

Анатолій Корнус

к. геогр. н., доцент кафедри загальної та регіональної географії,
Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка,
вул. Роменська, 87, м. Суми, 40002, Україна
e-mail: kornus@sspu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-5924-7812>

Олеся Корнус

к. геогр. н., доцент, завідувач кафедри загальної та регіональної географії,
Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка,
вул. Роменська, 87, м. Суми, 40002, Україна
e-mail: zavgeogr@sspu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0001-7469-7291>

**КАРТОГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ДОСТУПНОСТІ ЦЕНТРІВ
ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

У статті представлено результати дослідження транспортної доступності центрів територіальних громад до районних центрів Сумської області із застосуванням методів математичного моделювання та геоінформаційного аналізу. На основі теорії графів було створено модель транспортної мережі регіону, де населені пункти розглядалися як вузли, а дорожні шляхи – як зважені ребра графа. Для розрахунку найкоротших шляхів і часової доступності використано алгоритм Дейкстри. Отримані значення часу подорожі від районних центрів до периферійних населених пунктів було інтерпольовано для побудови ізохронних карт, які дозволяють оцінити просторову неоднорідність транспортного забезпечення території.

Аналіз отриманих результатів виявив значні географічні відмінності у рівні транспортної доступності між районами області. Найкращі показники доступності мають території, наближені до обласного центру, тоді як периферійні громади, особливо у Конотопському та Шосткинському районах, характеризуються суттєвими часовими витратами на досягнення районних центрів. Особлива увага приділена територіальним контрастам у рівні транспортної доступності, які зумовлені просторовою структурою дорожньої мережі та адміністративно-територіальними особливостями області.

Використання Python та Google Colab для реалізації розрахунків і візуалізації транспортної доступності дозволило ефективно моделювати та аналізувати транспортну систему регіону. Результати дослідження можуть бути корисними для просторового планування, оптимізації дорожньої інфраструктури та підвищення мобільності населення в межах адміністративних районів.

Ключові слова: транспортна доступність, ізохрони, теорія графів, геоінформаційний аналіз, Сумська область, регіональні відмінності.

Як цитувати: Корнус, А., Корнус, О. (2025). Картографічне моделювання транспортної доступності центрів територіальних громад Сумської області. *Часопис соціально-економічної географії*, 38, 50-57. <https://doi.org/10.26565/2076-1333-2025-38-06>

In cites: Kornus, A., Kornus, O. (2025). Cartographic modeling of transport accessibility of territorial community centers in the Sumy region. *Human Geography Journal*, 38, 50-57. <https://doi.org/10.26565/2076-1333-2025-38-06> [in Ukrainian].

Постановка проблеми. Аналіз транспортної доступності є одним із ключових аспектів дослідження просторової організації території, оскільки транспортна інфраструктура визначає рівень мобільності населення, доступність адміністративних, соціальних і економічних центрів, а також ефективність регіонального розвитку. Сумська область, що складається з п'яти районів і 51 територіальної громади, має значну частку периферійних населених пунктів, для яких транспортна доступність відіграє вирішальну роль у забезпеченні сталого розвитку. Транспортна доступність є ключовим чинником у плануванні регіональної інфраструктури, оскільки вона впливає на економічний розвиток, мобільність населення, логістику та доступ до критично важливих послуг, таких як медицина та освіта. Враховуючи, що Сумська область має значну кількість сільських населених пунктів, розрахунок ізохрон транспортної доступності дозволяє оцінити, наскільки ефективно вони пов'язані з ключовими містами регіону.

Зважаючи на неоднорідність транспортної мережі та значну територіальну протяжність області, оцінка доступності ключових населених пунктів – центрів громад до відповідних районних центрів є важливою для обґрунтування управлінських рішень у сфері просторового планування, покращення транспортної логістики та оптимізації пасажирських перевезень. Результати подібних досліджень можуть бути корисними для державних та муніципальних органів при прийнятті рішень щодо покращення дорожньої інфраструктури, оптимізації маршрутів громадського транспорту або розробки програм підтримки віддалених територій.

Особливе значення у географічному дослідженні транспортної доступності мають методи математичного моделювання та геоінформаційного аналізу, зокрема використання теорії графів, що дозволяє не лише визначити часову доступність окремих населених пунктів, а й побудувати ізохронні карти, які

візуалізують зони досяжності в межах заданих часових інтервалів.

Наприклад, якщо географічний аналіз показує, що певні населені пункти мають низьку доступність до районного центру, це може стати аргументом для реконструкції доріг або створення нових транспортних маршрутів. Таким чином, дане дослідження не лише дозволяє краще зрозуміти реальні умови транспортної доступності в регіоні, але й може слугувати практичним інструментом для покращення транспортної системи Сумської області. Також результати дослідження можуть бути використані в контексті надзвичайних ситуацій, наприклад, для моделювання евакуаційних шляхів або аналізу доступності лікарень та пунктів першої допомоги. У кризових умовах, таких як природні катастрофи чи військові конфлікти, оперативне розуміння транспортної доступності може врятувати життя.

