

Топологія і метрика автотранспортного простору як чинник транспортно-логістичної діяльності в Західному регіоні України

Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів
e-mail: gvsmg@ukr.net, marianax@ukr.net

Анотація. Обґрунтована сутність топологічних і метричних властивостей автотранспортного простору як чинників транспортно-логістичної діяльності в Західному регіоні України. Досліджене автотранспортне мікроположення міських поселень Західного регіону України, проаналізований його вплив на логістичну діяльність у регіоні. Вивчений граф автотранспортної мережі Західного регіону України, здійснена його макротопологічна характеристика за областями, зроблені висновки щодо зв'язку між транспортно-логістичною діяльністю і характеристиками графа автотранспортної мережі. Обґрунтований вплив кривизни автотранспортного простору на транспортно-логістичну діяльність у Західному регіоні України.

Ключові слова: транспортна мережа, мікротопологія мережі, макротопологія мережі, метрика транспортної мережі, автотранспортне мікроположення, граф автотранспортної мережі, кривизна автотранспортного простору, транспортно-логістична діяльність.

Вступ

Автомобільний транспорт відіграє провідну роль у перевезеннях різного територіального масштабу. Це найбільш мобільний засіб доставки пасажирів і вантажів. Його робота безпосередньо залежить від автотранспортної мережі регіону, зокрема її топологічних і метричних властивостей. Планування логістичних операцій здійснюється виходячи з пріоритетної ролі економічного критерію, який у конкретних умовах може означати мінімізацію вартості перевезень, мінімізацію відстані, або мінімізацію часу перевезень. В основі цих трьох критеріїв лежать метричні і топологічні властивості автотранспортної мережі (автотранспортного простору), які дають змогу передбачити можливий економічний ефект здійснення транспортно-логістичної діяльності в регіоні.

Дослідження топологічних і метричних властивостей автотранспортного простору як чинників транспортно-логістичної діяльності в регіоні є актуальним питанням у сучасній науці. Але поки що воно залишається недостатньо розробленим. Теоретичні основи топологічного моделювання територіально-логістичних мереж висвітлені у праці І. Смирнова [6, С.87-107]. Зокрема, автор пропонує здійснювати топологічний аналіз транспортно-логістичних мереж на підставі теорії графів. Інфраструктурною основою логістичних територіальних систем є територіально-логістичні мережі, що складаються з логістичних терміналів (регіональних транспортно-складських центрів) і логістичних комунікацій, які поєднують виробника і споживача безпосередньо або через логістичні термінали. Логістичні мережі є підставою до формування логістичних каналів і ланцюгів. Відповідно до таксономічних рангів логістичних систем (глобальний, або мета-, мега-, макро-, мезо-, мікро-) і їх функціонально-компонентної структури (постачання, виробництво, збут), виділяють такі види транспортно-логістичних мереж: спеціалізована (включає мережі постачання або збуту, спостерігається на мікрорівні), універсальна (охоплює мережі постачання, виробництва, збуту, спостерігається на мікрорівні), регіональна (включає мережі постачання і збуту в межах регіонів різних рангів всередині країни, спостерігається на мезорівні), національна (охоплює мережі постачання і збуту у межах країни з виходом на міжнародні зв'язки, спостерігається на макрорівні), міжнародна (охоплює світові мережі постачання і збуту з урахуванням зв'язків з міжнародної спеціалізації і кооперування виробництва, спостерігається на глобальному рівні) [6, С.87-88]. Серед наукових моделей, які враховують топологічні і метричні властивості автотранспортних мереж у логістичних дослідженнях, виділяються: модель впливу відстані на територіальні взаємозв'язки, гравітаційна модель і модель обмежень руху. Модель впливу відстані на територіальні взаємозв'язки відбиває явище гальмівної дії збільшення відстані на господарські контакти: із збільшенням відстані взаємозв'язків їхні обсяги падають. Пояснення полягає у тому, що зростає вартість транспортування товарів. Отже, близькі відстані притягують значно більший обсяг перевезень товарів, ніж далекі [6, С.72-73]. Гравітаційна модель враховує не лише відстань перевезень, а й такий чинник територіальних зв'язків, як вплив великих міст. Більші міста мають більшу силу тяжіння, ніж менші [6, С.75]. Модель обмежень руху враховує так звані мережеві обмеження зв'язків, пов'язані з наявністю чи відсутністю безпосереднього з'єднання двох пунктів у мережі шляхів, що склалася на певній території. Потoki не можуть охопити всі пункти мережі, якщо ці пункти не мають прямого транспортного сполучення між собою. Якщо два пункти з'єднує довга та звивиста траса, то взаємозв'язки між ними є малоімовірними [6, с. 77-78].

