

МОДЕЛЬ І РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНЕННЯ СТАНУ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ ПІД ЧАС РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТІВ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ У ПІСЛЯВОЄННИЙ ПЕРІОД

Василь Демчина

ад'юнкт кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, вул. Клепарівська, 35, Львів, Україна, 79000, demchynavasy1@gmail.com

ORCID: 0000-0002-6123-5255

Андрій Ратушний

ад'юнкт кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, вул. Клепарівська, 35, Львів, Україна, 79000, ratuwnuja@ukr.net

ORCID: 0000-0003-0768-6466

Метою роботи є розробка моделі оцінення стану населених пунктів під час реалізації проєктів розвитку транспортної інфраструктури у післявоєнний період, яка базується на вивченні пропускнуої спроможності доріг із використанням фреймворку OpenStreetMap та ентропії Шеннона для визначення показників стану транспортної інфраструктури окремих населених пунктів. Із використанням запропонованої моделі виконано аналіз транспортної інфраструктури населених пунктів, що перебувають у зоні бойових дій, який дозволяє здійснити оцінку потреб у повоєнному відновленні, розвитку та її модернізації. У роботі використовуються такі методи: системного та кластерного аналізу, фреймворк OpenStreetMap для вивчення пропускнуої спроможності доріг населених пунктів, метод розрахунку ентропії Шеннона, котрий забезпечує визначення показників стану транспортної інфраструктури окремих населених пунктів, що лежать в основі моделювання та визначення раціонального сценарію реалізації проєктів розвитку транспортної інфраструктури окремих населених пунктів. На основі розробленої моделі оцінення стану населених пунктів під час реалізації проєктів розвитку транспортної інфраструктури у післявоєнний період визначено головні показники стану транспортної інфраструктури заданих населених пунктів, що перебувають у зоні бойових дій. Виконане графічне представлення транспортної інфраструктури та її орієнтації для населених пунктів, що дозволяє швидко та легко зрозуміти особливості планування транспортної інфраструктури окремих населених пунктів. У результаті проведення відповідних розрахунків нами здійснено кластеризацію досліджуваних населених пунктів за показниками створеної транспортної інфраструктури, які згруповано у два головні компоненти.

Розроблена модель оцінення стану населених пунктів під час реалізації проєктів розвитку транспортної інфраструктури у післявоєнний період передбачає системне виконання 9 кроків. Особливістю цієї моделі є те, що формування бази даних і знань здійснюється автоматизовано із використанням даних фреймворку OpenStreetMap для вивчення пропускнуої спроможності доріг населених пунктів. Цей підхід не потребує додаткових досліджень у повністю або частково зруйнованих транспортних мережах населених пунктів, що опинилися у зоні бойових дій. На основі використання запропонованої моделі визначено показники стану транспортної інфраструктури окремих населених пунктів, які опинилися у зоні бойових дій. Вони лежать в основі ідентифікації та планування проєктів розвитку транспортної інфраструктури на основі її подальшого моделювання. Подальші дослідження потребують розроблення комп'ютерної моделі, яка буде базуватися на запропонованій, що забезпечить підвищення ефективності процесів ініціації та планування реалізації проєктів розвитку транспортної інфраструктури у заданих населених пунктах у післявоєнний період.

Ключові слова: модель, транспортна інфраструктура, управління, проєкти, розвиток, післявоєнний період.

Актуальність роботи. Дослідження впливу стану проєктного середовища на особливості проєктів розвитку галузей і територій є достатньо актуальною науково-прикладною задачею, яка потребує розроблення специфічного інструментарію [1–3]. На особливу увагу заслуговують проєкти розвитку транспортної інфраструктури

[4]. Транспортна інфраструктура окремих населених пунктів є актуальною та динамічною сферою досліджень. Існує багато наукових робіт, які пропонують цінні знання та рекомендації для планування та реалізації таких проєктів [5–7].

Транспортна інфраструктура окремих населених пунктів характеризується просторовими

мережами, такими як вулиці, мости та транзитні розв'язки, які забезпечують функціонування складних транспортних систем окремих населених пунктів. Вони лежать в основі формування транспортних маршрутів, формування завантаженості окремих районів автомобільним транспортом, вибору місця проживання тощо [8].