Таким чином, проведення комплексного аналізу транспортної доступності Сумської області із застосуванням методів теорії графів і геопросторового моделювання є важливим етапом у дослідженні регіональної інфраструктури та розробці рекомендацій щодо її оптимізації.

Мета дослідження. Метою даного дослідження є аналіз транспортної доступності центрів територіальних громад Сумської області, її візуалізація та оцінка рівня транспортного сполучення між центрами адміністративних районів області та територіальними громадами в їхніх межах.

Аналіз попередніх досліджень та публікацій. Зазначений проблематиці присвячено низку наукових праць вітчизняних вчених, які розглядають питання транспортної доступності на національному, регіональному та локальному рівнях. Зокрема в статті Анісімової С.В. та ін. [1] представлено методичний підхід до оцінки заміських зон відпочинку вздовж річки Сіверський Донець з точки зору їх транспортної доступності. Автори підкреслюють, що транспортна доступність є ключовим фактором, який впливає на рекреаційну цінність територій локального рівня. У роботі запропоновано методику, яка враховує відстань до рекреаційних об'єктів, якість дорожньої інфраструктури та час, необхідний для досягнення цих зон відпочинку.

Близькою за тематикою є робота Анісімова С.В. [2], де автор розробив класифікаційно-оціночні шкали, що дозволяють бально оцінити розташування рекреаційних територій відносно населених пунктів та різних варіантів доступу автомобільними дорогами. Дослідження охоплює шість потенційних рекреаційних територій вздовж річки Сіверський Донець у межах Харківської області.

Виявленню особливостей і просторових відмінностей рівня автомобільної транспортної доступності території Запорізької області присвячена стаття Байтерякова О.З. і Воронової В.В. [3]. Авторами побудовано і проаналізовано графи автотранспортних мереж області та її адміністративних районів. До кожного графу складено відповідні матриці із зазначенням найкоротших відстаней. На підставі розрахунків проведено оцінку і порівняльний аналіз рівня

автомобільної транспортної доступності адміністративних одиниць Запорізької області.

Барський Ю.М. та ін. [4] досліджують транспортну доступність міста Луцька з використанням методу ізохронного аналізу, що дозволяє оцінити рівень доступу до ключових об'єктів транспортної інфраструктури. Автори звертають увагу на нерівномірність транспортної доступності між різними районами, що зумовлено як щільністю дорожньої мережі, так і організацією транспортних потоків. Аналіз дозволяє визначити зони з обмеженою доступністю та запропонувати рекомендації для покращення транспортного планування, що є особливо актуальним у контексті підвищення мобільності населення та ефективності громадського транспорту.

У статті О.В. Дзюбинської та ін. [5] досліджується вплив транспортної інфраструктури на розвиток туристично-рекреаційного сектору регіону. Автори акцентують увагу на тому, що якість транспортного сполучення є ключовим фактором, який визначає рівень доступності рекреаційних об'єктів. Основними показниками оцінки транспортної мережі визначено тип покриття доріг, їх щільність, швидкість пересування, довжину мережі, категорію доріг, пропускну здатність та середньодобову інтенсивність руху. У роботі проведено порівняльний аналіз щільності та категорій доріг Волинської області та України в цілому. Автори пропонують методику визначення транспортного забезпечення рекреаційних зон, яка враховує довжину експлуатаційної мережі та чисельність населення регіону, що дозволяє оцінити динаміку транспортної забезпеченості під час сезонних відпусток.

Загурський О.М. [6] аналізує різні підходи до оцінки транспортної доступності, зокрема, розглядає її як інституційну категорію, що відображає взаємозв'язок системи факторів для задоволення потреб у переміщенні людей та вантажів. Автор наголошує на необхідності розробки нової методологічної бази, яка б дозволила адекватно оцінювати територіальну диференціацію якості життя населення з урахуванням інституційних змін. Особливу увагу приділено проблемам транспортного забезпечення сільських територій, де спостерігаються нестабільні автотранспортні зв'язки, нерегулярні автобусні маршрути та незадовільний стан місцевих доріг. Це призводить до транспортної дискримінації значної частини сільського населення, обмежуючи його доступ до основних соціальних послуг, таких як охорона здоров'я, освіта та побутове обслуговування.

У статті Зауральської А.В. [7] на прикладі навчально-тренувальних баз (НТБ) футбольних клубів запропоновано методику оцінки транспортної доступності між елементами клубної інфраструктури, яка враховує фактичні відстані та граничні швидкості руху в межах та за межами міста. Це дозволяє визначити оптимальні місця розташування НТБ з урахуванням мінімізації транспортних витрат та часу на пересування. Загалом, дослідження надає практичні рекомендації щодо вибору місця та організації НТБ, підкреслюючи важливість комплексного підходу, що враховує як містобудівні, так і транспортні аспекти.

