

# МІСЦЕВЕ САМОВРЯДУВАННЯ

УДК 315

## Застосування методів математичного моделювання в управлінні територіальними громадами

### APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELING METHODS IN THE MANAGEMENT OF TERRITORIAL COMMUNITIES

**КУЛИК Андрій** – аспірант кафедри публічного управління та права, Комунальний заклад вищої освіти «Дніпровська академія неперервної освіти» Дніпропетровської обласної ради», вул. Володимира Антоновича, 70, м. Дніпро, 49006, Україна

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9691-5720>

**KULYK Andrii** – postgraduate student of the Public Administration and Law Department, Communal Institution of Higher Education «Dnipro Academy of Continuing Education» Dnipropetrovsk Regional Council, 70, st. Volodymyr Antonovych, Dnipro, 49006, Ukraine

**Анотація.** У статті розглянуто доцільність застосування методів математичного моделювання в управлінні територіальними громадами. Виявлено, що за роки здійснення адміністративної реформи вітчизняні науковці проводячи дослідження в різних аспектах управління територіальними громадами, роблять акцент на використанні інформаційно-комунікаційних технологій, і недостатньо приділяють уваги можливості використовувати методів математичного моделювання для покращення процесів прийняття рішень, оптимізації розподілу ресурсів, аналізу економічної ефективності та планування розвитку територій. Визначено, що одним з найактуальніших завдань для місцевих органів самоврядування в Україні є оптимізація мережі загальноосвітніх шкіл, оскільки це важлива складова концепції Нової української школи, згідно якої передбачалося формування мережі закладів профільної освіти не пізніше 2025 року. Місцеві органи самоврядування, як засновники освітніх закладів, можуть використовувати методи математичного моделювання, що допоможе аналізувати та прогнозувати демографічну ситуацію, соціально-економічні умови громади. Зроблено висновок, що майбутній вступ України до Європейського Союзу потребує оновлення методів управління на місцевому рівні, яке відбувається паралельно з реформою децентралізації, тобто передачею повноважень від центральних до місцевих органів влади. Особливо важливою є ефективна організація управління освітньою сферою на рівні територіальних громад. Математичне моделювання в цьому контексті стає незамінним інструментом, який дозволяє аналізувати, прогнозувати та оптимізувати різні аспекти їхньої діяльності. Зокрема, економічні моделі використовуються для аналізу економічних процесів у громадах, соціальні моделі для прогнозування демографічних тенденцій, а оптимізаційні моделі - для пошуку оптимальних рішень у різних сферах управління. Зокрема, вони можуть бути застосовані для оптимізації освітньої мережі, що стає важливим завданням у контексті реформи освіти.  
**Ключові слова:** управління, місцеве самоврядування математичне моделювання, оптимізація, територіальна громада

**Summary.** The article considers the expediency of using mathematical modeling methods in the management of territorial communities. It was revealed that during the years of administrative reform, domestic scientists, conducting research in various aspects of the management of territorial communities, emphasize the use of information and communication technologies, and do not pay enough attention to the possibility of using mathematical modeling methods to improve decision-making processes, optimize the distribution of resources, and analyze economic efficiency and territorial development planning. It was determined that one of the most urgent tasks for local self-government bodies in Ukraine is the optimization of the network of secondary schools, as this is an important component of the concept of the New Ukrainian School, according to which the formation of a network of specialized education institutions was foreseen no later than 2025. Local self-government bodies, as founders of educational institutions, can use mathematical

*modeling methods, which will help analyze and forecast the demographic situation, socio-economic conditions of the community. It was concluded that the future accession of Ukraine to the European Union requires the renewal of management methods at the local level, which occurs in parallel with the decentralization reform, that is, the transfer of powers from central to local authorities. Effective management of the educational sphere at the level of territorial communities is especially important. Mathematical modeling in this context becomes an indispensable tool that allows analyzing, forecasting and optimizing various aspects of their activities. In particular, economic models are used to analyze economic processes in communities, social models are used to predict demographic trends, and optimization models are used to find optimal solutions in various areas of management. In particular, they can be applied to optimize the educational network, which becomes an important task in the context of education reform.*

