

DOI: 10.32347/2786-7269.2022.1.68-79

УДК 711:004.925.8

к.т.н. Терещук М.О.,

nikolatereschuk@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4444-3677,

к.т.н. Якусевич А.Г.,

iakusevych.andriy@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1243-7990,

Київський національний університет будівництва і архітектури

ПОЛІГОНАЛЬНИЙ СПОСІБ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНОЇ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ

У наш час стрімких соціально-економічних змін в основі багатьох здійснюваних в Україні реформ лежать питання містобудування та територіального планування. Тому подальше вдосконалення різноманітних засобів успішного розв'язання окреслених задач становить актуальну науково-прикладну проблему.

Головною метою нинішнього етапу становлення суспільних відносин у матеріальному плані є реалізація сталого розвитку територіальних громад для підвищення якості життя населення. Під таким розвитком мається на увазі їх соціально, економічно та екологічно збалансоване функціонування, спрямоване на створення високого промислового, сільськогосподарського, науково-освітнього, культурного потенціалу із забезпеченням раціонального використання природних, трудових, фінансових та інших ресурсів, поліпшення сфери обслуговування, умов проживання, відпочинку й оздоровлення людей.

Інноваційна інвестиційна діяльність, яка полягає у здійсненні на основі нових науково-технічних та організаційних рішень практичних дій громадян, юридичних осіб і держави щодо вкладення їх коштів, майна, інтелектуальних цінностей у територіальний розвиток громад. Зараз доволі популярною формою його впровадження є кластерний підхід. Відповідна модель до свого складу включає географічно близькі групи взаємопов'язаних підприємств, установ та організацій, що характеризуються певною спільною діяльністю. Головне завдання такого об'єднання полягає у створенні більш конкурентоспроможної соціально-економічної структури регіонів.

Дану публікацію присвячено математичному опису запропонованого способу полігональної територіальної кластеризації як засобу геометричного моделювання організаційних структур для підвищення ефективності використання різних ресурсів. У виконаному дослідженні також окреслено деякі перспективи подальшого вдосконалення та застосування напрацьованого підходу як компонента сучасних комп'ютерних геоінформаційних систем для оптимізації територіального управління.

Ключові слова: управління регіональним розвитком; кластерний підхід; територіальне планування; геометричне моделювання; комп'ютерні інформаційні технології.

Постановка проблеми. Нинішній етап розвитку України характеризується інтенсивним проведенням багатьох реформ, зокрема, земельної, децентралізації державного управління, освітньої, медичної та інших, які значною мірою дотичні до питань містобудування й територіального планування. Для прийняття обґрунтованих рішень у зазначеній сфері потрібно обов'язково здійснювати всебічний докладний аналіз існуючих та прогнозованих майбутніх ситуацій, проводити варіантне опрацювання можливих дій, оцінювати ймовірні ризики, виникнення нештатних обставин, широко застосовувати системний підхід, брати до уваги думки експертів, використовувати методи математичного моделювання, комп'ютерні програмні засоби і т. д. Наведені факти певною мірою розкривають сутність наявної проблеми сучасного соціально-економічного розвитку нашої держави. Тому актуальними треба вважати наукові розвідки, спрямовані на успішне розв'язання окреслених задач.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Видання [1–8] слугують прикладами законодавчих і нормативних документів, які регламентують діяльність у галузі містобудування, управління регіональним розвитком, земельних відносин, формування відповідних спроможних громад, збереження природних ресурсів, інвестиційної діяльності, охорони культурної спадщини та ін. Праці [9–11] описують кластерний підхід як інноваційну форму територіального розвитку. Публікація [12] є практичним керівництвом із зазначених питань для посадових осіб місцевого самоврядування, оскільки в наш час роль останнього в житті регіонів суттєво посилюється. У цьому посібнику, корисному також для депутатів, представників суспільних організацій та активних громадян, розкриваються способи використання новітніх інструментів управління, прогресивні підходи до територіального планування, розглядаються системи діагностики соціально-економічного стану місцевих громад тощо. Дослідженнями [13, 14] представлено запропоновані авторами даної статті комплексні геометричні моделі, які спираються на структурно-параметричну методологію формоутворення [15], для математичної дефініції організаційно-територіальних кластерних структур із метою забезпечення економії різноманітних ресурсів. У виданнях [16, 17] розгорнуто подано застосування сучасних комп'ютерних технологій у вигляді геоінформаційних систем для реалізації продуктивного територіального управління.