Лейберюк О.М. у своїй статті [8] розглядає застосування геопросторового аналізу для оцінки доступності медичних послуг у контексті медичної реформи в Україні. Автор детально описує етапи проведення такого аналізу, зокрема визначення зон транспортної доступності до центрів госпітальних округів у межах 15, 30, 45, 60 хвилин та понад годину (такі часові градації використано і в нашому дослідженні). Особлива увага приділяється розподілу населення в цих зонах та аналізу їхньої вікової структури, що дозволяє виявити потенційні нерівності у доступі до медичних послуг. Крім того, досліджується доступність населення до центрів сусідніх госпітальних округів, що є важливим для планування ефективної медичної інфраструктури та забезпечення рівного доступу до якісної медичної допомоги для всіх верств населення.

Матійчик О.М. [9] пропонує новий підхід до оцінки ефективності транспортної мережі через призму транспортної доступності. Автор пропонує методику, яка дозволяє кількісно оцінити ефективність автомобільної транспортної мережі, зокрема для Столичного економічного району України. Результати дослідження свідчать про високу ефективність мережі автомобільного транспорту в досліджуваному регіоні, а також виявляють периферійні містасателіти, що може бути корисним для прийняття рішень щодо розвитку транспортної системи регіону. У іншій роботі цього ж автора [10] розглядається багатовимірність поняття транспортної доступності та її значення для ефективного функціонування транспортних систем. Підкреслюється, що традиційне розуміння транспортної доступності як часу або відстані перевезення є обмеженим. Натомість пропонується враховувати різні виміри цього показника, зокрема часовий, індивідуальний, соціальний, територіальний та економічний аспекти. У підсумку, ця стаття підкреслює важливість комплексного розуміння та оцінки транспортної доступності, враховуючи її багатовимірність, для забезпечення рівних можливостей переміщення та покращення соціально-економічного розвитку регіонів.

У статті Михайлова А.В. [11] досліджено вплив планувальної структури міста Донецька на транспортну доступність населення до центральних районів. Автор аналізує фактори, що впливають на інтенсивність транспортних зв'язків, зокрема компактність розташування об'єктів, конфігурацію території та трасування міських комунікацій. Визначено коефіцієнти компактності планувальної структури та ієрархію центрів тяжіння районів Донецька. Результати дослідження показують, що покращення транспортної доступності може бути досягнуто через перерозподіл населення, оптимальне розміщення житлових районів, підвищення щільності населення поблизу центру та зміну трасування транспортних комунікацій для зменшення непрямої лінійності мережі.

Сільченко Ю.Ю. та ін. [12] досліджують, як транспортна інфраструктура впливає на соціально-економічний розвиток Кіровоградського регіону. Автори підкреслюють, що багато населених пунктів області стикаються з проблемами низької транспорт-

ної зв'язаності з адміністративними центрами. Це обумовлено видовженою конфігурацією території, низькою якістю доріг та відсутністю регулярного транспортного сполучення. Така ситуація призводить до транспортної дискримінації, що негативно впливає на мобільність населення та доступ до соціальних послуг.

Томашук М.М. [13] розглядає застосування геоінформаційних систем (ГІС) для оцінки транспортної доступності в контексті формування об'єднаних територіальних громад в Україні. У дослідженні запропоновано методику визначення зон доступності потенційних адміністративних центрів шляхом побудови буферних зон з радіусом, що відповідає нормативним вимогам. Практична апробація методики проведена на прикладі Київської області, де було визначено 29 потенційних адміністративних центрів. Результати дослідження показали, що застосування ГІС-аналізу сприяє об'єктивному та науково обгрунтованому підходу до формування спроможних громад, забезпечуючи оптимальний розподіл ресурсів та послуг для населення.

У статті [14] її автори В.М.Третьак та В.Б.Лепетюк досліджують алгоритм визначення транспортної доступності для проектування туристичних маршрутів, базуючись на ГІС-технологіях. Вони використовують відкриті дані OpenStreetMap про туристичні об'єкти та дорожню мережу Тернопільщини, обробляючи їх за допомогою програмного забезпечення PostgreSQL, QGIS та GRASS GIS. Результатом є створення карт ізохрон, які відображають часову віддаленість при пересуванні певним видом транспорту вздовж дорожньої мережі від точок інтересу. Цей підхід дозволяє формувати базу даних про туристичні об'єкти та транспортні шляхи, уточнювати існуючі туристичні маршрути та створювати нові, що сприяє оптимізації туристичних екскурсій та підвищенню їх привабливості.