**Key words:** *management, local self-government mathematical modeling, optimization, territorial community*

**Вступ.** Процес інтеграції України в європейський освітній простір спричинив необхідність модернізації управління територіальними громадами відповідно до стандартів ЄС. Ключовим аспектом адміністративної реформи стала децентралізація, тобто передача значних повноважень від державних органів влади органам місцевого самоврядування. Згідно Концепції реформування місцевого самоврядування та територіальної організації влади в Україні завданням реформи децентралізації в частині здійснення управлінських функцій зазначено, що обов'язковим для реформи є «максимальне залучення населення до прийняття управлінських рішень з питань місцевого значення; запровадження ефективних механізмів участі громадськості у виробленні органами місцевого самоврядування важливих управлінських рішень» [7]. В Україні «процес децентралізації розпочато 2014 року з прийняттям Концепції реформи місцевого самоврядування та територіальної організації влади в Україні (01.04.2014), законів України «Про співробітництво територіальних громад» (17.06.2014), «Про добровільне об'єднання територіальних громад» (05.02.2015) та змін до Бюджетного і Податкового кодексів – щодо фінансової децентралізації» [11]. Протягом десяти років впровадження реформи в громадах було накопичено досвід ефективного управління, включаючи створення нової системи методичної служби та розуміння необхідності обговорення важливих питань з громадськістю. Модернізація публічного управління територіальними громадами потребує систематичного підходу, впорядкування управлінських процесів та впровадження новітніх методів, що відповідають сучасним викликам. Одним із таких методів є використання математичного моделювання в управлінні територіальними громадами. Значимість цього підходу для забезпечення ефективного та обґрунтованого прийняття рішень проявляється в декількох ключових аспектах. Математичні моделі дозволяють: враховувати різноманітні параметри та фактори, що впливають на розвиток територіальних громад, обґрунтовувати ефективний розподіл ресурсів, зокрема фінансових, аналізувати різні сценарії та їх вплив на розвиток територіальних громад, а також забезпечувати об'єктивний підхід до управління, оскільки базуються на конкретних даних та алгоритмах.

**Аналіз останніх досліджень.** Становлення та розвиток системи публічного управління на рівні територіальних громад активно досліджується в сучасній управлінській думці. Так С. А. Попов, Г. О. Панченко розглядали впровадження нововведень в систему публічного управління. Приділили увагу механізму ініціювання нововведень. Наголосили, що цей механізм ґрунтується «на визначенні дієвих акторів, які започатковують процес впровадження нових ідей, кращих практик у системі органів публічної влади. Дієвими акторами можуть бути народ України, Президент України, Верховна Рада України, органи виконавчої влади та їх посадові особи. Вихідним продуктом цього механізму має бути затверджена рішенням найвищого рівня державно-управлінська реформа у форматі концепції, стратегії, програми реформування системи органів публічної влади інноваційним шляхом. Це рішення має бути виваженим,

чітко розкривати послідовність дій щодо втілення нововведень із використанням відповідних прийомів, способів, методів, процедур» [10]. Нижник Н. Р. і Леліков Г. І. в своєму дослідженні наголошували, що «практично у всіх органах державної влади в Україні забезпечується інформаційна підтримка поточної роботи на рівні окремих персональних комп'ютерів з набором типових програмних продуктів. Для України, в якій на фоні економічних реформ розгортається адміністративна реформа, питання формування інформаційної і аналітичної бази для прийняття управлінських рішень на державному рівні є особливо актуальним. Завданням є розробка аналітичних моделей, методів та алгоритмів відповідних задач з позицій сучасних досягнень науки, зокрема, системного аналізу, математичного моделювання» [9]. В. Бакуменко вважав, що слабо структуровані та неструктуровані проблеми є характерними для практики публічного управління та адміністрування і запропонував узагальнену модель системи публічного управління, яка включає базові елементи, що можуть бути підґрунтям для подальшої деталізації уявлення про систему публічного управління та адміністрування шляхом розкриття окремих її елементів за використанням інших відомих або нових моделей [1]. Л. Брожик в своїх дослідженнях робить висновок, що «в Україні потрібно створити систему інформаційного забезпечення органів державного управління саме як взаємозв'язану відповідним чином сукупність організаційних, правових, інформаційних, методичних, програмно-технічних та технологічних компонентів, що забезпечують необхідний рівень якості управлінських рішень, що приймаються за рахунок раціонального використання інформаційних ресурсів та інформаційних технологій» [2]. Ліпінська А. В. наголошувала на необхідності широко використовувати інформаційні технології для задоволення інформаційних потреб органів державної влади, і стверджувала, що «на інформаційно-аналітичні підрозділи органів державного управління покладають виконання функцій залучених експертів, подання результатів аналітичного дослідження, а не безпосередньо реалізація аналітичних технологій. Проте аналітична функція інформаційного середовища вимагає оцінювання значущості, вірогідності, повноти джерел інформації. Необхідність постійного отримання актуальної інформації спонукає до відстеження й аналізу якості отриманої інформації, створення власних інформаційних аналітичних продуктів» [8]. З огляду на те, що вітчизняні науковці проводячи дослідження в різних аспектах управління територіальними громадами, роблять акцент на використання інформаційно-комунікаційних технологій, можливо для покращення процесів прийняття рішень, оптимізації розподілу ресурсів, аналізу економічної ефективності та планування розвитку територій використовувати можливості математичного моделювання.