Мета та завдання статті. Головна ціль публікації полягає у висвітленні розробленого способу полігональної територіальної архітектурно-планувальної кластеризації, який зручний для використання в середовищі новітніх комп'ютерних інформаційних систем для здійснення оптимального управління регіональним розвитком.

Виклад основного матеріалу. У працях [13, 14] наведено концепцію побудови комплексних динамічних геометричних моделей визначення організаційно-територіальних кластерних структур. Належний приклад зображено на рис. 1.

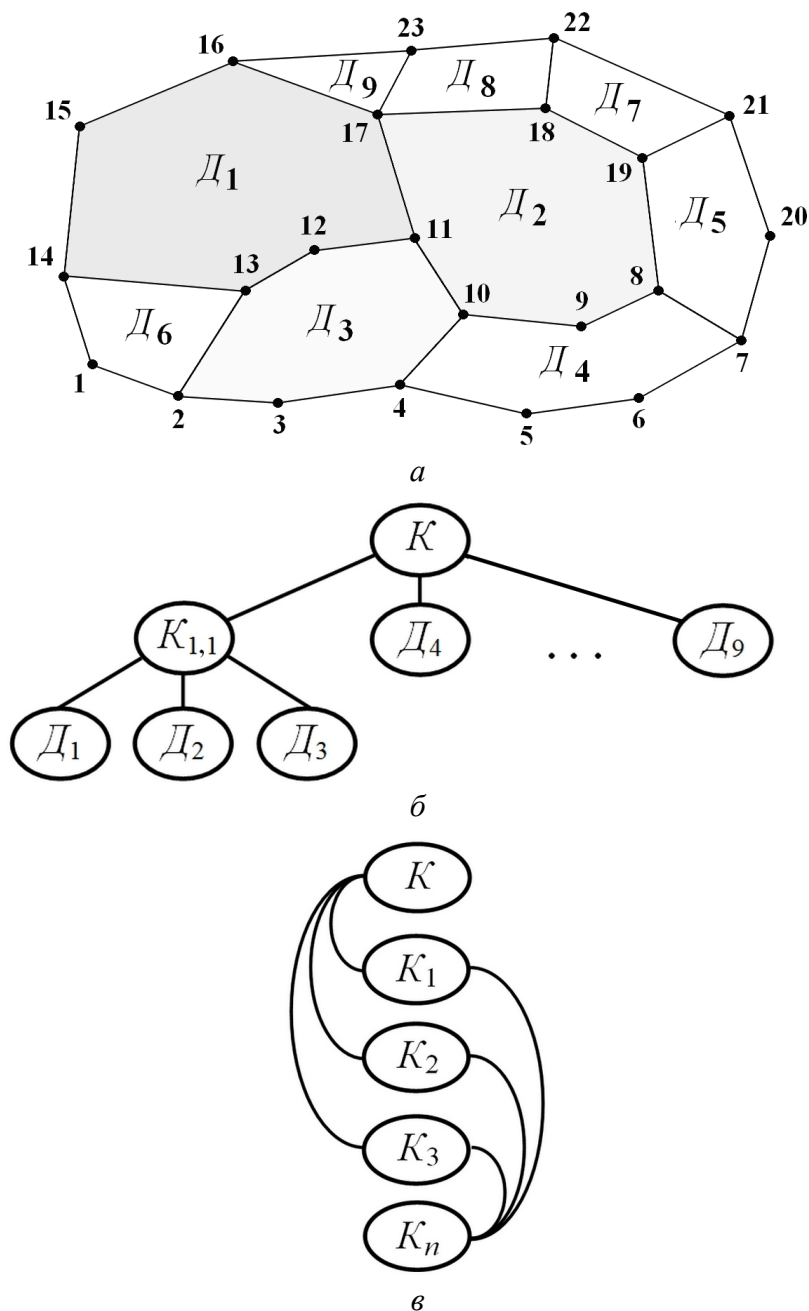


Рис. 1. Відтворення процесу кластеризації:
 а – територіальна модель; б – організаційна ієрархічна модель;
 в – структурно-параметрична модель кластеризації K