Сьогодні дослідники приділяють значну увагу розробленню моделей, які забезпечують конфігурацію транспортної інфраструктури O_{Ti} i -х населених пунктів [9]. Складність конфігурації транспортної інфраструктури O_{Ti} i -х населених пунктів можна оцінити за ентропією. Цей показник забезпечує оцінку порядку вуличних мереж населених пунктів завдяки встановленню закономірностей просторового порядку та безладу в існуючій транспортній інфраструктурі. Також відомі наукові праці, у яких їх автори пропонують оцінювати впорядкованість транспортної інфраструктури шляхом аналізу їх схем і визначенню орієнтації через ентропію. Аналіз схем розташування об'єктів транспортної інфраструктури забезпечує визначення конфігурації окремих вулиць населених пунктів, що впливає на швидкість руху транспортних потоків. Визначення орієнтації дорожньої мережі через ентропію забезпечує візуалізацію об'єктів транспортної інфраструктури для оцінки її впорядкованості.

Поза увагою залишається науково-прикладна задача, яка стосується оцінення стану населених пунктів під час реалізації проєктів розвитку транспортної інфраструктури. Особливо актуальною вона є у післявоєнний період для населених пунктів, що перебували у зоні бойових дій. Це пов'язано із відсутністю достатнього обсягу даних для використання відомих моделей, що унеможливує їх використання. Виникає потреба у розробці відповідної моделі.

Метою роботи є розробка моделі оцінення стану населених пунктів під час реалізації проєктів розвитку транспортної інфраструктури у післявоєнний період, яка базується на вивченні пропускнуої спроможності доріг із використанням фреймворку OpenStreetMap та ентропії Шеннона для визначення показників стану транспортної інфраструктури окремих населених пунктів. Для досягнення поставленої мети слід вирішити такі завдання: 1) розробити модель оцінення стану населених пунктів під час реалізації проєктів розвитку транспортної інфраструктури у післявоєнний період; 2) на основі використання запропонованої моделі виконати кількісне оцінення

показників стану транспортної інфраструктури окремих населених пунктів.

Матеріал і результати досліджень. Для аналізу характеристик транспортної інфраструктури O_{Ti} i -х населених пунктів пропонується виконувати дослідження впорядкованості її об'єктів та ентропії на основі даних OpenStreetMap. Це забезпечує оцінення стану транспортної інфраструктури O_{Ti} i -х населених пунктів завдяки встановленню закономірностей розташування та взаємозв'язків між об'єктами. Для оцінення стану просторового розташування й ентропії транспортної мережі i -х населених пунктів, нами обрано населені пункти, об'єкти транспортної інфраструктури, які постраждали від військових дій. Їх вибір здійснювали за чисельністю населення до початку воєнних дій і станом об'єктів транспортної інфраструктури O_{Ti} під час воєнних дій. Для виконання аналізу стану транспортної інфраструктури населених пунктів запропоновано модель, яка представлена на рис. 1.

На основі отриманих даних щодо досліджуваних i -х населених пунктів нами визначено показники впорядкованості транспортної інфраструктури O_{Ti} i -х населених пунктів. Для цього розроблено програмне забезпечення, яке базується на бібліотеці OSMnx мови програмування Python, котра дає можливість завантажувати просторові геометричні об'єкти та їх моделювати, проєктувати, візуалізувати, а також аналізувати транспортні мережі з API-інтерфейсів фреймворку OpenStreetMap. Саме використання зазначеного інструментарію забезпечує автоматичне завантаження просторових даних об'єктів транспортної інфраструктури O_{Ti} i -х населених пунктів із OpenStreetMap, і на основі цих даних створюються теоретико-графові об'єкти для аналізу транспортної інфраструктури.

Надалі встановлюється значення кута між напрямом спостереження за будь-яким об'єктом транспортної інфраструктури та меридіаном. Цей кут називається пеленгом, який є між площиною меридіана і вертикальною площиною, що проходить через центр об'єкта транспортної інфраструктури. Після визначення усіх пеленгів (і їх зворотних величин) для всіх країв площини у заданому населеному пункті виконуємо ділення їх на 8 ділянок однакового розміру (тобто кожна ділянка становить 45°). Розраховується ентропія Шеннона H_0 , яка характеризує розподіл об'єктів транспортної інфраструктури O_{Ti} i -х населених і та її конфігурацію. Для кожного із i -х населених пунктів ентропія H_0 розподілу об'єктів