**Мета статті.** Обґрунтувати доцільність застосування методів математичного моделювання в управлінні територіальними громадами.

**Виклад основного матеріалу.** Управління територіальними громадами є складним та многогранним процесом, який включає в себе різноманітні аспекти: стратегічне планування; фінансове управління; муніципальні послуги; підтримка громадської участі; розвиток економіки та підприємництва. Важливим етапом управління територіальними громадами є розробка стратегій та планів розвитку. Ці стратегії визначають основні цілі, завдання та пріоритети розвитку громади на довгострокову перспективу. Ефективне управління фінансовими ресурсами включає в себе планування та розподіл бюджетних коштів, контроль за їх використанням та забезпечення фінансової стійкості громади. Забезпечення належного рівня інфраструктури та надання якісних муніципальних послуг включає в себе будівництво та утримання доріг, водопостачання, вивіз сміття, організацію медичних та освітніх закладів тощо. Залучення громадян до прийняття рішень та виконання проектів може бути здійснено через організацію громадських слухань, опитувань, створення рад громадського самоврядування та інших механізмів. Розвиток економіки та підприємництва включає в себе розробку

та реалізацію програм підтримки малих та середніх підприємств, створення інвестиційної привабливості громади та розвиток інфраструктури для бізнесу. Суттєве спрощення виконання цих функцій місцевого самоврядування можна досягти за допомогою застосування математичного моделювання.

Наразі на нинішньому етапі розвитку суспільства, не зважаючи на складний воєнний стан, інформаційно-комунікаційні технології є невід'ємною складовою розвитку цифрової спроможності територіальних громад в Україні, а саме: «переведення максимальної кількості публічних послуг в онлайн режим, забезпечивши при цьому доступність цифрових технологій шляхом залучення до них як найбільшої кількості громадян; покращення якості надання публічних послуг громадянам та підвищення їхньої довіри до місцевої влади; подолання цифрової нерівності розвитку територіальних громад, шляхом забезпечення всього населення Інтернетом; підвищення цифрової грамотності населення, шляхом формування цифрових навичок та компетенцій у більшості українських громадян» [3]. Маємо всі підстави стверджувати, що на сьогодні органи місцевої влади забезпечені засобами комунікації і можуть використовувати математичне моделювання для аналізу, дослідження та прогнозування реальних систем чи процесів в управлінні територіальною громадою. Роль математичного моделювання в управлінні надзвичайно важлива. Воно дозволяє управлінцям аналізувати різноманітні аспекти діяльності системи чи процесу, виявляти основні фактори, що впливають на їхню ефективність, та розробляти стратегії оптимізації. За допомогою математичних моделей можна проводити експерименти «на папері», шляхом зміни параметрів та умов, що дозволяє виявляти найкращі рішення без необхідності проведення реальних випробувань. Крім того, математичне моделювання є потужним інструментом для прогнозування майбутніх подій та реакцій системи на зміни у середовищі. Воно дозволяє управлінцям аналізувати альтернативні сценарії та визначати оптимальні шляхи дії в різних ситуаціях.