Питання топології транспортних мереж (топоморфологічна структура та класифікація, просторові закономірності еволюції) ґрунтовно висвітлені в праці С.Тархова [8, С.28]. Методи застосування теорії графів для вивчення транспортних мереж описані в [5, 9]. Характеристика автотранспортного мікроположення міських поселень областей Західного регіону України здійснена в [1]. О.Шаблій [11, с.168] називає відстані між пунктами метричними характеристиками території, а в [10, с. 57] наводить деякі часто вживані метрики. У [2, 3] вводиться поняття і подається методика визначення кривизни автотранспортного простору як метричної характеристики, що є важливим чинником транспортно-логістичної діяльності регіону. У [4, 7] розглядаються проблеми і перспективи розвитку транспортної логістики в Україні. Величина транспортних витрат залежить від фізичних параметрів продукції і довжини шляху. Обґрунтований показник відстані перевезення як важливий чинник транспортної логістики [4, С.158]. І.Смирнов вважає транспортну мережу і її характеристики (конфігурація, відстань між пунктами, тип маршрутів) одним з основних елементів транспортної логістики [7, С. 95]. В [12] описано роль та місце автомобільного транспорту в логістичних перевезеннях.

Матеріали і методи

Для характеристики топологічних властивостей автотранспортного простору як чинників транспортно-логістичної діяльності в Західному регіоні України використано метод графів, зокрема, для макротопологічної характеристики автотранспортного простору регіону застосовано міри зв'язаності графа, для мікротопологічної характеристики використано кореляційний і регресійний аналіз. Для характеристики метричних властивостей автотранспортного простору як чинників транспортно-логістичної діяльності в Західному регіоні України обчислено показник кривизни автотранспортного простору в межах досліджуваного регіону.

Результати і обговорення

Для характеристики автотранспортного мікроположення міських поселень Західного регіону України розглядаємо ці поселення як вузли графа автотранспортної мережі. Оскільки існує поділ автошляхів на види, кожен з яких характеризується певними логістичними можливостями, доцільно розглядати степені міських поселень відносно цих видів автошляхів (табл. 1). Максимальні значення середнього степеня міських поселень відносно міжнародних доріг характерні для Чернівецької, Волинської і Рівненської областей, мінімальні – для Закарпатської, Івано-Франківської і Хмельницької областей. Найбільші значення середнього степеня відносно національних доріг характерні для Івано-Франківської і Львівської областей, найменші – для Рівненської і Тернопільської областей. Максимальні значення середнього степеня поселень відносно регіональних автодоріг виявлені для Івано-Франківської і Хмельницької областей, мінімальні – для Закарпатської і Львівської областей. Найбільші значення середнього степеня міських поселень відносно територіальних доріг характерні для Хмельницької, Волинської і Львівської областей, найменші – для Івано-Франківської і Закарпатської областей.

Таблиця 1.

Мікротопологічна характеристика графа автотранспортної мережі Західного регіону України

Область	Степінь міських поселень області відносно автодоріг							
	міжнародних		національних		регіональних		територіальних	
	середній	максимальний	середній	максимальний	середній	максимальний	середній	максимальний
Волинська	2,40	4	2,00	3	1,70	2	2,17	4
Закарпатська	2,00	3	1,83	2	1,50	2	1,78	3
Івано-Франківська	2,00	2	2,29	5	2,00	4	1,71	3
Львівська	2,14	5	2,07	4	1,60	2	2,02	4
Рівненська	2,22	4	1,50	2	1,86	3	1,86	4
Тернопільська	2,13	4	1,60	2	1,80	2	1,95	4
Хмельницька	2,00	2	2,00	2	1,93	3	2,57	4
Чернівецька	2,50	3	2,00	2	1,75	2	1,83	2

Міські поселення з максимальними абсолютними степенями відносно міжнародних і національних автодоріг мають найкращі можливості для набуття ними статусу транспортно-логістичних центрів. У межах Західного регіону України найперспективнішим транспортно-логістичним центром є місто Львів (ступінь відносно міжнародних автодоріг – 5, відносно національних – 4). У Волинській області