Уль А.В. та ін. [15] пропонує методику моделювання транспортної доступності територій за допомогою побудови ізохрон із використанням відкритих даних OpenStreetMap, ГІС GRASS GIS та СКБД PostgreSQL. Автори підкреслюють, що розвинена транспортна інфраструктура підвищує цінність територій, впливаючи на вартість землі, нерухомості та соціально-побутову сферу. У дослідженні наведено карту ізохрон для Волинської області, яка показала, що близько 67% території регіону можна досягти з ключових населених пунктів протягом однієї години. Запропонована методика може бути використана для швидкого аналізу доступності територій в інших регіонах, хоча автори зазначають, що її можливості обмежені без урахування таких факторів, як інтенсивність руху, якість покриття та швидкісні обмеження.

Яновський П.О. і Матійчик О.М. [16] досліджують різні підходи до оцінки доступності пасажирського транспорту та пропонують систематизацію компонентів і показників для такої оцінки. Вони формалізують поняття інтегральної транспортної доступності, що дозволяє оцінити рівень розвитку транспортної інфраструктури регіону. Систематизація різних підходів до оцінки доступності транспорту

на регіональному рівні та формалізація інтегральної транспортної доступності, запропоновані авторами, надають інструменти для комплексної оцінки транспортної інфраструктури регіонів та можуть бути використані для планування та вдосконалення транспортних систем.

Як бачимо, незважаючи на відносно суттєвий доробок вітчизняних авторів щодо вивчення транспортної доступності, Сумська область у цьому відношенні залишалася малодослідженою, що й спричинилося до вибору теми даного дослідження.

Матеріали і методи. Дослідження транспортної доступності центрів громад Сумської області проведено за допомогою графових моделей транспортної мережі кожного адміністративного району. Подальший аналіз графів виконувався у середовищі Python, зокрема з використанням його бібліотек NetworkX, SciPy, NumPy, Matplotlib.

Методика дослідження складалася з кількох ключових етапів. Спочатку було створено граф транспортної мережі кожного району. У даному дослідженні транспортна мережа моделювалася у вигляді неорієнтованого зваженого графа $G=(V, E)$, де множина V містить вузли, що відповідають населеним пунктам, а множина E включає ребра графа, що представляють транспортні зв'язки між вузлами. Ваги ребер відповідають часу пересування між вузлами за умови середньої швидкості руху 50 км/год. Вузли описувалися через їх географічні координати, які потім трансформувалися для коректного відображення на ізолінійних картах за допомогою бібліотеки NetworkX.

Далі для кожного за допомогою алгоритму Дейкстри району було визначено ізохрони транспортної доступності, що дозволило розрахувати мінімальний час поїздки від районного центру до кожного населеного пункту. Цей алгоритм працює за принципом жадібного пошуку: на кожному кроці вибирається вузол з мінімальною поточною відстанню, після чого перевіряються його сусіди, оновлюючи найкоротші відстані до них. Отримані значення часу подорожі були використані для побудови ізохрон за допомогою функції інтерполяції розсіяних даних SciPy.interpolate.griddata, зокрема кубічної інтерполяції, яка дозволяє отримати плавні ізолінії. Побудова (ізохрон) виконувалася засобами бібліотеки візуалізацій Matplotlib. При цьому використовувався метод contourf, що створює ізолінійну карту на основі інтерпольованих значень часу з певним кроком, який у даному дослідженні дорівнює 15 хвилинам. Додатково на ізолінійних картах було проведено групування центрів громад, що знаходяться зоні доступності до районного центру в межах 30 хвилин, від 30 до 60 хвилин і понад 60 хвилин.

Заключним кроком стала візуалізація отриманих результатів, що дало змогу оцінити загальну структуру транспортної доступності кожного району та виявити проблемні з цієї точки зору центри територіальних громад. Для більшої чіткості візуалізації використано використано колірну схему viridis, яка дозволяє краще розрізняти часові зони. Для перевірки коректності побудованих ізохрон отримані часові значення порівнювалися з реальними марш-

рутними характеристиками між населеними пунктами. Виявлені відхилення, спричинені спрощенням транспортної мережі при її моделюванні, коригувалися шляхом уточнення ваг ребер графа. Весь аналіз і візуалізацію проводили в середовищі Google Colab. Його використання дозволило ефективно реалізувати розрахунки та візуалізацію ізохрон без додаткових вимог до обчислювальних ресурсів.

Викладення основного матеріалу. Дослідження показало, що транспортна доступність у межах районів є неоднорідною. Ізохронний розрахунок для кожного району виявив суттєві відмінності у швидкості досягнення ключових населених пунктів, що зумовлено як фізико-географічними умовами, так і специфікою дорожньої мережі.

Сумський район (рис. 1а) має найбільш розгалужену транспортну мережу; тут розташований обласний центр – Суми, який відіграє роль головного транспортного вузла. Близькість багатьох населених пунктів до нього зумовлює високу доступність центрів багатьох громад, наприклад, Сад, Бездрик, Верхня Сироватка та Степанівка, охоплюються 30-хвилинною ізохроною, що забезпечує швидкий доступ до адміністративного центру. Хоча значна частина території охоплена ізохроною 30-хвилинної доступності, віддалені населені пункти, як-от Юнаківка, Ворожба, Миропілля, потребують понад 60 хвилин аби дістатися райцентру, що свідчить про їхнє слабше інтегрування у транспортну мережу. Особливої уваги потребує Краснопілля, яке є центром великої громади й забезпечує прикордонну логістику.