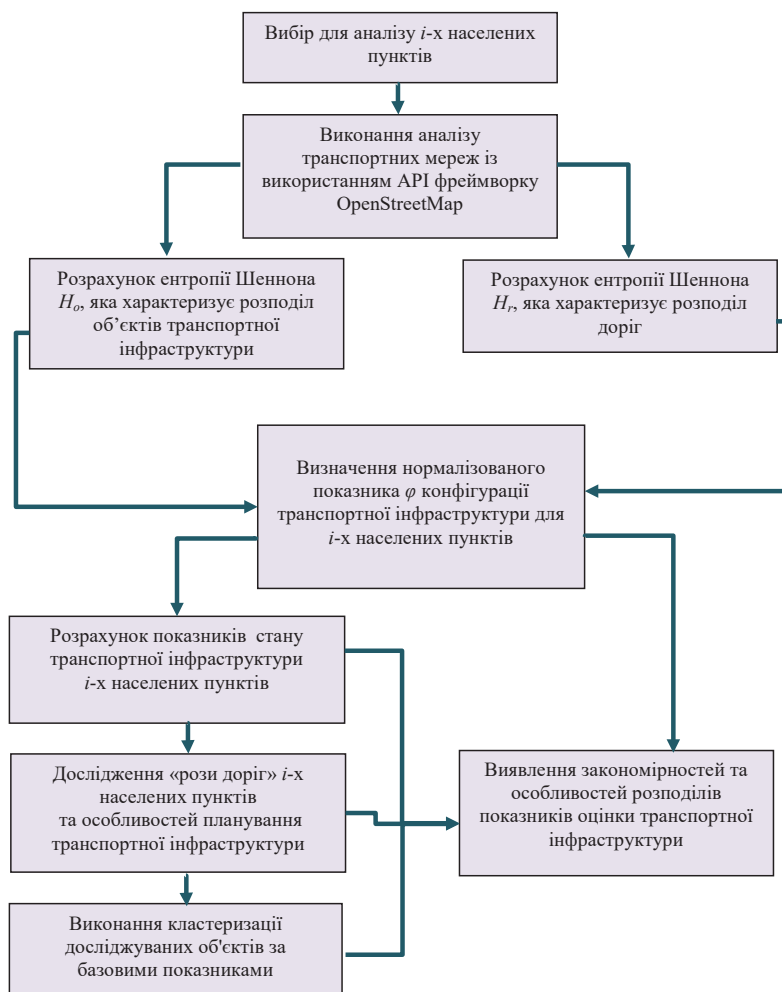


Рис. 1. Модель аналізу стану транспортної інфраструктури населених пунктів

транспортної інфраструктури визначається за формулою:

$$H_0 = -\sum_{i=1}^n P(O_{Ti}) \cdot \log_e P(O_{Ti}), \quad (1)$$

де $P(O_{Ti})$ – частка об'єктів транспортної інфраструктури, що потрапляють у i -ту ділянку; n – загальна кількість ділянок, i – індекси ділянки.

Аналогічно для кожного із i -х населених пунктів розраховується ентропія H_r розподілу доріг за формулою:

$$H_r = -\sum_{i=1}^n P(O_{ri}) \cdot \log_e P(O_{ri}), \quad (2)$$

де $P(O_{ri})$ – частка доріг транспортної інфраструктури, що потрапляють у i -ту ділянку; n – загальна кількість ділянок, i – індекси ділянки.

При цьому H_r відображає форму i -х населених пунктів (через співставлення їх із довжиною), а H_0 не прив'язується до форми i -х населених пунктів. Стосовно $\log_e P(O_{Ti})$ та $\log_e P(O_{ri})$, то

ці складники формул (1) і (2) відображають натуральний логарифм досліджуваного об'єкту, який забезпечує отримання відповідно значення H_0 та H_r , виражене у безрозмірних одиницях. Максимальна ентропія, $H_{i_{\max}}$, яку може мати будь-який i -х населених пунктів, дорівнює логарифму кількості об'єктів транспортної інфраструктури. Значення $H_{i_{\max}}$ представляє рівномірний розподіл об'єктів транспортної інфраструктури. За умови, що усі об'єкти транспортної інфраструктури потрапили у одну i -ту ділянку, то ентропія була б мінімальною $H_{i_{\min}} = 0$.