Певна опрацьовувана територія на площині в декартовій системі координат Oxy подається множиною

$$T = (\mathbf{T}_i)_1^{N_T}, \quad (1)$$

де $N_T \in \mathbb{N}$, $N_T \geq 3$,

$$\mathbf{T}_i = (x_i, y_i)_1^{N_T}. \quad (2)$$

Точки (1) моделюють земельні ділянки D у вигляді полігонів (багатокутників)

$$D = (D_j)_1^{N_D}, \quad (3)$$

де $N_D \in \mathbb{N}$, $N_D \geq 1$,

сторони яких визначаються кортежами вершин

$$D_j = (\mathbf{T}_{jk})_1^{N_{Dj}}, \quad (4)$$

де $N_{Dj} \in \mathbb{N}$, $N_{Dj} \geq 3$, $\mathbf{T}_{jk} \in T$.

Ділянка D_j залишається зліва під час руху через елементи (4). Рис. 1, *a* ілюструє співвідношення (1) ... (4). Для покращення візуального сприйняття символу \mathbf{T} для точок на ньому не наведено. Це відноситься й до формул (5) та (7). Згідно з виразами (1) і (3) у даному випадку

$$T = (i)_1^{N_T} = (i)_1^{23}, \quad (5)$$

$$D = (D_j)_1^{N_D} = (D_j)_1^9. \quad (6)$$

На основі залежності (4) маємо

$$\begin{aligned} D_1 &= (17, 16, 15, 14, 13, 12, 11), & D_2 &= (11, 10, 9, 8, 19, 18, 17), \\ D_3 &= (10, 11, 12, 13, 2, 3, 4), & D_4 &= (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10), \\ D_5 &= (7, 20, 21, 19, 8), & D_6 &= (1, 2, 13, 14), & D_7 &= (18, 19, 21, 22), \\ D_8 &= (17, 18, 22, 23), & D_9 &= (16, 17, 23). \end{aligned} \quad (7)$$

На практиці розглянутими ділянками можуть бути ділянки деякого промислового підприємства, мікрорайони міста, сільськогосподарські угіддя, землі територіальних громад тощо. Зазвичай число точок (1) ... (7) значно більше. Через обмежений обсяг даної публікації їх кількість відносно невелика, але цілком достатня для розкриття суті розробленого способу геометричного моделювання.

Рис 1, *a* та рис. 1, *б* відображають момент, коли до створюваного кластера K входять ділянки D_1 , D_2 , D_3 . У дослідженні [13] проаналізовано три можливі послідовності K_1 , K_2 , K_3 територіальної кластеризації, які з метою проведення комплексної оптимізації інтегровано показаною на рис. 1, *в* структурно-

параметричною моделлю. Однак, алгоритму об'єднання полігональних ділянок не було викладено. Зазначений недолік виправлено в цій статті.

Запропонований спосіб містить три базові компоненти.

Перший на основі множин (1) ... (4) для кожної ділянки D_j формує габаритний прямокутник, що охоплює вказаний полігон.

Другий оцінює можливість об'єднання ділянок під час кластеризації. Якщо належні габаритні прямокутники не перетинаються, то відповідні полігони не суміжні, інакше визначаються їх спільні вершини вигляду (2).

Третій для поєднаних двох ділянок виявляє їх спільну межу та на підставі цього формує нову поточну геометрію кластера.

Продемонструємо описані складові на поданому вище прикладі.