Конотопський район має значно нижчу доступність багатьох громад до районного центру, який розташовується більш ексцентрично, ніж у Сумському районі (рис. 1б). Найближчі населені пункти, такі як Бочечки, Дубов'язівка та Попівка, можуть бути досягнуті менш ніж за 30 хвилин, тоді як Путивль і Нова Слобода перебувають на периферії транспортної мережі й потребують більше години аби дістатися районного центру. Віддаленість Нової Слободи від основних транспортних магістралей Конотопського району робить цей населений пункт менш доступним, що може впливати на економічну активність і соціально-економічний рівень цієї громади. З іншого боку, крім Конотопа у даному районі сформувалося кілька ключових транспортних центрів, що з'єднують громади з іншими районами. Наприклад, Кролевець є важливим транзитним вузлом, що забезпечує транспортну доступність для населених пунктів Шосткинського району. Особливістю району є вплив природних бар'єрів – значна протяжність району та обмежена кількість мостів через річку Сейм, яка умовно ділить Сумську область на північну й південну частини, впливають на нерівномірність доступності транспортної доступності центрів громад, деякі з них є потенційними "пляшковими горлечками" (Путивль), які можуть створювати труднощі в пересуванні в межах усієї області.

Роменський район вирізняється збалансованою транспортною доступністю центрів територіальних громад до районного центру (рис. 1в).