На наступному кроці визначається нормалізований показник ϕ конфігурації транспортної інфраструктури i -х населених пунктів. Він характеризує місце розташування об'єктів транспортної інфраструктури на лінійному спектрі від повністю невпорядкованого (однорідного) до ідеально впорядкованого (сіткоподібного) та визначається за формулою:

$$\varphi_i = 1 - \left(\frac{H_{oi} - H_{gi}}{H_{i\max} - H_{gi}} \right)^2, \quad (3)$$

де H_{oi} – ентропія розташування об'єктів транспортної інфраструктури O_{Ti} i -х населених пунктів; H_{gi} – ідеалізована ентропія розташування об'єктів транспортної інфраструктури O_{Ti} i -х населених пунктів у чотирьох рівних пропорціях (наприклад, північ – південь – схід– захід); $H_{i\max}$ – максимальна ентропія розташування об'єктів транспортної інфраструктури O_{Ti} i -х населених пунктів.

Таким чином, значення показника конфігурації транспортної інфраструктури i -х населених пунктів, яке дорівнює $\varphi = 0$, вказує на те, що для заданого населеного пункту характерне хаотичне розташування об'єктів транспортної інфраструктури. Спостерігається максимальна ентропія з рівномірним розподілом об'єктів транспортної інфраструктури у кожному напрямку. Якщо значення показника конфігурації транспортної інфраструктури i -х населених пунктів дорівнює $\varphi = 1$, то така конфігурація характеризується високим порядком. Тобто об'єкти транспортної інфраструктури таких населених пунктів ідеально впорядковані у межах чотиристоронньої сітки та для них характерна мінімально можлива ентропія.

Розрахунок показника ξ_{oi} середньої кривизни доріг i -х населених пунктів визначається за формулою:

$$\xi_{oi} = \frac{L_n}{L_g}, \quad (4)$$

де L_n – сума довжин усіх ребер у графі; L_g – сума усіх відстаней за великим колом між усіма парами сусідніх вершин.

Таким чином, отримане кількісне значення ξ_{oi} показує, наскільки за протяжністю транспортна мережа є більшою на території i -х населених пунктів порівняно із транспортною мережею, яка має усі ребра під прямим кутом до транспортних вузлів [10].

Надалі виконується візуалізація описаних вище показників, які характеризують стан транспортної інфраструктури, що дають можливість оцінити взаємозв'язки між об'єктами транспортної інфраструктури. Саме це забезпечує отримання знань стосовно просторового впорядкування об'єктів транспортної інфраструктури. У i -х населених пунктах, які характеризуються високими значеннями показника φ , конфігурації транспортної інфраструктури мають вищий рівень зв'язаності (тобто вищі ступені вузлів),

більше чотиристоронніх перехресть, менше мертвих зон і закритих перехресть, менше тупиків і менший показник ξ_{oi} середньої кривизни доріг.

Для систематичної інтерпретації відмінності транспортної інфраструктури i -х населених пунктів виконується кластеризація досліджуваних об'єктів у багатовимірному просторі за базовими показниками (ступінь вузла \bar{k} – скільки ребер у середньому припадає на один вузол, нормалізований показник φ конфігурації транспортної інфраструктури i -х населених пунктів, середнє значення довжини вулиць l у i -х населених пунктах і показник ξ_{oi} середньої кривизни доріг). Вони характеризують об'єкти транспортної інфраструктури окремих населених пунктів.

Для аналізу транспортної інфраструктури заданих населених пунктів, які характеризуються просторовими мережами (вулиць, мостів і транзитних розв'язок) нами використано модель, представлену у цій роботі. Під час виконання аналізу стану транспортної інфраструктури i -х населених пунктів, що знаходилися у зоні бойових дій, нами представлено орієнтацію вуличної мережі для кожного із вибраних населених пунктів. Для цього написано програмний код, який використовує бібліотеку `osmnx` і передбачає створення циклу, котрий забезпечує побудову графіків орієнтації транспортної мережі для кожного із i -х населених пунктів. Також слід зазначити, що для проведення відповідного аналізу виконується завантаження графів із фреймворку `OpenStreetMap`.

На підставі виконаних досліджень встановлено, що населені пункти із найвищою ентропією Шеннона H_0 переважно мають більшу середню довжину вулиць L і більшу їх кількість N_n . Також населені пункти із більшим значенням нормалізованого показника φ конфігурації транспортної інфраструктури мають більшу загальну довжину вулиць L і більшу їх кількість N_n .

