількість ребер графа	Цикломатичне число графа	Індекси зв'язності		
				Альфа-індекс	Бета-індекс	Фі-індекс
	4	6	3	1,000	1,500	1,000
	5	8	4	0,800	1,600	0,889
	6	10	5	0,714	1,667	0,833
	7	12	6	0,667	1,714	0,800

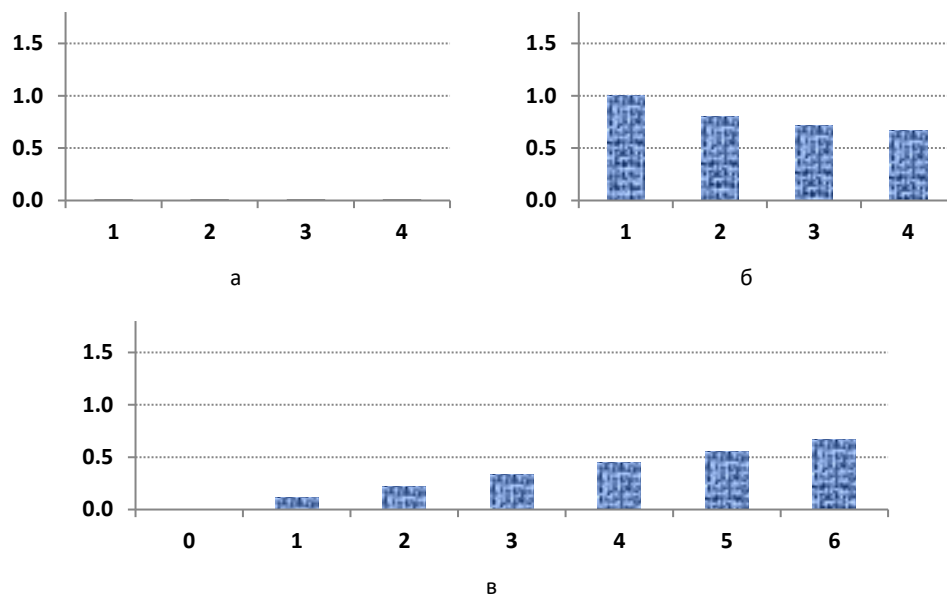


Рис. 2. Мінливість альфа-індекса.
Fig. 2. Variability of the alpha index.

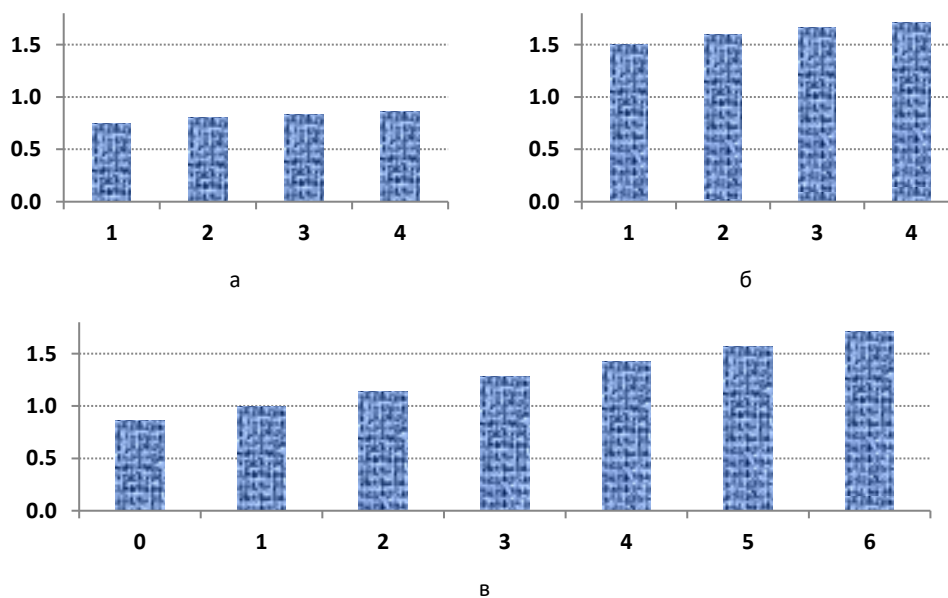


Рис. 3. Мінливість бета-індекса.
Fig. 3. Variability of the beta index.