найкращі можливості для надання логістичних послуг має місто Ковель (ступінь відносно міжнародних автодоріг становить 4), хороші можливості має також місто Луцьк (ступінь відносно міжнародних автодоріг – 2, відносно національних – 3). У межах Закарпатської області місто Ужгород має перспективи розвитку транспортно-логістичної діяльності, оскільки його ступінь відносно міжнародних автодоріг – 3, відносно національних – 1. В Івано-Франківській області місто Івано-Франківськ має ступінь відносно національних автодоріг – 5, місто Рогатин має ступінь відносно міжнародних автодоріг – 2, відносно національних – 2. Крім Львова, у Львівській області хороші можливості здійснення транспортно-логістичної діяльності має місто Стрий (ступінь відносно міжнародних автодоріг – 2, відносно національних – 1). У межах Рівненської області місто Дубно має ступінь відносно міжнародних автодоріг – 4, місто Рівне має ступінь відносно міжнародних автодоріг – 2, відносно національних – 1. У Тернопільській області максимальний ступінь відносно міжнародних (4) і національних (1) автошляхів характерний для міста Тернополя. У Хмельницькій області транспортно-логістичними можливостями виділяється місто Хмельницький (ступінь відносно міжнародних автодоріг – 2, відносно національних – 2). У межах Чернівецької області транспортно-логістичний центр доцільно створювати у місті Чернівцях (ступінь відносно міжнародних автошляхів – 3).

У межах мікротопологічного аналізу ми вивчили зв'язок між мікроположенням поселень та їхньою людністю, що дає змогу робити апроксимації щодо працересурсного потенціалу, а також обсягу споживчого ринку, як кінцевої ланки логістичної діяльності. На основі оцінки зв'язку між степенями поселень як автотранспортних вузлів мережі і людністю цих поселень, всі міські поселення регіону можна поділити на три групи.

Перша група, це поселення, в яких фактична чисельність населення менша від очікуваної регресійної, тобто людність відстає від автотранспортного мікроположення. Такі поселення мають потенціал для зростання людності.

Друга група, це поселення, в яких фактична чисельність населення приблизно відповідає очікуваному регресійному.

Третя група, це поселення, в яких фактична чисельність населення більша від очікуваної регресійної, тобто автотранспортне мікроположення відстає від фактичної людності. Для таких поселень потрібно покращувати показники мікроположення, тобто розвивати мережу навколишніх автомобільних доріг.

Поселення, у яких людність відстає від автотранспортного мікроположення, це всі обласні центри Західного регіону України, а також Кам'янець-Подільський.

Поселення, у яких автотранспортне мікроположення помітно відстає від людності, це переважно селища міського типу: Нові Стрілища, Стара Сіль, Бориня Львівської області, Війтівці, Чорний Острів, Закупне Хмельницької області, Жденієве Закарпатської області, Сенкевичівка Волинської області. Серед міст виділяється Угнів Львівської області [1].

Поселення, у яких людність відстає від автотранспортного мікроположення, мають можливості створення розподільчих центрів у логістичних ланцюгах. Хороше автотранспортне мікроположення сприяє задоволенню маркетингового попиту з мінімальними витратами. Поселення, у яких автотранспортне мікроположення помітно відстає від людності, мають незначні можливості у формуванні каналів розподілу, оскільки з таких поселень, найімовірніше, відбуватиметься відтік населення у населені пункти з хорошими можливостями задоволення логістичного попиту.

Перейдемо до макротопологічного аналізу. На рис. 1 зображено граф автотранспортної мережі Західного регіону України, вузлами якого є міські поселення, перетини доріг та прикордонні пункти регіону. Ребрами графа є міжнародні, національні та регіональні автомобільні дороги Західного регіону України.

Міри зв'язаності графа показують наскільки він насичений контактами (ребрами) і триангульований [10, С.217]. Низькі значення показника α (табл. 2) в усіх областях Західного регіону України свідчать про дуже низьку зв'язаність за рахунок відносно малої кількості циклів у графі. Значення індексу β в усіх областях Західного регіону України свідчить про низьку зв'язаність графа. Низькі значення ϕ -індексу також свідчать про низьку зв'язаність графа. Відносно низька зв'язаність графу у межах кожної з областей досліджуваного регіону може бути перешкодою розвитку транспортно-логістичної діяльності в цих областях. Чим менша зв'язаність графа автотранспортної мережі, тим менше можливостей оптимізації каналів розподілу продукції.