Для кожного із досліджуваних i -х населених пунктів графіки орієнтації транспортної мережі зберігається в окремі файли з назвою населеного пункту у форматі PNG. Ми отримали графічне представлення транспортної інфраструктури та її орієнтації для населених пунктів із упорядкованим (рис. 2, а) та хаотичним (рис. 2, б) плануванням.

Із отриманих графічних представлень транспортної інфраструктури та її орієнтації для окремих населених пунктів можна чітко прослідкувати різницю у плануванні їх транспорт-

ної інфраструктури. Окремі з них мають чітке зонування кварталів, за винятком незначних провулків і вуличок, і вважаються упорядкованими (наприклад, м. Бахмут, рис. 2, а). Окремі, навпаки, мають хаотичне планування з напрямком вулиць на усі сторони (наприклад, м. Ізюм, рис. 2, б).

Отримані графіки орієнтації транспортної інфраструктури для досліджуваних населених пунктів демонструють ідеальну симетрію обертання на 180° і, зазвичай, симетрію обертання на 90° . Більше половини досліджуваних населених пунктів (60%) мають приблизну орієнтацію на північ-південь-схід-захід (тобто 0° - 90° - 180° - 270° – це найпоширеніші чотири напрямки орієнтації вулиць у населених пунктах). Ще 30% мають хаотичне планування транспортної інфраструктури (м. Миколаїв, м. Ізюм, м. Лисичанськ, м.

Охтирка, м. Слов'янськ, м. Суми). Переважно хаотичне планування мають великі за чисельністю проживаючого населення.

Виконане графічне представлення транспортної інфраструктури та її орієнтації для населених пунктів (рис. 2) дозволяє швидко та легко зрозуміти особливості планування транспортної інфраструктури окремих населених пунктів. Також на їх основі можна виконати порівняння транспортної інфраструктури окремих населених пунктів між собою й ідентифікувати проблеми їх подальшого розвитку.

Провівши відповідні розрахунки, ми здійснили кластеризацію досліджуваних населених пунктів за показниками створеної транспортної інфраструктури, які згруповано у два головні компоненти (рис. 3).

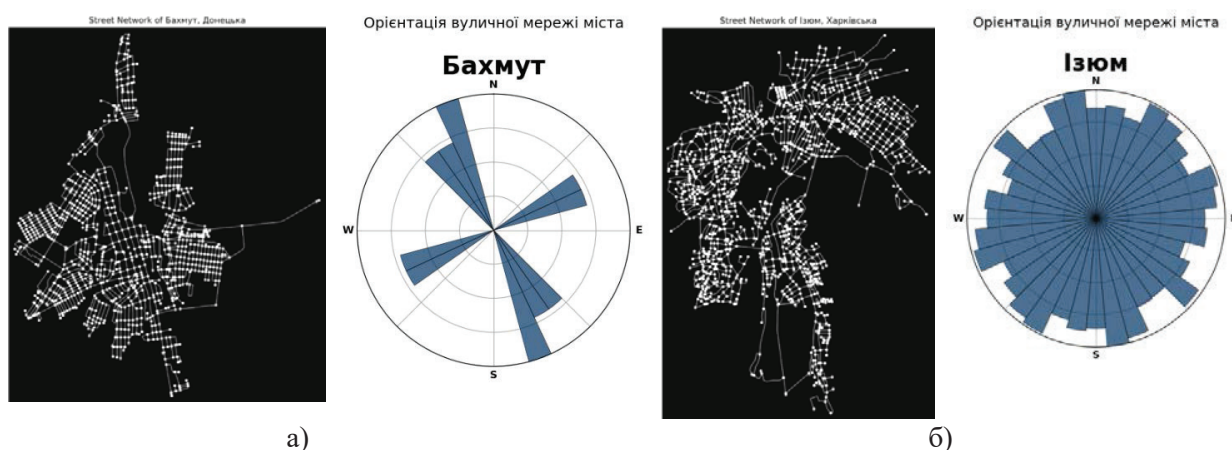


Рис. 2. Графічне представлення транспортної інфраструктури та її орієнтації для населених пунктів із упорядкованим (а) і хаотичним (б) плануванням