Для полігональних ділянок D_j вигляду (3) розраховуються габаритні прямокутники P_j , визначені лівою нижньою та правою верхньою вершинами в декартовій системі Oxy з такими координатами

$$\begin{aligned} x_{\min_j} &= \min(T_{jk_x})_{k=1}^{N_{D_j}}, & y_{\min_j} &= \min(T_{jk_y})_{k=1}^{N_{D_j}}, \\ x_{\max_j} &= \max(T_{jk_x})_{k=1}^{N_{D_j}}, & y_{\max_j} &= \max(T_{jk_y})_{k=1}^{N_{D_j}}. \end{aligned} \quad (8)$$

Прямокутники P_j упорядковуються за зростанням абсцис їх лівих нижніх кутів. З використанням величин (8) для j_1 -ї та j_2 -ї ділянок обчислюється спільна область їх габаритних прямокутників наступним чином.

Якщо

$$x_{\min_{j_2}} > x_{\max_{j_1}} \quad \text{або} \quad y_{\max_{j_2}} < y_{\min_{j_1}} \quad \text{або} \quad y_{\min_{j_2}} > y_{\max_{j_1}}, \quad (9)$$

то ділянки j_1 та j_2 не суміжні, інакше

$$\begin{aligned} x_{\min_{j_1, j_2}} &= \max(x_{\min_{j_1}}, x_{\min_{j_2}}), & x_{\max_{j_1, j_2}} &= \min(x_{\max_{j_1}}, x_{\max_{j_2}}), \\ y_{\min_{j_1, j_2}} &= \max(y_{\min_{j_1}}, y_{\min_{j_2}}), & y_{\max_{j_1, j_2}} &= \min(y_{\max_{j_1}}, y_{\max_{j_2}}). \end{aligned} \quad (10)$$

Співвідношення (1) ... (10) дозволяють отримувати спільні вершини двох опрацьовуваних ділянок. На рис. 2 показано кілька відповідних зображень, де штриховими лініями позначено габаритні прямокутники.

На рис. 2, *а* для ділянок D_1 і D_2 спільна область включає точки 11 та 17, а у випадку рис. 2, *б* загальними для прямокутників P_1 і P_3 є вершини 11, 12, 13. Аналогічно, див. рис. 2, *в* та рис. 2, *г*, відповідно для ділянок D_1 і D_4 та D_1 і D_5 маємо спільну область у вигляді відрізка та пустої множини.

Нагадаємо, що третій компонент розробленого способу полігональної кластеризації виявляє спільну межу двох поєднаних ділянок та визначає нову

поточну геометрію кластера. Зауважимо, що загальними для даних багатокутників повинні бути не менше двох їх вершин.