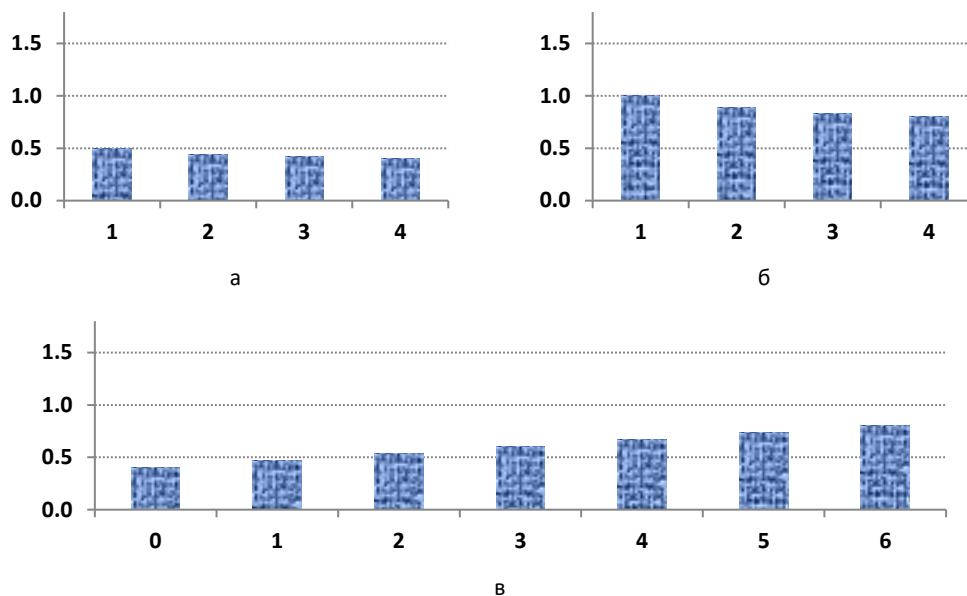


Рис. 4. Мінливість фі-індекса.
Fig. 4. Variability of the fi-index.

Хоча у таблиці 2 також простежується зменшення фі-індекса зі збільшенням кількості радіальних зв'язків, але її бета-індекс і фі-індекс у два рази більші, ніж у таблиці 1. Отже, наявність кільцевої дороги удвічі покращує зв'язність графа транспортної мережі.

Розглянемо графи транспортної мережі з одним центральним містом і фіксованою кількістю (шість) його радіальних зв'язків (табл. 3), залежно від рівня сформованості кільцевої дороги навколо центрального міста. Цей випадок особливий тим, що в ньому кількість вузлів однакова для всіх графів. Тому спостерігаємо, що всі три індекси (альфа, бета і фі) зростають (хоча й різним темпом) зі зростанням рівня сформованості кільцевої дороги.

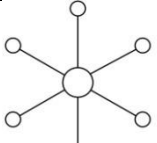
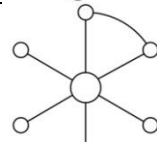
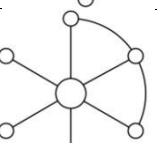
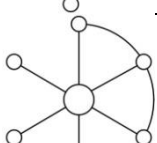
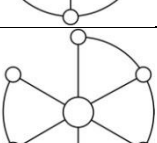
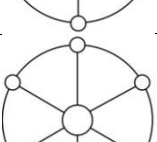
Підсумовуючи, можемо зазначити, що один лише бета-індекс зростає разом із розвитком транспортної мережі навколо центрального міста гнізда, тому саме цей індекс можна рекомендувати як міру зв'язності гнізд. Інші два індекси (альфа та фі) теж вимірюють зв'язність гнізда, однак вони критично чутливі до зміни кількості вузлів графа, причому альфа-індекс взагалі не працює у випадку відсутності циклів у графі, а фі-індекс з усіх трьох індексів найменш чутливий до рівня сформованості кільцевої дороги навколо центрального міста.