Економічні моделі можна використовувати для аналізу економічних процесів в територіальних громадах, включаючи доходи та витрати, розподіл бюджетних ресурсів, ефективність інвестицій та інше. Вони дозволяють прогнозувати розвиток економіки громади та розробляти стратегії її економічного розвитку. Соціальні моделі можуть включати моделі міграції, демографічного розвитку, освіти, здоров'я, розвитку соціальної інфраструктури, що допоможе управлінцям аналізувати та прогнозувати соціальні та демографічні тенденції у громаді. Оптимізаційні моделі використовуються для пошуку оптимальних рішень у різних сферах управління територіальними громадами, таких як розподіл ресурсів, планування розвитку інфраструктури, організація обслуговування населення тощо. Оптимізаційні моделі дозволяють знаходити найефективніші стратегії управління громадою з урахуванням обмежень та цілей. Ці види математичних моделей не є вичерпним переліком, кожен з цих видів моделей має свої особливості та застосування в аналізі та управлінні різними аспектами життя громади. Ми звернемо увагу на застосування оптимізаційних моделей для розробки стратегії розвитку освіти в громаді. Ці моделі дозволяють знаходити найбільш оптимальні варіанти розміщення освітніх об'єктів (оптимізація шкільної мережі) з урахуванням різних факторів, таких як густота населення, демографічна ситуація, прогнозування дитячих контингентів, соціально-економічні умови громади доступність до транспорту тощо. Завдання оптимізації мереж загальноосвітніх навчальних закладів є одним з найбільш термінових, які стоять перед органами місцевого самоврядування України, оскільки місцевим громадам необхідно згідно законодавства здійснити розв'язування питань, «пов'язаних із реалізацією права на освіту» [4]. Законом України «Про освіту» чітко окреслені основні цільові орієнтири розвитку освіти, які мають забезпечуватися через управлінські механізми органів місцевого самоврядування, а саме: «забезпечення права на освіту; забезпечення права на безоплатну освіту; засади

державної політики у сфері освіти та принципи освітньої діяльності; складники та рівні освіти; забезпечення територіальна доступність повної загальної середньої освіти; забезпечення стандартів освіти» [4]. Актуальним є «планування та забезпечення розвитку мережі закладів профільної середньої освіти академічного спрямування» [4], оскільки вконцепції НУШ передбачалося «розроблення і затвердження стандартів профільної середньої освіти на компетентнісній основі в 2023 році, формування мережі закладів III рівня (профільної школи) – не пізніше 2025 року, початок роботи профільної школи за новими освітніми стандартами на компетентнісній основі не пізніше 2027 року, перший дванадцятий клас Нової школи – не пізніше 2029 року» [6]. Органи місцевого самоврядування як засновники закладів освіти наділені широким спектром повноважень щодо управління функціонуванням і розвитком цих закладів, зокрема здійснити «процес оптимізації освітньої мережі, що враховує демографічну ситуацію, прогнозування дитячих контингентів, соціально-економічні умови громади» [5], в чому в значній мірі може допомогти застосування методів математичного моделювання.

**Висновки.** Процеси входження України до Європейського Союзу зумовлюють необхідність проведення оновлення змісту методів управління на місцевому рівні. Здійснення цих процесів відбувається одночасно з реформою децентралізації, тобто передачі значних повноважень від державних органів влади органам місцевого самоврядування. На них, зокрема, покладається управління освітньою сферою. Управління територіальними громадами може полегшитися з використанням різноманітних математичних моделей для аналізу, прогнозування та оптимізації різних аспектів їхньої діяльності. Основною метою моделювання є отримання інформації про реальні процеси або системи шляхом створення їх математичних аналогів. Це дозволяє прогнозувати поведінку системи в різних умовах, розробляти стратегії управління та приймати обґрунтовані рішення. Можна використовувати різні типи і види моделей, а саме: економічні моделі - для аналізу економічних процесів в територіальних громадах; соціальні моделі для прогнозування демографічних тенденцій; оптимізаційні моделі - для пошуку оптимальних рішень у різних сферах управління територіальними громадами. Останні можна використовувати для оптимізації освітньої мережі, що є нагальним завданням в зв'язку з розбудовою Нової української школи.

### Список використаних джерел

1. Бакуменко В. Д., Борисевич С.О., Михненко А. М. Сучасні моделі-підходи управління суспільним розвитком. *Науковий вісник Академії муніципального управління*. 2007. Вип. 1. С. 7–10.
2. Брожик Л. Інформаційні технології та ефективність державного управління. *Персонал*. 2007. № 8. С. 81–84.
3. Євсюкова О. В. Цифрова спроможність територіальних громад в Україні: проблеми та перспективи. *Державне управління: удосконалення та розвиток*, 2021, № 6 URL: [http://www.dy.nayka.com.ua/pdf/6\\_2021/3.pdf](http://www.dy.nayka.com.ua/pdf/6_2021/3.pdf) (дата звернення: 29.03.2024)
4. Закону України «Про освіту» від 5 вересня 2017 року № 2145-VIII URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> (дата звернення: 26.04.2024).
5. Інформаційне повідомлення про громадське обговорення проектів рішень Піщанської селищної ради про ліквідацію закладів загальної середньої освіти (станом на 16 квітня 2024 року) URL: <https://ps-gromada.gov.ua/news/1713265710/> (дата звернення: 26.04.2024).
6. Концепція «Нова українська школа». URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення: 29.03.2024)
7. Концепція реформування місцевого самоврядування та територіальної організації влади в Україні: Рішення Кабінету Міністрів України № 333-р, 01.04.2014 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/333-2014-%D1%80>. (дата звернення: 26.04.2024).
8. Ліпінська А. В. Інформаційно-комунікаційні технології в організації інформаційно-аналітичного забезпечення державного управління. *Державне управління: удосконалення та розвиток*. 2015. № 10 URL: <http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=908> (дата звернення: 26.04.2024).