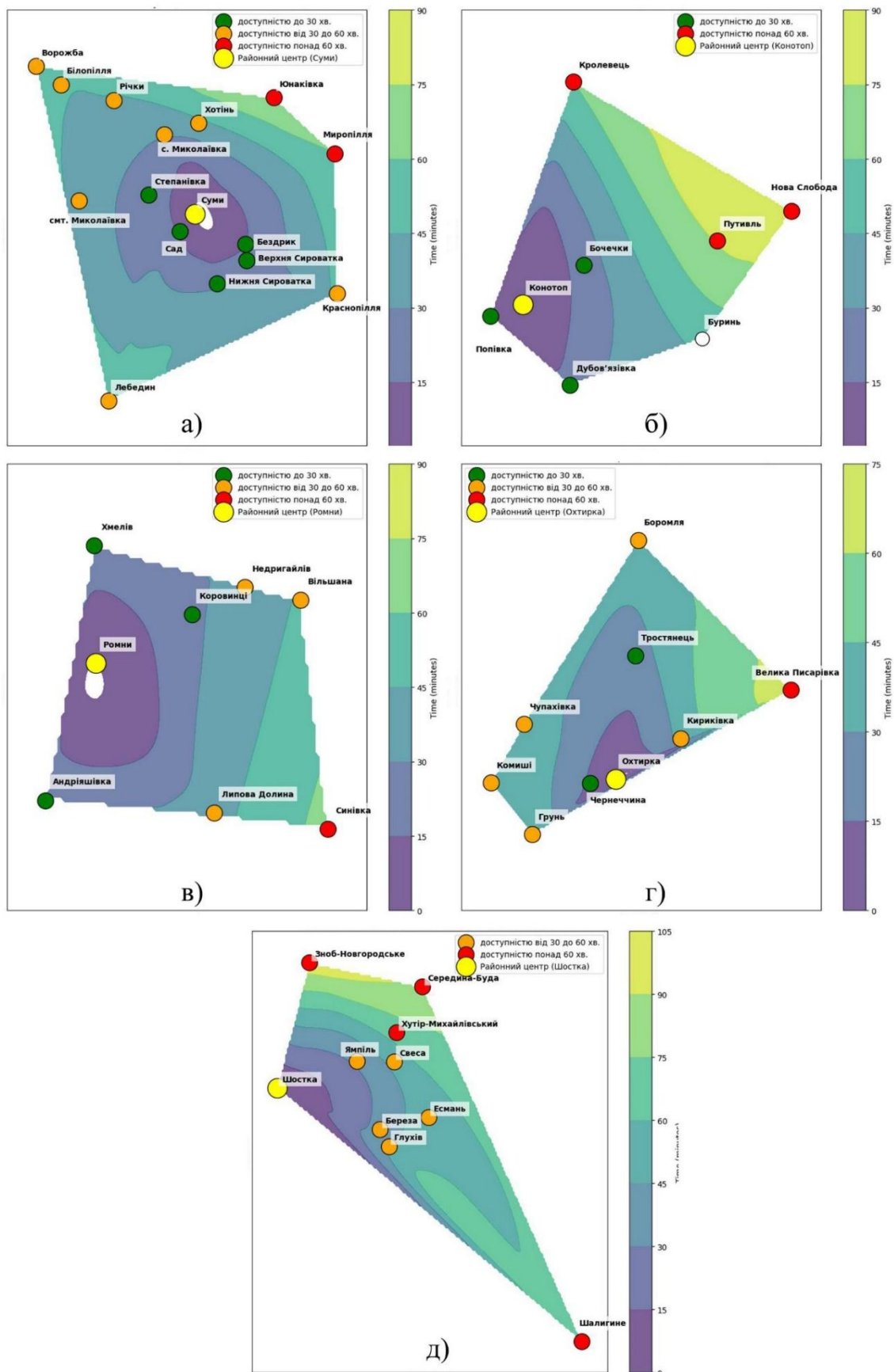


Рис. 1. Ізохрони (15-хвилинний інтервал) автомобільної транспортної доступності центрів територіальних громад до відповідних районних центрів

(створено у Matplotlib, візуалізація Google Colab)

Fig. 1. Isochrones (15-minute interval) of automobile transport accessibility of territorial community centers to the corresponding district centers (created in Matplotlib, visualization by Google Colab)

Більшість населених пунктів перебувають у межах 30-60 хвилин від районного центру, а **Коровинці, Андріяшівка та Хмельів** знаходяться в зоні 30-хвилинної доступності, що свідчить про добру зв'язність із районним центром. Ромни, розташовані на перетині основних шляхів, забезпечують відносно рівномірний розподіл доступності. Лише Синівка має гіршу зв'язність через периферійне положення та менш розвинену дорожню інфраструктуру.

Охтирський район характеризується помітними контрастами у транспортній доступності. Найближчі до Охтирки населені пункти – Чернеччина та Тростянець – мають найкращий рівень доступності, оскільки знаходяться в зоні 30-хвилинної ізохрони, тоді як Велика Писарівка, Чупахівка та Комиші перебувають у зоні понад 60-хвилинної доступності (рис. 1г). Це зумовлено як великою площею району, так і периферійним розташуванням районного центру. Особливо варто відзначити **Кириківку** – хоча вона знаходиться у відносній близькості, її доступність залишається в межах 45–60 хвилин, що зумовлено не стільки відстанню, як станом дорожньої мережі.

Шосткинський район є найбільш просторово видовженим, що створює значні виклики для транспортної доступності периферійних громад до районного центру. **Ямпіль і Береза** розташовані в зоні 30-45 хвилинної доступності, що дозволяє підтримувати досить високу мобільність (рис. 1г). Значна частина центрів громад, таких як Середина-Буда, Зноб-Новгородське та Хутір-Михайлівський, мають доступність понад 60 хвилин. Окремо варто виділити **Свесу**, рівень доступності якої, з урахуванням стану дорожньої мережі, потребує покращення, зважаючи на її роль як проміжного вузла, що забезпечує доступність для мешканців Есманьської та Дружбівської

громад.

Висновки. Загалом, кожен район демонструє власні особливості транспортної доступності, зумовлені як географічним розташуванням населених пунктів, так і станом дорожньої інфраструктури. Найбільш компактними та транспортно зручними є Сумський і Роменський райони, де більшість центрів територіальних громад перебувають у межах 30-45 хвилин доступності до районного центру. Конотопський район посідає проміжне положення з відносно хорошою, але нерівномірною доступністю центрів територіальних громад до районного центру. Найбільші виклики мають Шосткинський та Охтирський райони, передусім через ексцентричне положення районних центрів та нерівномірний розподіл шляхів. У Шосткинському районі знаходиться і найвіддаленіший від районного центру центр територіальної громади – Зноб-Новгородське, який перебуває у 100 хвилинній доступності до районного центру. Крім нього, найгіршу доступність (понад 80 хвилин до районного центру) мають Середина-Буда (також у Шосткинському районі) і Нова Слобода (у Конотопському районі). Усі райони потребують подальшого розвитку транспортної інфраструктури, особливо для покращення доступу до периферійних територій.

Практичне значення цього дослідження полягає у можливості оптимізації дорожньої інфраструктури на основі отриманих результатів. Виявлення найбільш і найменш доступних населених пунктів дає змогу визначити пріоритетні напрямки розвитку транспортної мережі. Результати дослідження можуть бути корисними для оптимізації дорожнього будівництва, ремонтів доріг та покращення мобільності населення, оцінки рівня доступності адміністративних, медичних і освітніх установ.