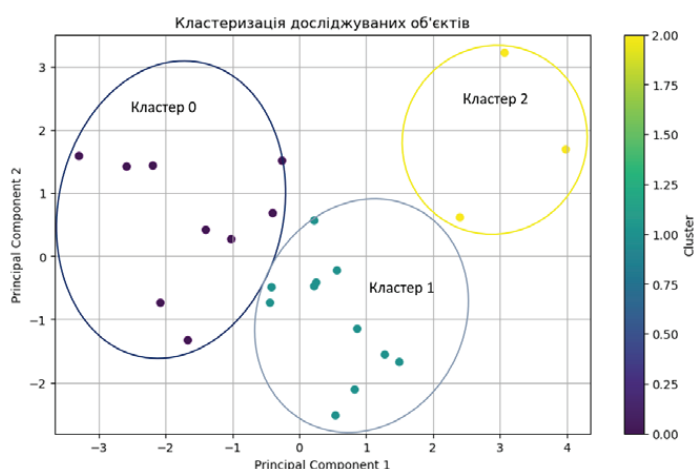


Рис. 3. Кластеризація досліджуваних населених пунктів за показниками створеної транспортної інфраструктури

Встановлено, що існує 3 кластери досліджуваних населених пунктів за показниками створеної транспортної інфраструктури. Належність досліджуваних населених пунктів до окремих кластерів за показниками транспортної інфраструктури подано у табл. 1.

Виконаний аналіз належності досліджуваних населених пунктів до окремих кластерів за показниками транспортної інфраструктури (табл. 1) свідчить про те, що більшість досліджуваних населених пунктів належить до кластеру 1 (47,9%). Водночас до кластеру 0 належить 39,1%, а до кластеру 2 – 13%.

Висновки. Розроблена модель оцінення стану населених пунктів під час реалізації проєктів розвитку транспортної інфраструктури у післявоєнний період передбачає системне виконання 9 кроків, які базуються на використанні фреймворку OpenStreetMap і методі ентропії Шеннона для визначення показників стану транспортної інфраструктури окремих населених пунктів. Особливістю цієї моделі є те, що формування бази даних і знань здійснюється автоматизовано з використанням даних фреймворку OpenStreetMap для вивчення пропускнуої спроможності доріг населених пунктів. Цей підхід не потребує додаткових

Таблиця 1

Належність досліджуваних населених пунктів до окремих кластерів за показниками транспортної інфраструктури

Назва населеного пункту	Кластер	Назва населеного пункту	Кластер
Миколаїв	2	Торецьк	0
Маріуполь	2	Авдіївка	1
Суми	2	Попасна	1
Краматорськ	1	Старобільськ	0
Слов'янськ	0	Вугледар	1
Северодонецьк	0	Оріхів	1
Лисичанськ	1	Біловодськ	0
Бахмут	1	Гуляйполе	0
Рубіжне	1	Баштанка	1
Охтирка	0	Берислав	1
Ізюм	0	Снігурівка	1
Чугуїв	0	–	–

досліджень у повністю або частково зруйнованих транспортних мережах населених пунктів, котрі опинилися у зоні бойових дій. На основі отриманих даних визначаються показники стану транспортної інфраструктури окремих населених пунктів із використанням методу визначення ентропії Шеннона. Саме це забезпечує визначення показників стану транспортної інфраструктури окремих населених пунктів, що лежать в основі моделювання та визначення раціонального сценарію реалізації проєктів розвитку транспортної інфраструктури окремих населених пунктів. На основі використання запропонованої моделі визначено показники стану транспортної інфраструктури окремих населених пунктів, які опинилися у зоні бойових дій. Вони лежать в основі ідентифікації та планування проєктів розвитку транспортної інфраструктури на основі її подальшого моделювання. Подальші дослідження потребують розроблення комп'ютерної

моделі, котра базуватиметься на запропонованій моделі, що забезпечить підвищення ефективності процесів ініціації та планування реалізації проєктів розвитку транспортної інфраструктури заданих населених пунктах у післявоєнний період.