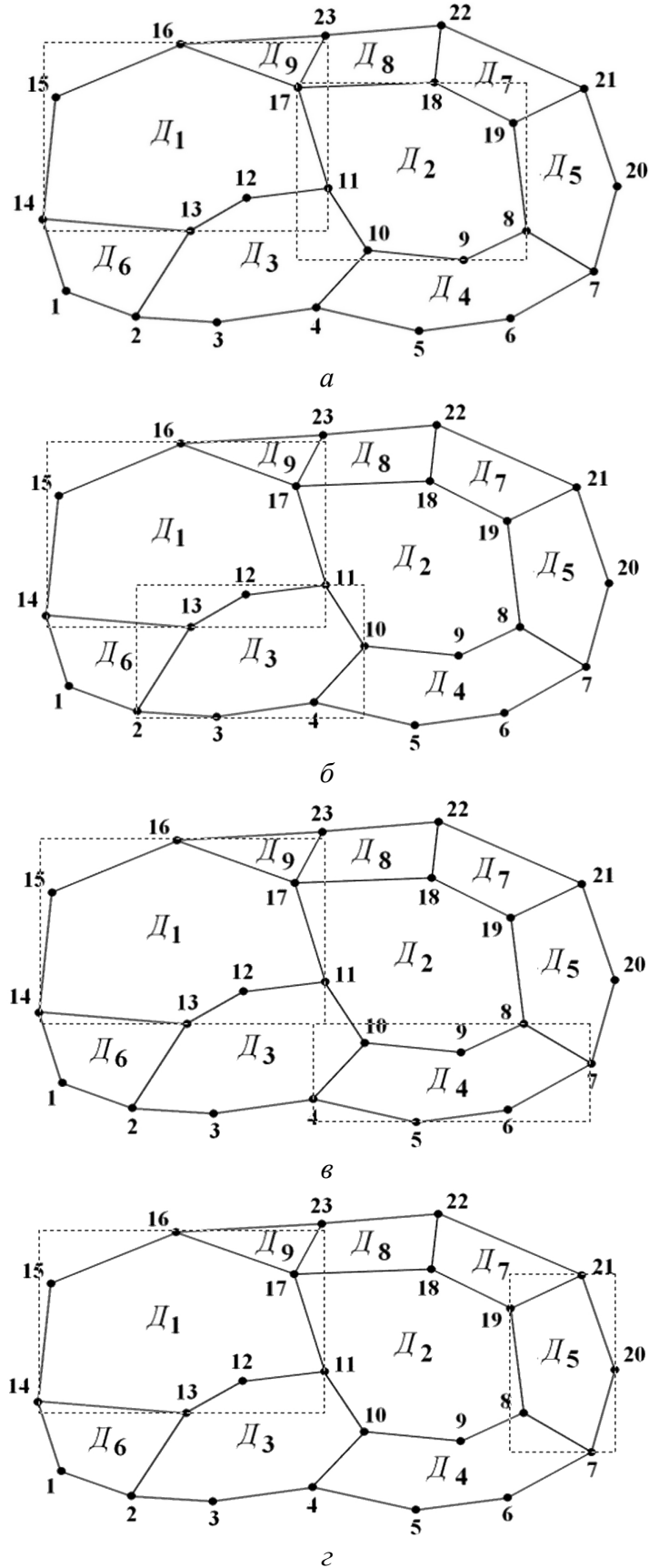


Рис. 2. Перетин габаритних прямокутників ділянок:
 а – Д₁, Д₂; б – Д₁, Д₃; в – Д₁, Д₄; г – Д₁, Д₅

У нашому випадку може здійснюватися інтеграція багатокутників D_1 і D_2 та D_1 і D_3 . При цьому використовуються наступні правила.

Правило 1. Для двох поєднаних полігонів визначається їх спільна межа у вигляді ламаної лінії. При цьому в послідовності вершин першого загальні точки йдуть в одному напрямі, а у другого – у протилежному.

На основі множин (7) спільними для ділянок D_1 і D_2 будуть відповідно послідовності вершин

$$11, 17 \text{ та } 17, 11. \quad (11)$$

Для дефініції нової поточної геометрії кластера застосовується таке правило.

Правило 2. З кінцевої точки спільної межі першого полігона робиться його обхід до початкової точки межі. Після цього з даної вершини продовжується обхід другого полігона аж до початкової його межевої точки, яка не включається до отриманої послідовності вершин нового багатокутника.

За поданим правилом згідно з виразами (7) та (11) маємо

$$D_{1,2} = (17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 19, 18). \quad (12)$$

Рис. 1, *a* підтверджує коректність нового полігона (12).

Схожим чином одержимо

$$D_{2,1} = (11, 10, 9, 8, 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12). \quad (13)$$

Кортежі (12) і (13) засвідчують той факт, що обхід багатокутника можна виконувати, починаючи з довільної його вершини.

При поєднанні ділянок D_1 і D_3 одержуємо спільну межу

$$13, 12, 11 \text{ та } 11, 12, 13. \quad (14)$$

Далі

$$D_{1,3} = (11, 17, 16, 15, 14, 13, 2, 3, 4, 10). \quad (15)$$

Рис. 1, *a* підтверджує правильність результатів (14) і (15).

Правило 3. Коли спільна межа поєднаних полігонів не є однозв'язною множиною, то створюється складений кластер із цих багатокутників.

Пояснюючий приклад містить рис. 3.