Розглянемо метрику автотранспортного простору. Показник, який враховує відстані між поселеннями (вздовж автотранспортних шляхів і вздовж геодезичної лінії), і який, відповідно, можна розглядати як чинник транспортної логістики, називається кривизною автотранспортного простору.

Під кривизною автотранспортного простору розуміємо географічний ефект, який полягає в тому, що відстань між двома пунктами, визначена вздовж автотранспортних шляхів, перевищує відстань між ними, визначену вздовж геодезичної лінії.

Для числової оцінки кривизни автотранспортного простору Західного регіону України використовуємо коефіцієнт кривизни. На його величину впливає низка чинників. Серед них виділяємо рельєф місцевості, розташування лісових масивів та природоохоронних об'єктів, економіко-географічне положення, історико-географічний чинник, наявна гідромережа тощо.

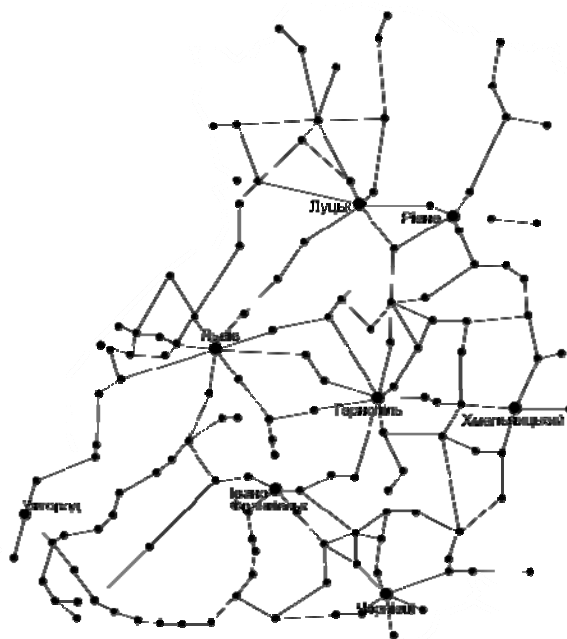


Рис. 1. Граф автотранспортної мережі Західного регіону України для міжнародних, національних та регіональних доріг

Таблиця 2.
Макротопологічна характеристика графа автотранспортної мережі Західного регіону України

	Абсолютні показники			Відносні показники		
	Кількість вузлів	Кількість ребер	Цикломатичне число	Альфа-індекс	Бета-індекс	Фі-індекс
Волинська	22	25	4	0,10	1,14	0,42
Закарпатська	23	23	1	0,02	1,00	0,37
Івано-Франківська	30	32	3	0,05	1,07	0,38
Львівська	39	41	4	0,05	1,05	0,37
Рівненська	20	20	0	0,00	1,00	0,37
Тернопільська	33	31	1	0,02	0,84	0,34
Хмельницька	26	27	3	0,06	1,04	0,38
Чернівецька	13	12	0	0,00	0,92	0,36

Враховуючи, що досліджуваний регіон включає гірські області, найістотніший вплив на кривизну автотранспортного простору тут має рельєф місцевості. Розвиток транспортної мережі на території зі складним рельєфом відстає від рівнинних територій. Крім того, слід враховувати перепад висот в горах, що помітно збільшує довжину навіть прямих у плані доріг. З цих причин в гірських територіях кривизна автотранспортного простору зростає.

Суцільні лісові масиви, де спостерігається підвищене розчленування рельєфу, є природними ареальними бар'єрами розвитку транспортних мереж. Прокладання автошляхів через такі лісові масиви часто є економічно недоцільним. Інколи лісові масиви просторово поєднані з розташуванням природоохоронних і заповідних об'єктів, де будівництво доріг заборонене.

Вплив економіко-географічного положення, зокрема, виявляється у прикордонному розташуванні території та проходженні тут міжнародних транспортних коридорів.

Під історико-географічним чинником розуміємо екістичні передумови формування транспортних мереж, створення системи розселення, підвищення ролі центрального поселення, магістральне шляхобудівництво.

Наявна гідромережа також має вплив на кривизну. Адже чим більшою є річка, тим значніший транспортно-бар'єрний ефект вона створює. Необхідність будівництва мостів, укріпних споруд, боротьба із заболоченням території в долинах рік – це фактори, які стримують прокладання доріг.