ЛІТЕРАТУРА

1. Полторак А.С., Чечіна І.О., Льоткіна Т.Є. Напрями розвитку управління проєктною діяльністю в органах місцевого самоврядування. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2021. Вип. 6 (131). С. 35–40.
2. Tryhuba A., Kondysiuk I., Tryhuba I., Boiarchuk O., Tatomyr A. Intellectual information system for formation of portfolio projects of motor transport enterprises. *CEUR Workshop Proceedings*. 2022. 3109. P. 44–52.
3. Hridin O., Slavina N., Mushenyk I., Dobrovol'ska E. Managerial decisions in logistic systems of milk provision on variable production conditions. *Independent Journal of Management & Production*. 2020. № 11 (8). P. 783–800.

4. Сидорчук О.В., Тригуба А.М., Демидюк М.А., Бондаренко В.В., Сидорчук О.О. Системне дослідження процесу управління програмами та портфелями. *Управління проєктами, системний аналіз і логістика*. 2012. № 10. С. 235–241.

5. Тригуба А., Кондисюк І., Коваль Н. Формування портфелів гібридних проєктів автотранспортних підприємств. *Вісник Національного технічного університету «ХПИ»*. Сер. : *Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проєктами*. 2021. № 2 (4). С. 67–72.

6. Тригуба А., Кондисюк І., Коваль Н., Тригуба І., Боярчук Ок., Боярчук Ол. Планування часу виконання робіт у гібридних проєктах. *Вісник Національного технічного університету «ХПИ»*. Сер. : *Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проєктами*. 2022. № 2 (6). С. 64–71.

7. Рудакова С., Данилевич Н., Щетініна Л., Поплавська О., Суховерська Д. Згуртованість колективу громадської організації під час війни. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2023. Вип. 1 (138). С. 99–106.

8. Parthasarathi P., Hochmair H., Levinson D. Street network structure and household activity spaces. *Urban Studies*. 2015. 52. P. 1090–1112. <https://doi.org/10.1177/0042098014537956>.

9. Boeing G. Urban Spatial Order: Street Network Orientation, Configuration, and Entropy. *Applied Network Science*. 2019. P. 1–22. <https://doi.org/10.1007/s41109-019-0189-1>.

10. Boeing G. The Morphology and Circuitry of Walkable and Drivable Street Networks. *The Mathematics of Urban Morphology*. Birkhäuser, Basel, Switzerland. 2019. https://doi.org/10.1007/978-3-030-12381-9_12.

MODELS AND METHODS OF ANALYSIS OF THE TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE OF POPULATED POINTS FOR THE IMPLEMENTATION OF ITS DEVELOPMENT PROJECTS IN THE POST-WAR PERIOD

Vasyl Demchyna

Adjunct of the Department of Law and Management in the field of civil protection

Lviv State University of Life Safety, 35 Kleparivska str., Lviv, Ukraine, 79000, demchynavasy@gmail.com

ORCID: 0000-0002-6123-5255

Andrii Ratushnyi

Adjunct of the Department of Law and Management in the field of civil protection

Lviv State University of Life Safety, 35 Kleparivska str., Lviv, Ukraine, 79000, ratuwnuja@ukr.net

ORCID: 0000-0003-0768-6466

The purpose of the work is to develop a model for assessing the state of settlements during the implementation of transport infrastructure development projects in the post-war period, which is based on the study of road capacity using the OpenStreetMap framework and the use of Shannon entropy to determine indicators of the state of transport infrastructure of individual settlements. With the use of the proposed model, an analysis of the transport infrastructure of settlements located in the war zone was performed, which allows to assess the needs for post-war reconstruction, development and modernization. The following methods are used in the work: system and cluster analysis, the OpenStreetMap framework for studying the capacity of roads in populated areas, the Shannon entropy calculation method, which provides the determination of indicators of the state of the transport infrastructure of individual settlements, which are the basis for modeling and determining a rational scenario for the implementation of transport development projects infrastructure of individual settlements. The following results were obtained: on the basis of the developed model for assessing the state of settlements during the implementation of transport infrastructure development projects in the post-war period, the main indicators of the state of the transport infrastructure of the specified settlements located in the war zone were determined. A graphical presentation of the transport infrastructure and its orientation for settlements has been made, which allows you to quickly and easily understand the peculiarities of planning the transport infrastructure of individual settlements. As a result of the relevant calculations, we clustered the investigated settlements according to the indicators of the created transport infrastructure, which were grouped into two main components.