У даному випадку для послідовності кластеризації

$$D_{1,9,8,7,6,3,4} \rightarrow D_5 \quad (16)$$

отримуємо межу у вигляді двох окремих відрізків із кінцями в точках

$$7 \text{ і } 8 \text{ та } 19 \text{ і } 21. \quad (17)$$

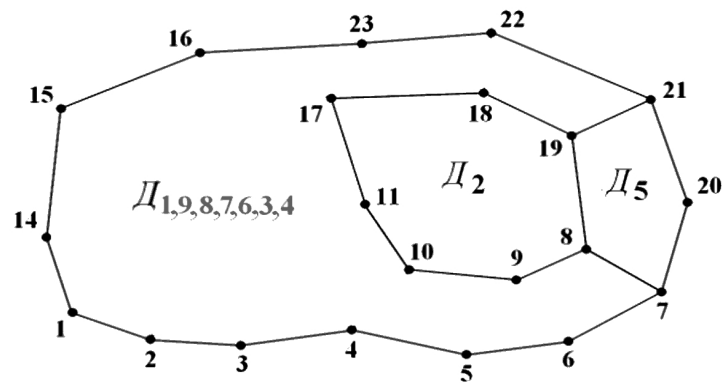


Рис. 3. Формування складеного кластера

На основі виразів (16), (17) та правила 3 маємо складений кластер

$$K = (D_{1,9,8,7,6,3,4}, D_5). \quad (18)$$

Подальше застосування множини ділянок (18) виконується за викладеним вище порядком, але шляхом опрацювання в якості вихідного полігона не одного, а двох багатокутників.

Зокрема, це може бути послідовність кластеризації

$$D_{1,9,8,7,6,3,4} \rightarrow D_2 \rightarrow D_5 \quad (19)$$

або

$$D_5 \rightarrow D_2 \rightarrow D_{1,9,8,7,6,3,4}. \quad (20)$$

Отже, за допомогою вербального опису, формул (1) ... (20) та правил 1 ... 3 вище викладено розроблений спосіб полігональної територіальної кластеризації, який спирається на засоби геометричного моделювання та структурно-параметричну методологію й може бути продуктивно використаний для ефективного управління регіональним розвитком, територіальним плануванням та іншими процесами в середовищі різноманітних комп'ютерних інформаційних технологій. З точки зору оптимізації опрацьовуваних об'єктів істотним моментом є також здатність поданого математичного апарату гнучко адаптуватись до вимог систем більш високого ієрархічного рівня, наприклад розглянутих структурно-параметричних моделей соціально-економічної кластеризації тощо.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Запропонований спосіб полігональної територіальної архітектурно-планувальної кластеризації варто впровадити як складову сучасних геліоінформайїних та інших автоматизованих комп'ютерних систем, в процес проектування. Це сприятиме розширенню можливостей указаних засобів не тільки стосовно геометричного моделювання, а й належного управління різними процесами, наприклад, економічними, політичними, технологічними, і т. д. Важливою у плані

теоретичного вдосконалення є ґрунтовна перевірка розробленого математичного апарату для всіляких сфер його застосування на практиці, що дозволить належним чином врахувати більш багатоманітні реальні фактори. Окреслені перспективні напрямки подальшого розвитку потребують проведення відповідних науково-прикладних досліджень.

Список використаних джерел

1. Про регулювання містобудівної діяльності: Закон України від 17.02.2011 р. № 3038-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17>
2. Про добровільне об'єднання територіальних громад: Закон України від 5.02.2015 р. № 157-VIII. URL: <https://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/157-19>
3. Методика формування спроможних територіальних громад: Постанова Кабінету Міністрів України від 8 квітня 2015 р. № 214. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/214-2015-п>
4. Земельний кодекс України від 25.10.2001 р. № 2768-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>
5. Про інвестиційну діяльність: Закон України від 18.09.1991 р. № 1560-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1560-12>
6. Про охорону культурної спадщини: Закон України від 8.06.2000 р. № 1805-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1805-14>
7. ДБН Б.2.2-5:2011. Планування та забудова міст, селищ і функціональних територій. Благоустрій територій. Київ: Мінрегіон України, 2012 р. 77 с.
8. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019 р. 177 с.
9. Бойко А.М., Чевганова В.Я., Кулакова С.Ю. Інвестування інноваційного розвитку. *Інвестиції: практика та досвід*. 2021. Вип.21. С. 5–9. doi: 10.32702/2306-6814.2021.21.5
10. Гоменюк М.О. Кластер як інноваційна форма територіального розвитку. *Науковий вісник Мукачівського державного університету. Серія «Економіка»*. 2019. Вип. 1. С. 76–81. doi: 10.31339/2313-8114-2019-1(11)-76-81
11. Урсакій Ю.А. Роль інноваційних кластерів у промисловості країни. *Вісник Чернівецького торговельно-економічного інституту. Економічні науки*. 2021. Вип.1. С. 53–70. doi: 10.34025/2310-8185-2021-1.81.04
12. Васильченко Г., Парасюк І., Єременко Н. Планування розвитку територіальних громад. Навчальний посібник для посадових осіб місцевого самоврядування. Київ: ТОВ «Підприємство «ВІ ЕН ЕЙ», 2015. 256 с.
13. Якусевич А.Г., Терещук М.О. Геометричне моделювання