Розглянемо вимірювання зв'язності для довільного гнізда з одним центральним містом. Нехай m – кількість пунктів першого порядку відносно центрального міста, які можуть лежати на кільцевій дорозі. Вважаємо, що кільцева дорога навколо центрального міста є частково сформованою і має n ланок ($0 \leq n \leq m$).

При названих припущеннях граф досліджуваного гнізда геоторіальної організації можна охарактеризувати такими головними абсолютними показниками:

Таблиця 3

Зв’язність графа транспортної мережі з одним центральним містом і фіксованою кількістю його радіальних зв’язків залежно від сформованості кільцевої дороги.
Connectivity of the transport network graph with one central city and a fixed number of its radial connections depending on the formation of the ring road.

Граф транспортної мережі	Кількість вузлів графа	Кількість ребер графа	Цикломатичне число графа	Індекси зв’язності		
				Альфа-індекс	Бета-індекс	Фі-індекс
	7	6	0	0,000	0,857	0,400
	7	7	1	0,111	1,000	0,467
	7	8	2	0,222	1,143	0,533
	7	9	3	0,333	1,286	0,600
	7	10	4	0,444	1,429	0,667
	7	11	5	0,556	1,571	0,733
	7	12	6	0,667	1,714	0,800

При названих припущеннях граф досліджуваного гнізда геоторіальної організації можна охарактеризувати такими головними абсолютними показниками:

- кількість вузлів графа $V = m + 1$;
- кількість ребер графа $R = m + n$;
- цикломатичне число графа $C = n$.

Це дає змогу обчислити всі три індекси зв'язності графа:

$$\alpha = \frac{n}{2 \cdot m - 3}, \quad \beta = \frac{m + n}{m + 1}, \quad \varphi = \frac{m + n}{3 \cdot (m - 1)}.$$

Науковою новизною цієї роботи є те, що в ній досліджена топологічна зв'язність графа транспортної мережі гнізда без кільцевої дороги з одним центральним містом залежно від кількості його радіальних зв'язків в аспекті трьох індексів зв'язності. Також досліджена топологічна зв'язність графа транспортної мережі гнізда з кільцевою дорогою і одним центральним містом залежно від кількості його радіальних зв'язків в аспекті трьох індексів зв'язності. Нарешті досліджена топологічна зв'язність графа транспортної мережі гнізда з одним центральним містом і фіксованою кількістю радіальних зв'язків залежно від сформованості кільцевої дороги, також в аспекті трьох індексів зв'язності.

Наукове значення проведеного дослідження полягає в тому, що воно дає в руки досліднику формалізовану мову для наукового опису гнізд транспортної мережі, дає в руки досліднику розуміння закономірностей залежності ступеня зв'язності транспортної мережі гнізда (за різними критеріями) від кількості радіальних зв'язків (за відсутності або за наявності кільцевої дороги) чи від сформованості кільцевої дороги гнізда.

Висновки. Місто є геоторіальним об'єктом, який характеризується геомісцем, геосферним наповненням та специфічними функціями. Гніздо геоторіальної організації це місто, або агломерація міст разом з інцидентними транспортними зв'язками. Бета-індекс – єдиний показник зв'язності, який зростає разом з ускладненням гнізда. Наявність кільцевої дороги удвічі покращує зв'язність графа транспортної мережі гнізда.