Для потреб картографічного вивчення кривизни простору накриємо територію досліджуваного регіону спеціально підбраною триангуляційною сіткою, у якій вершинами триангуляції є поселення, що є автотранспортними вузлами або перетини доріг [2].

Для кількісної оцінки кривизни автотранспортного простору Західного регіону України ми побудували триангуляційну мережу, що включає 392 трикутники, 227 вузлів і 618 ребер (рис. 2). У кожному трикутнику визначалися фактичний та геодезичний периметри і обчислювався коефіцієнт кривизни.

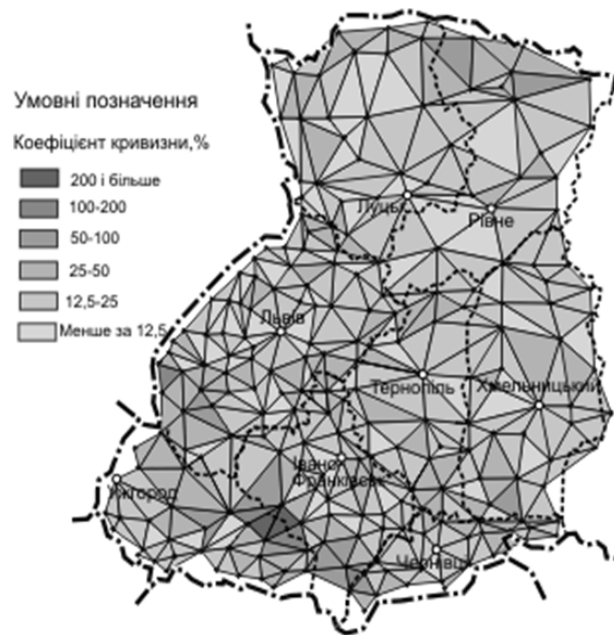


Рис. 2. Кривизна автотранспортного простору на триангуляційній сітці для Західного регіону України

Проведемо географічний аналіз кривизни автотранспортного простору регіону. Максимальні значення кривизни спостерігаємо у високогірних районах – масив Горгани, Чорногора, хребет Свидовець, гори Гриняви. Найвищий коефіцієнт кривизни (понад 180%) зафіксований на малоосвоєній території між Національним природним парком «Синевир» та Природним заповідником «Горгани». Тут автомобільні дороги взагалі відсутні. Території об'єктів природно-заповідного фонду мають підвищену кривизну автотранспортного простору. Високий коефіцієнт кривизни (понад 60%) спостерігається в межах Карпатського Національного природного парку та прилеглих територіях, а також в межах Національного парку «Подільські Товтри». Кривизна також підвищується на території гірського масиву Полонина Боржава (Закарпатська область) та в гірській прикордонній частині Турківського і Старосамбірського районів Львівщини.

Найменше значення кривизни спостерігаємо у більшій частині Львівської області, де загалом добре розвинена мережа автодоріг, а також вздовж Передкарпатського передового прогину. Тут розвиток комунікацій пов'язаний з історико-географічними передумовами, які спричинені особливостями рельєфу, порівняно сприятливого для розвитку мережі поселень і, відповідно, доріг. Низькі значення кривизни автотранспортного простору характерні також для більшої частини Волинської області.

Середні значення кривизни (30–60%) спостерігаємо вздовж масиву Східних Бескид у Львівській області, на Закарпатті – в околицях Ужанського національного природного парку. Кривизна підвищується на сході Івано-Франківської, півночі та північному сході Чернівецької областей вздовж потужної річки Дністер. Далі на північ ця смуга зростання кривизни автотранспортного простору продовжується у східній частині Львівської області в межах низькогірних масивів – Опілля, Гологори і Вороняки. Середні значення кривизни характерні також для північної частини Рівненської області, яка є дуже заболоченою і лісною, для північно-західної частини Волинської області в межах Шацького національного парку.

Нижчим за середній коефіцієнтом кривизни характеризується територія в околі міжнародного транспортного коридору №5 на південь від м. Стрий, де, незважаючи на складний рельєф, є розгалужена система доріг для сполучення з головною магістраллю.

Також низькі показники кривизни простору в деяких частинах Закарпатської області: на південь від транспортного вузла – м. Мукачево та на сході Хустського і півдні Тячівського районів вздовж національної автомобільної дороги з великою кількістю відгалужень.

Підвищене значення коефіцієнта кривизни на Львівщині спостерігаємо на території Яворівського національного природного парку та Природного заповідника «Розточчя», в гористій малосвоєній місцевості між Перемишлянами і Новими Стрілищами [3].