організаційних кластерних структур як засіб підвищення ефективності використання різноманітних ресурсів. *Енергоефективність в будівництві та архітектурі*. Київ: КНУБА, 2020. Вип. 14. С. 12–19.

14. Якусевич А.Г., Терещук М.О. Спосіб представлення ієрархічних організаційних кластерних структур у задачах економії ресурсів. *Енергоефективність в будівництві та архітектурі*. Київ: КНУБА, 2020. Вип. 15. С. 7–14.

15. Ванін В.В., Вірченко Г.А. Визначення та основні положення структурно-параметричного геометричного моделювання. *Геометричне та комп'ютерне моделювання*. Харків: ХДУХТ, 2009. Вип. 23. С. 42–48.

16. Журкин И.Г., Шайтура С.В. Геоинформационные системы. Москва: Кудиц-пресс, 2009. 272 с.

17. Стрижак А.Е. Методология трансдисциплинарной интеграции информационных ресурсов в задачах регионального управления и принятия решений. *Геоінформаційні технології у територіальному управлінні*: матеріали II міжнародної науково-практичної конференції 17-18 вересня 2015 р. Одеса: ОРІДУ НАДУ, 2015. С. 22–26.

candidate of technical sciences **Tereschuk Mykola**,
candidate of technical sciences **Yakusevych Andrii**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

POLYGONAL METHOD OF TERRITORIAL ARCHITECTURAL AND PLANNING CLUSTERIZATION

Many of the current reforms in Ukraine are based on issues of urban and spatial planning, which are being implemented in the modern conditions of diverse and rapid socio-economic changes. Therefore, further improvement of various means of successful solution of the outlined tasks is an urgent scientific and applied problem.

The main purpose of the current stage of social relations in material terms is the implementation of sustainable development of territorial communities for improvement of life of the population. Such development means their socially, economically and ecologically balanced functioning, aimed at creating high industrial, agricultural, scientific, educational, cultural potential with ensuring the rational use of natural, labour, financial and other resources, improving the service sector, living conditions, recreation and health enhancement of people.

The implementation by citizens, legal entities and the state of actions for innovative investment activities, i.e. the introduction of new scientific, technical and

organizational solutions, investment of funds, property, intellectual values in the territorial development of communities, is one of the most productive directions of achievement of this goal. The cluster approach is a fairly popular and appropriate form of its implementation. The corresponding model includes geographically close groups of interconnected enterprises, institutions and organizations, characterized by a certain joint activity. The main task of such association is to create a more competitive socio-economic structure of the regions.

This publication is devoted to the mathematical description of the proposed method of polygonal territorial clustering as a means of automated geometric modeling of organizational structures for improvement of the efficiency of using various resources, such as natural, labour, financial and others. The study also identified some prospects for further perfection and application of the developed approach as a component of modern computer geographic information systems for optimizing territorial management.

Key words: management of regional development; cluster approach; territorial planning; geometric modeling; computer information technologies.