9. Нижник Н. Р., Леліков Г. І. Інформаційні технології в структурах державної служби: навчальний посібник. Київ: Центр навчальної літератури, 2015. 220 с.
10. Попов С. А., Панченко Г. О. Інноваційний розвиток системи органів публічної влади: стратегічний підхід: навчальний посібник. Одеса: ОРІДУ НАДУ, 2018. 220 с.
11. Реформа децентралізації. Кабінет міністрів України. URL: <https://www.kmu.gov.ua/reformi/efektivne-vryaduvannya/reforma-decentralizaciyi> (дата звернення: 26.04.2024).

## Reference

1. Vakumenko, V. D. Borysevych, S.O. Mykhnenko, A. M. (2007). Suchasni modeli-pidkhody upravlinnia suspilnym rozvytkom [Modern models and approaches to social development management]. *Naukovyi visnyk Akademii munitsypalnoho upravlinnia*. 1, 7–10. [in Ukrainian].
2. Brozhyk, L. (2007). Informatsiini tekhnolohii ta efektyvnist derzhavnoho upravlinnia [Information technologies and efficiency of public administration]. *Personal*. 8, 81–84. [in Ukrainian].
3. Yevsiukova, O. V. (2021). Tsyfrova spromozhnist terytorialnykh hromad v Ukraini: problemy ta perspektyvy [Digital Capacity of Territorial Communities in Ukraine: Problems and Prospects]. *Derzhavne upravlinnia: udoskonalennia ta rozvytok*, 6. URL: [http://www.dy.nayka.com.ua/pdf/6\\_2021/3.pdf](http://www.dy.nayka.com.ua/pdf/6_2021/3.pdf) (accessed: 29.03.2024), [in Ukrainian].
4. Law of Ukraine “On Education”, 2017 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> (accessed: 26.04.2024), [in Ukrainian].
5. Informatsiine povidomlennia pro hromadske obhovorennia proektiv rishen Pishchanskoї selyshchnoi rady pro likvidatsiiu zakladiv zahalnoi serednoi osvity [Information notice on public discussion of draft decisions of Pishchany village council on liquidation of general secondary education institutions] (stanom na 16 kvitnia 2024 roku), URL: <https://ps-gromada.gov.ua/news/1713265710/> (accessed: 26.04.2024), [in Ukrainian].
6. Kontseptsiiia «Nova ukrainska shkola» [The “New Ukrainian School” concept]. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (accessed: 29.03.2024), [in Ukrainian].
7. Concept of reforming local self-government and territorial organization of power in Ukraine: Decision of the Cabinet of Ministers of Ukraine, 2014 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/333-2014-%D1%80>. (accessed: 26.04.2024), [in Ukrainian].
8. Lipinska, A. V. (2015). Informatsiino-komunikatsiini tekhnolohii v orhanizatsii informatsiino-analitychnoho zabezpechennia derzhavnoho upravlinnia [Information and communication technologies in the organization of information and analytical support of public administration]. *Derzhavne upravlinnia: udoskonalennia ta rozvytok*, 10, URL: <http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=908> (accessed: 26.04.2024), [in Ukrainian].
9. Nyzhnyk, N. R. Lelikov, H. I. (2015). Informatsiini tekhnolohii v strukturakh derzhavnoi sluzhby [Information technologies in the civil service structures]: navchalnyi posibnyk. Kyiv: Tsentr navchalnoi literatury, [in Ukrainian].
10. Popov, S. A. Panchenko, H. O. (2018). Innovatsiyni rozvytok systemy orhaniv publichnoi vlady: stratchichniy pidkhid [Innovative development of the system of public authorities: a strategic approach]: navchalnyi posibnyk. Odessa: ORIDU NADU, [in Ukrainian].
11. Decentralization reform. The Cabinet of Ministers of Ukraine. URL: <https://www.kmu.gov.ua/reformi/efektivne-vryaduvannya/reforma-decentralizaciyi> (accessed: 26.04.2024), [in Ukrainian].