Виконана робота відкриває широкі перспективи для подальших наукових досліджень. Серед них можна виділити такі:

- моделювання та тополого-географічний аналіз гніздових транспортних мереж із центральною агломерацією в складі кількох міст (двох, трьох, чотирьох тощо);
- вивчення міських агломерацій як центрів гнізд транспортних мереж;
- дослідження залежності графа транспортної мережі гнізда від комплексного впливу багатьох чинників: агломераційної структури центра, кількості радіальних зв'язків, сформованості кільцевої дороги;
- вивчення особливостей та форм просторової взаємодії сусідніх гнізд транспортних мереж.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вяткін К. Транспортно-просторова привабливість територій: фактори впливу. *Місто-будування та територіальне планування*. 2021. № 77. С. 87–97.
2. Грицевич В. С. Математичні методи в суспільній географії: тексти лекцій для студентів заочної форми навчання. Львів : ЛНУ, Малий видавничий центр. Лабораторія тематичного картографування географічного факультету, 2013. 48 с.
3. Грицевич В. С. Антропоторія як конкретний об'єкт дослідження суспільної географії. *Суспільна географія: наукові традиції і сучасні виклики*. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2018. С. 87–91.

4. Грицевич В. С. Тринітарний підхід до розуміння предмета дослідження суспільної географії. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: географічні науки*. 2019. Вип. 11. С. 25–30.
5. Грицевич В. С. Урбаністичні гнізда як осередки геоторіальної організації суспільства. *Суспільно-географічні чинники розвитку регіонів*. Луцьк, 2020. С. 8–10.
6. Савчук І. Передумови розвитку транспортної інфраструктури Київської міської агломерації. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Географія*. 2019. № 1 (74), С. 42–47.
7. Топчієв О. Г. Суспільно-географічні дослідження: методологія, методи, методики. Одеса : Астропринт, 2005. 600 с.
8. Шаблій О. І. Суспільна географія : у 2-х кн. Кн. 2. Проблеми українознавства, регіоназнавства і краєзнавства. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2015. 706 с.
9. Alain L'Hostis, Herv'e Baptiste. A Transport network for a City network: Analysing the quality of the public transport service in the Nord-Pas-de-Calais region. *European Journal of Spatial Development*. 2006. DOI: 10.5281/zenodo.5136992.
10. Pawinee Iamtrakul, Apinya Padon, Jirawan Klaylee. Measuring Spatializing Inequalities of Transport Accessibility and Urban Development Patterns: Focus on Megacity Urbanization, Thailand. *Journal of Regional and City Planning*. 2022. № 33(4). P. 345–366. DOI: 10.5614/jpwk.2022.33.3.4.
11. Rutu Doshi, Jayesh Juremalani, Indra Prakash. Planning of transport network of Nadiad city using geoinformatics technology. *International Research Journal of Engineering and Technology*. 2017. Vol. 04. Iss. 04. P. 1963–1969.
12. Xuesong Wang, Jinghui Yuan. Safety Impacts Study of Roadway Network Features on Sub-urban Highways. *China Journal of Highway and Transport*. 2017. Vol. 30. Iss. 4. P. 106–114.