REFERENCES

1. Pro rehuliuвання mistobudivnoi diialnosti: Zakon Ukrainy vid 17.02.2011 r. № 3038-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17> {in Ukrainian}
2. Pro dobrovilne obiednannia terytorialnykh hromad: Zakon Ukrainy vid 5.02.2015 r. № 157-VIII. URL: <https://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/157-19> {in Ukrainian}
3. Metodyka formuvannia spromozhnykh terytorialnykh hromad: Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 8 kvitnia 2015 r. № 214. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/214-2015-%D0%BF> {in Ukrainian}
4. Zemelnyi kodeks Ukrainy vid 25.10.2001 r. № 2768-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14> {in Ukrainian}
5. Pro investytsiinu diialnist: Zakon Ukrainy vid 18.09.1991 r. № 1560-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1560-12> {in Ukrainian}
6. Pro okhoronu kulturnoi spadshchyny: Zakon Ukrainy vid 8.06.2000 r. № 1805-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1805-14> {in Ukrainian}
7. DBN B.2.2-5:2011. Planuvannia ta zabudova mist, selyshch i funktsionalnykh terytorii. Blahoustrii terytorii. Kyiv: Minrehion Ukrainy, 2012 r. 77 s. {in Ukrainian}
8. DBN B.2.2-12:2019. Planuvannia ta zabudova terytorii. Kyiv: Ministerstvo rehionalnoho rozvytku, budivnytstva ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy, 2019 r. 177 s. {in Ukrainian}
9. Boiko A.M., Chevhanova V.Ya., Kulakova S.Yu. Investuvannia innovatsiinoho rozvytku. Investytsii: praktyka ta dosvid. 2021. Vyp.21. S. 5–9. doi:

10.32702/2306-6814.2021.21.5 {in Ukrainian}

10. Homeniuk M.O. Klaster yak innovatsiina forma terytorialnoho rozvytku. Naukovyi visnyk Mukachivskoho derzhavnogo universytetu. Seriiia «Ekonomika». 2019. Vyp. 1. S. 76–81. doi: 10.31339/2313-8114-2019-1(11)-76-81 {in Ukrainian}

11. Ursakii Yu.A. Rol innovatsiinykh klasteriv u promyslovosti krainy. Visnyk Chernivetskoho torhovelno-ekonomichnoho instytutu. Ekonomichni nauky. 2021. Vyp.1. S. 53–70. doi: 10.34025/2310-8185-2021-1.81.04 {in Ukrainian}

12. Vasylychenko H., Parasiuk I., Yeremenko N. Planuvannia rozvytku terytorialnykh hromad. Navchalnyi posibnyk dlia posadovykh osib mistsevoho samovriaduvannia. Kyiv: TOV «Pidpriemstvo «VI EN EI», 2015. 256 s. {in Ukrainian}

13. Yakusevych A.H., Tereshchuk M.O. Heometrychne modeliuvannia orhanizatsiinykh klasternykh struktur yak zasib pidvyshchennia efektyvnosti vykorystannia riznomanitnykh resursiv. Enerhoefektyvnist v budivnytstvi ta arkhitekturi. Kyiv: KNUBA, 2020. Vyp. 14. S. 12–19. {in Ukrainian}

14. Yakusevych A.H., Tereshchuk M.O. Sposib predstavlennia iierarkhichnykh orhanizatsiinykh klasternykh struktur u zadachakh ekonomii resursiv. Enerhoefektyvnist v budivnytstvi ta arkhitekturi. Kyiv: KNUBA, 2020. Vyp. 15. S. 7–14. (in Ukrainian)

15. Vanin V.V., Virchenko H.A. Vyznachennia ta osnovni polozhennia strukturno-parametrychnoho heometrychnoho modeliuvannia. Heometrychne ta kompiuterne modeliuvannia. Kharkiv: KhDUKhT, 2009. Vyp. 23. S. 42–48. {in Ukrainian}

16. Zhurkin I.G., Shaytura S.V. Geoinformatsionnyie sistemyi. Moskva: Kudits-press, 2009. 272 s. {in Russian}

17. Strizhak A.E. Metodologiya transdistsiplinarnoy integratsii informatsionnykh resursiv v zadachah regionalnogo upravleniya i prinyatiya resheniy. Heoinformatsiini tekhnolohii u terytorialnomu upravlinni: materialy II mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii 17-18 veresnia 2015 r. Odesa: ORIDU NADU, 2015. S. 22–26. {in Russian}