Список використаної літератури:

1. Анісімова С.В. Оцінка транспортної доступності заміських зон відпочинку як фактора, що впливає на рекреаційну цінність території / С.В. Анісімова, О.Г. Васенко, С.В. Анісімов. *Автомобільний транспорт*. 2017. Вип. 41. С. 196-203. <https://doi.org/10.30977/AT.2219-8342.2017.41.0.196>
2. Анісімов С.В. Територіальна та транспортна доступність заміських рекреаційних територій для літнього відпочинку / С.В. Анісімов. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2017. № 3-4. С. 95-104.
3. Байтеряков О.З. Топологічний аналіз автомобільної транспортної мережі Запорізької області / О.З. Байтеряков, В.В. Воронова. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія»*, 2024. Вип. 60. С. 137-158. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2024-60-10>
4. Барський Ю.М. Просторовий аналіз транспортної доступності територій у межах міста Луцька / Ю.М. Барський, С.О. Пугач, Т.В. Яковлев. *Економічні науки. Серія: Регіональна економіка*. 2016. Вип. 13. С. 35-45.
5. Дзюбинська О.В. Оцінка транспортної доступності рекреаційних територій Волинської області / О.В. Дзюбинська, А.В. Дзюбинський, М.В. Сміль. *Економічні науки. Серія: Регіональна економіка*. 2014. Вип. 11. С. 95-101.
6. Загурський О.М. Транспортна доступність сільських територій: методологічні підходи / О.М. Загурський. *Автомобільний транспорт*. 2018. Вип. 43. С. 65-70. <https://doi.org/10.30977/AT.2219-8342.2018.43.0.65>
7. Зауральська А.В. Визначення транспортної доступності об'єктів спортивної інфраструктури на прикладі навчально-тренувальних баз футбольних клубів / А.В. Зауральська. *Містобудування та територіальне планування*. 2013. Вип. 48. С. 179-184.
8. Лейберюк О.М. Транспортна доступність населення до центрів госпітальних округів (конкретний аналіз на прикладі Чернівецької обл.) / О.М. Лейберюк. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Географічні науки*. 2017. Вип. 7. С. 62-68.
9. Матійчик О.М. Ефективність доступності транспортної мережі на прикладі Столичного економічного району / О.М. Матійчик. *Молодий вчений*. 2017. № 4. С. 552-555.

10. Матійчик О.М. Теоретичні аспекти реалізації транспортної доступності пасажирських транспортних систем / О.М. Матійчик. *Молодий вчений*. 2017. № 9. С. 467-470.
11. Михайлов А.В. Середня віддаленість міських територій і населення м. Донецька щодо міського центру на основі врахування фактора транспортної доступності / А.В. Михайлов. *Містобудування та територіальне планування*. 2012. Вип. 45(2). С. 24-28.
12. Сільченко Ю.Ю. Аналіз впливу транспортної доступності на соціально-економічний розвиток Кіровоградської області / Ю.Ю. Сільченко, Л.Л. Семенюк, А.В. Зарубіна. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Географічні науки*. 2017. Вип. 7. С. 81-87.
13. Томащук М.М. Можливості геоінформаційного аналізу в дослідженнях транспортної доступності потенційних адміністративних центрів об'єднаних територіальних громад / М.М. Томащук. *Інженерна геодезія*. 2018. Вип. 65. С. 126-135.
14. Третьак В.М. Визначення транспортної доступності при формуванні туристичних маршрутів з допомогою QGIS та GRASS GIS / В.М. Третьак, В.Б. Лепетюк. *Містобудування та територіальне планування*. 2021. Вип. 76. С. 297-307. <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2021.76.297-307>
15. Уль А.В. Геоінформаційне моделювання транспортної доступності територій / А.В. Уль, О.В. Мельник, Ю.А. Мельник, С.В. Синій. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*. 2019. Вип. 12. С. 213-220. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2019-2\(12\)-26](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2019-2(12)-26)
16. Яновський П.О. Оцінка доступності пасажирського транспорту на регіональному рівні / П.О. Яновський, О.М. Матійчик. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Географічні науки*. 2013. № 3. С. 345-348.

Внесок авторів: всі автори зробили рівний внесок у цю роботу

Конфлікт інтересів: автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів

Anatolii Kornus

PhD (Geography), Associate Professor, Department of General and Regional Geography,
Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko, Romenska Street, 87, Sumy, 40002, Ukraine
e-mail: kornus@sspu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-5924-7812>

Olesia Kornus

PhD (Geography), Associate Professor, Head of the Department of General and Regional Geography,
Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko, Romenska Street, 87, Sumy, 40002, Ukraine
e-mail: zavgeogr@sspu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0001-7469-7291>

CARTOGRAPHIC MODELING OF TRANSPORT ACCESSIBILITY OF TERRITORIAL COMMUNITY CENTERS IN THE SUMY REGION

The article presents the results of a study on the transport accessibility of district centers in the Sumy region using mathematical modeling and geoinformation analysis methods. Based on graph theory, a model of the region's transport network was developed, where settlements were considered as nodes and road connections as weighted edges of the graph. Dijkstra's algorithm was used to calculate the shortest paths and travel time accessibility. The obtained travel time values from district centers to peripheral settlements were interpolated to construct isochrone maps, allowing for an assessment of the spatial heterogeneity of transport provision in the region.