REFERENCES

1. Vyatkin, K. (2021). Transport and spatial attractiveness of territories: factors of influence. *Urban and territorial planning*, 77, 87–97 [in Ukrainian].
2. Hrytsevych, V. S. (2013). Mathematical methods in human geography: lecture texts for correspondence students. Lviv : LNU, Small Publishing Center. Laboratory of thematic mapping of Geographycal Faculty [in Ukrainian].
3. Hrytsevych, V. S. (2018). Anthropotory as a specific object of human geography research. *Human geography: scientific traditions and modern challenges*. Lviv : LNU named after Ivan Franko, 87–91 [in Ukrainian].
4. Hrytsevych, V. S. (2019). Trinitarian approach to understanding the subject of social geography study. *Scientific Bulletin of the Kherson State University. Series: geographical sciences*, 11, 25–30 [in Ukrainian].
5. Hrytsevych, V. S. (2020). Urban nests as centers of geospatial organization of society. *Socio-geographical factors of development of regions*. Lutsk, 8–10 [in Ukrainian].
6. Savchuk, I. (2019). Prerequisites for the development of transport infrastructure of the Kyiv city agglomeration. *Bulletin of Taras Shevchenko Kyiv National University. Geography*, 1(74), 42–47 [in Ukrainian].
7. Topchiiev, O. H. (2005). Socio-geographic research: methodology, methods, methods. Odessa : Astroprint [in Ukrainian].
8. Shablii, O. I. (2015). Human geography. In two books. Book two. Problems of Ukrainian studies, regional studies and regional studies. Lviv : LNU [in Ukrainian].

9. Alain, L'Hostis, & Herv'e, Baptiste. A. (2006). Transport network for a City network: Analysing the quality of the public transport service in the Nord-Pas-de-Calais region. *European Journal of Spatial Development*. DOI: 10.5281/zenodo.5136992.
10. Pawinee, Iamtrakul, Apinya, Padon, & Jirawan, Klaylee (2020). Measuring Spatializing Inequalities of Transport Accessibility and Urban Development Patterns: Focus on Megacity Urbanization, Thailand. *Journal of Regional and City Planning*, 33(4), 345–366. DOI: 10.5614/jpwk.2022.33.3.4.
11. Rutu, Doshi, Jayesh, Juremalani, & Indra, Prakash (2017). Planning of transport network of Nadiad city using geoinformatics technology. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 4, 4, 1963–1969.
12. Xuesong, Wang, & Jinghui, Yuan (2017). Safety Impacts Study of Roadway Network Features on Suburban Highways. *China Journal of Highway and Transport*, 30, 4, 106–114.

*Стаття: надійшла до редакції 19.11.2023
доопрацьована 05.07.2024
прийнята до друку 09.08.2024*

TOPOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL ANALYSIS OF NEXT TRANSPORT NETWORKS WITH ONE CENTRAL CITY

Volodymyr Hrytsevyh

*The Lviv Branch of the Ukrainian Geographical Society,
41, P. Doroshenko Str., Lviv, Ukraine, 79007
e-mail: gvsmg@ukr.net*

The publications of domestic and foreign authors that tangential to the researched topic are analyzed. The concept of a nest of geo-regional organization is proposed, based on the ideas of the geo-regional organization of society. A formalized language is proposed and schemes of mathematical and structural modeling of the nest, its cernel, transport connections, and the city are developed. The essence of the city is shown as a mathematical tuple, which includes the geolocation of the city in geospace, the geospheric filling of the city, and the functions performed by the city. A typical example of the geospheric filling of the city is recorded (population, housing stock, enterprises, main production assets, utility networks, transport infrastructure, urban transport, recreational sphere). The theory is illustrated by the example of a nest of geospatial organization with center in the city of Lviv. The connectivity of the transport network graph of a nest without a ring road with one central city was investigated depending on the number of its radial connections in terms of three connectivity indices. The connectivity of the transport network graph of a nest with a ring road and one central city was investigated depending on the number of its radial connections in terms of three connectivity indices. The investigated connectivity of the graph of the transport network of nests with one central city and a fixed number of radial connections depends on the formation of the ring road, also in terms of three connectivity indices. Graphic diagrams were constructed and patterns of variability of connectivity indices (alpha-index, beta-index, phi-index) were analyzed depending on the studied set of graphs. The features of the behavior of these indices for different sets of graphs of transport networks in the studied situations are reasoned. A system of mathematical models for the numerical evaluation of absolute indicators and all three connectivity indices for an arbitrary nest graph with one central city and a partially formed ring road has been developed.

Keywords: geospatial organization nest, big city, transport network, network graph connectivity, connectivity indices, ring road.