The developed model for assessing the state of settlements during the implementation of transport infrastructure development projects in the post-war period involves the systematic implementation of 9 steps. The peculiarity of this model is that the formation of the database and knowledge is carried out automatically using data from the OpenStreetMap framework for studying the carrying capacity of roads in populated areas. This approach does not require additional research in completely or partially destroyed transport networks of settlements located in the war zone. Based on the use of the proposed model, indicators of the state of the transport infrastructure of individual settlements located in the war zone were determined. They are the basis for the identification and planning of transport infrastructure development projects based on its subsequent modeling. Further research requires the development of a computer model, which will

be based on the proposed model, which will ensure an increase in the effectiveness of the initiation and planning of the implementation of transport infrastructure development projects in the given settlements in the post-war period.

Key words: model, transport infrastructure, management, projects, development, post-war period.

REFERENCES

1. Poltorak, A.S., Chechina, I.O., & Lotkina, T.Ye. (2021). Napriamy rozvytku upravlinnia proiektnoiu diialnistiu v orhanakh mistsevoho samovriaduvannia [Development directions of project activity management in local self-government bodies]. *Visnyk Kremenchutskoho natsionalnoho universytetu imeni Mykhaila Ostrohradskoho – Bulletin of Mykhailo Ostrogradsky National University of Kremenchug*, 6, 35–40 [in Ukrainian].
2. Tryhuba, A., Kondysiuk, I., Tryhuba, I., Boiarchuk, O., & Tatomyr, A. (2022). Intellectual information system for formation of portfolio projects of motor transport enterprises. *CEUR Workshop Proceedings*, 3109, 44–52.
3. Hridin, O., Slavina, N., Mushenyk, I., & Dobrovol'ska, E. (2020). Managerial decisions in logistic systems of milk provision on variable production conditions. *Independent Journal of Management & Production*, 11(8), 783–800.
4. Sydoruk, O.V., Tryhuba, A.M., Demydiuk, M.A., Bondarenko, V.V., & Sydoruk, O.O. (2012). Systemne doslidzhennia protsesu upravlinnia prohramamy ta portfeliamy. [A systematic study of the process of managing programs and portfolios]. *Upravlinnia proektamy, systemnyi analiz i lohistyka. – Project management, system analysis and logistics*, 10, 235–241 [in Ukrainian].
5. Tryhuba, A., Kondysiuk, I., & Koval, N. (2021). Formuvannia portfeliv hibrydnykh proiektiv avtotransportnykh pidpriemstv. [Formation of portfolios of hybrid projects of motor transport enterprises]. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu "KhPI". Ser.: Stratehichne upravlinnia, upravlinnia portfeliamy, prohramamy ta proiektamy – Bulletin of the National Technical University "KhPI". Ser.: Strategic management, management of portfolios, programs and projects*, 2(4), 67–72 [in Ukrainian].
6. Tryhuba, A., Kondysiuk, I., Koval, N., Tryhuba, I., Boiarchuk, O., & Boiarchuk, O. (2022). Planuvannia chasu vykonannia robot u hibrydnykh proiektakh. [Time planning of works in hybrid projects]. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu "KhPI". Ser.: Stratehichne upravlinnia, upravlinnia portfeliamy, prohramamy ta proiektamy – Bulletin of the National Technical University "KhPI". Ser.: Strategic management, management of portfolios, programs and projects*, 2(6), 64–71 [in Ukrainian].
7. Rudakova, S., Danylevych, N., Shchetinina, L., Poplav'ska, O., & Sukhov'ska, D. (2023). Zghurtovanist kolektyvu hromadskoi orhanizatsii pid chas viiny. [Cohesiveness of the collective of the public organization during the war]. *Visnyk Kremenchutskoho natsionalnoho universytetu imeni Mykhaila Ostrohradskoho – Bulletin of Mykhailo Ostrogradsky National University of Kremenchug*, 1(138), 99–106 [in Ukrainian].
8. Parthasarathi, P., Hochmair, H., & Levinson, D. (2015). Street network structure and household activity spaces. *Urban Studies*, 52, 1090–1112.
9. Boeing, G. (2019). Urban Spatial Order: Street Network Orientation, Configuration, and Entropy. *Applied Network Science*, 1–22.
10. Boeing, G. (2019) The Morphology and Circuitry of Walkable and Drivable Street Networks. *The Mathematics of Urban Morphology*. Birkhäuser, Basel, Switzerland.

Стаття надійшла 22.02.2024