The analysis revealed significant geographical differences in transport accessibility levels across the districts. The best accessibility indicators are observed in areas close to the regional center, while peripheral communities, particularly in the Konotop and Shostka districts, are characterized by substantial travel time costs to reach district centers.

Special attention is given to territorial contrasts in transport accessibility, which are determined by the spatial structure of the road network and the administrative-territorial features of the region. The use of Python and Google Colab for calculations and visualization enabled efficient modeling and analysis of the region's transport system. The research findings may be useful for spatial planning, optimizing road infrastructure, and improving population mobility within administrative districts.

Keywords: transport accessibility, isochrones, graph theory, geoinformation analysis, Sumy region, Dijkstra's algorithm, spatial planning, transport model.

References:

1. Anisimova, S.V., Vasenko, O.G., & Anisimov, S.V. (2017). Assessment of transport accessibility of suburban recreation areas as a factor affecting the recreational value of the territory. *Automobile Transport*, 41, 196-203. <https://doi.org/10.30977/AT.2219-8342.2017.41.0.196> [in Ukrainian].
2. Anisimov, S.V. (2017). Territorial and transport accessibility of suburban recreational areas for summer vacations. *Man and Environment. Issues of Neoeology*, 3-4, 95-104 [in Ukrainian].
3. Baiteriakov, O.Z., & Voronova, V.V. (2024). Topological analysis of the automobile transport network of Zaporizhia region. *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series «Geology. Geography. Ecology»*, 60, 137-158. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2024-60-10> [in Ukrainian].
4. Barskyi, Yu.M., Puhach, S.O., & Yakovlev, T.V. (2016). Spatial analysis of transport accessibility of territories within the city of Lutsk. *Economic Sciences. Series «Regional economy»*, 13, 35-45 [in Ukrainian].

5. Dziubynska, O.V., Dziubynskyi, A.V., & Smal, M.V. (2014). Assessment of transport accessibility of recreational areas in the Volyn region. *Economic Sciences. Series «Regional economy»*, 11, 95-101 [in Ukrainian].
6. Zahurskyi, O.M. (2018). Transport accessibility of rural areas: methodological approaches. *Automobile Transport*, 43, 65-70 <https://doi.org/10.30977/AT.2219-8342.2018.43.0.65> [in Ukrainian].
7. Zauralska, A.V. (2013). Determination of transport accessibility of sports infrastructure objects on the example of football clubs' training bases. *Urban development and spatial planning*, 48, 179-184 [in Ukrainian].
8. Leiberiuk, O.M. (2017). Transport accessibility of the population to hospital district centers (case study of Chernivtsi region). *Scientific Bulletin of Kherson State University. Series «Geographical Sciences»*, 7, 62-68 [in Ukrainian].
9. Matiichyk, O.M. (2017). Effectiveness of transport network accessibility on the example of the Capital Economic Region. *Young Scientist*, 4, 552-555 [in Ukrainian].
10. Matiichyk, O.M. (2017). Theoretical aspects of transport accessibility implementation in passenger transport systems. *Young Scientist*, 9, 467-470 [in Ukrainian].
11. Mykhailov, A.V. (2012). Average distance of urban areas and population of Donetsk city relative to the city center based on the consideration of the transport accessibility factor. *Urban development and spatial planning*, 45(2), 24-28 [in Ukrainian].
12. Silchenko, Yu.Yu., Semeniuk, L.L., & Zarubina, A.V. (2017). Analysis of the impact of transport accessibility on the socio-economic development of the Kirovohrad region. *Scientific Bulletin of Kherson State University. Series «Geographical Sciences»*, 7, 81-87 [in Ukrainian].
13. Tomashchuk, M.M. (2018). Possibilities of geoinformation analysis in studies of transport accessibility of potential administrative centers of united territorial communities. *Engineering Geodesy*, 65, 126-135 [in Ukrainian].
14. Tretiak, V.M., & Lepetiuk, V.B. (2021). Determination of transport accessibility in the formation of tourist routes using QGIS and GRASS GIS. *Urban development and spatial planning*, 76, 297-307. <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2021.76.297-307> [in Ukrainian].
15. Ul', A.V., Melnyk, O.V., Melnyk, Yu.A., & Synii, S.V. (2019). Geoinformation modeling of transport accessibility of territories. *Modern technologies and methods of calculations in construction*, 12, 213-220. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2019-2\(12\)-26](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2019-2(12)-26) [in Ukrainian].
16. Yanovskyi, P.O., & Matiichyk, O.M. (2013). Assessment of passenger transport accessibility at the regional level. *Science-based technologies*, 3, 345-348 [in Ukrainian].

Authors Contribution: All authors have contributed equally to this work

Conflict of Interest: The authors declare no conflict of interest

Received 20 February 2025

Accepted 18 April 2025