Території з високим значенням кривизни автотранспортного простору є менш перспективними щодо створення тут транспортно-логістичних або розподільчих центрів, ніж території з низьким значенням даного показника. На територіях з високою кривизною автотранспортного простору важче встановити господарські зв'язки за поставками готової продукції і вибрати канали товарного руху. Також складно проектувати канали розподілу готової продукції і їх оптимізувати.

Література

1. Грицевич В. С. Особливості автотранспортно-географічного положення міських поселень у Західному регіоні України / В.Грицевич, М.Сеньків // Географічна наука і практика: виклики епохи. Матеріали міжнародної наукової конференції, присвяченої 130-річчю географії у Львівському університеті. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2013. – Том 1. – С. 317-320.
2. Грицевич В. С. Кривизна автотранспортного простору Карпатського регіону України / В.С. Грицевич, Х.В. Сеньчук // Часопис соціально-економічної географії. – Вип. 10 (1). – Харків, 2011. – С. 122-127.
3. Грицевич В.С. Кривизна автотранспортного простору Львівської області / В.С. Грицевич, Х.В. Сеньчук // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: Географія. №1. – Тернопіль, 2009. – С. 50-55.
4. Гурч Л. М. Логістика / Л. М. Гурч // Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. – К.: ДП «Видавничий дім «Персонал», 2008. – 560 с.
5. Геренчук К. І. Польові географічні дослідження / К. І. Геренчук, Е. М. Раковська, О. Г. Топчієв. – К.: Видавниче об'єднання «Вища школа», 1975. – 248 с.
6. Смирнов І.Г. Логістика: просторово-територіальний вимір / І.Г. Смирнов – К.: ВГЛ Обрії, 2004. – 335 с.
7. Смирнов І.Г. Транспортна логістика / І.Г. Смирнов, Т.В. Косарева // навч. пос. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 224 с.
8. Тархов С.А. Эволюционная морфология транспортных сетей / А.С. Терехов. – Москва: Институт географии АН СССР, 1989. – 221 с.
9. Топчієв О.Г. Суспільно-географічні дослідження: методологія, методи, методики / О.Г. Топчієв. – Одеса: Астропринт, 2005. – 632 с.
10. Шаблій О.І. Основи суспільної географії: підручник для студентів вищих навчальних закладів / О.І. Шаблій. – 2-ге видання. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2012. – 296 с.
11. Rushton A., Croucher P., Baker P. Logistics and distribution management London. – Philadelphia: New Delhi, 2010.

Аннотация. В. С. Грицевич, М. И. Сеньків **Топология и метрика автотранспортного пространства как фактор транспортно-логистической деятельности в Западном регионе Украины.** Обоснована сутність топологічних і метричних властивостей автотранспортного простору як факторів транспортно-логістическої діяльності в Західному регіоні України. Исследовано автотранспортное микрорасположение городских поселений Западного региона Украины; проанализировано его влияние на логистическую деятельность в регионе. Изучен граф автотранспортной сети Западного региона Украины, осуществлена его макротопологическая характеристика по областям, сделаны выводы о связи между транспортно-логистической деятельностью и характеристиками графа автотранспортной сети. Обосновано влияние кривизны автотранспортного пространства на транспортно-логистическую деятельность в Западном регионе Украины.

Ключевые слова: транспортная сеть, микротопология сети, макротопология сети, метрика транспортной сети, автотранспортное микрорасположение, граф автотранспортной сети, кривизна автотранспортного пространства, транспортно-логистическая деятельность.

Abstract. V. Grytsevych, M. Senkiv **Topology and metrics of motor space as a factor of transport and logistics activity in Western region of Ukraine.** The essence of topological and metric properties of motor space as a factors of transport and logistics activity in the Western region of Ukraine is substantiated. The analysis of the urban motor microposition in Western region of Ukraine is carried out, the influence of motor microposition for logistics activities in the region is analyzed. The graph of motor network of Western region of Ukraine is built, its characteristics within regions are carried out, conclusions on the link between transport and logistics activity and characteristics of motor network graph are made. The influence of the curvature of motor space of transport and logistics activity in the Western region of Ukraine is substantiated.

Keywords: transport network, microtopology of the network, macrotopology of the network, transport network metrics, motor microposition, graph of motor network, curvature of the motor space, transport and logistics activity.

Поступила в редакцию 30.01.2014 г.