

гнучкість у регулюванні робочого часу, умов праці та виплат компенсаційного характеру. Особливу роль у системі правового забезпечення відіграє постанова Кабінету Міністрів України № 268, яка встановлює єдині підходи до структури оплати праці працівників апарату органів влади. Внесені постановою № 484 зміни суттєво осучаснили та підвищили посадові оклади, урегулювали порядок нарахування надбавки за вислугу років та уточнили можливості преміювання, що є критично важливим для підтримання мотивації персоналу в умовах надзвичайних навантажень.

Закон № 4015-IX забезпечив додаткову фіскальну базу для стабільності бюджетних надходжень, що безпосередньо впливає на фінансування фонду оплати праці, соціальних виплат та гарантій працівникам органів публічної влади. У цілому нормативно-правове забезпечення у сфері оплати праці в період воєнного стану характеризується підвищеною динамічністю, спрямованістю на стабілізацію бюджету та підтримку функціонування органів влади, а також комплексним адаптаційним механізмом, що дає змогу військовим адміністраціям ефективно виконувати свої повноваження та забезпечувати соціальні гарантії своїм працівникам.

Список використаних джерел

1. Закон України «Про оплату праці» від 24.03.1995 №108/95-ВР. URL:
5. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/108/95-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення 23.11.2025).
6. 2. Постанова КМУ України від 09.03.2006 № 268 "Про упорядкування структури та умов оплати праці працівників апарату органів виконавчої влади, органів прокуратури, судів та інших органів" (із змінами). URL: <https://tax.gov.ua/diyalnist-/zakonodavstvo-pro-diyalnis/postanovi-km-ukraini/54209.html> (дата звернення 23.11.2025).
7. 3. Постанова КМУ від 30 квітня 2024 р. № 484 «Про внесення змін до постанови Кабінету Міністрів України від 9 березня 2006 р. №268» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/484-2024-%D0%BF#n2> (дата звернення 23.11.2025).
8. 4. Закон України від 10.10.2024 № 4015-IX "Про внесення змін до Податкового кодексу України та інших законів України щодо забезпечення збалансованості бюджетних надходжень у період дії воєнного стану". URL: <https://tax.gov.ua/zakonodavstvo/podatkove-zakonodavstvo/zakoni-ukraini/79226.html> (дата звернення 23.11.2025).
9. 5. Наказ міністерство розвитку громад та територій України від 28.02.2025 № 376 зареєстровано в Міністерстві юстиції України 11 березня 2025 року за № 380/43786 Про затвердження Переліку територій, на яких ведуться (велися) бойові дії або тимчасово окупованих Російською Федерацією. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0380-25#Text> (дата звернення 23.11.2025).

УДК 004.738.5

АНАЛІТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ: ОПТИМІЗАЦІЯ ІНФРАСТРУКТУРНИХ ПРОЄКТІВ (SMART CITY) ЧЕРЕЗ ПАРТНЕРСТВО ТА BIG DATA

Халімончук К.

здобувач першого (бакалаврського) рівня освіти
Державний податковий університет

Параниця Н. В.,

кандидат економічних наук, доцент
Державний податковий університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3682-4979>

У сучасному світі, де урбанізація стрімко набирає обертів, перед публічним управлінням постає виклик створення «розумних міст» (Smart City). Це концепція, що об'єднує інновації та

технології для підвищення якості життя мешканців, поліпшення ефективності комунальних послуг та забезпечення ресурсної стійкості. Відповідно до Цілей сталого розвитку ООН, зокрема ЦСР 11, створення сталих міст і спільнот є пріоритетом для глобальної спільноти. Основною складовою цього процесу є модернізація критичної інфраструктури, що вимагає не лише значних фінансових вкладень, але й запровадження новаторських підходів, які можуть бути реалізовані через державно-приватне партнерство (ДПП).

Однак, успіх таких комплексних проєктів залежить від їхньої оптимізації та вимірювання ефективності, що неможливо без використання аналітичного моделювання та технологій Big Data. Перехід до концепції Smart City вимагає зміни управлінських підходів – від реактивного до проактивного, заснованого на даних. Big Data охоплює величезні обсяги інформації, що надходять у реальному часі з різноманітних джерел, і це не лише кількість даних, а й їх швидкість, різноманітність та цінність.

Аналітичне моделювання в рамках Smart City стає важливим інструментом для прогнозування, симуляції та оптимізації функціонування інфраструктурних систем. Це дозволяє публічному сектору спільно з приватними технологічними компаніями використовувати дані для створення ефективних рішень у сферах енергетики, транспорту та водопостачання. Ключова роль ДПП полягає у забезпеченні інтеграції ресурсів і експертизи, що дозволяє оптимізувати проєкти на всіх етапах – від планування до експлуатації.

У цьому контексті важливо розуміти, що ефективність проєктів Smart City вимірюється не лише фінансовими показниками, а й соціально-екологічним впливом. Аналітичні моделі дозволяють оцінити внесок кожного проєкту у досягнення Цілей сталого розвитку, що підкреслює значущість інтегрованого підходу до управління урбанізацією в умовах сучасного світу. Світова урбанізація та необхідність сталого розвитку поставили перед публічним управлінням завдання створення «розумних міст» (Smart City) – екосистем, де інновації та технології служать підвищенню якості життя, ефективності послуг та ресурсної стійкості (ЦСР 11: Стійкі міста та спільноти). Центральним елементом цього процесу є модернізація критичної інфраструктури, що вимагає масштабних інвестицій та інноваційного підходу, які може забезпечити лише державно-приватне партнерство (ДПП). Проте, успіх цих складних, довгострокових проєктів залежить від їхньої оптимізації та вимірювання ефективності, що неможливе без застосування аналітичного моделювання та Big Data [2, с. 71].

Перехід до Smart City означає перехід від реактивного управління до проактивного, заснованого на даних. Big Data – це масив інформації, що надходить у реальному часі з сенсорів, лічильників, камер, транспортних засобів та мобільних пристроїв. Це не просто великий обсяг, а й швидкість (Velocity), різноманітність (Variety) і, найголовніше, цінність (Value) цих даних. Публічний сектор, співпрацюючи з приватними технологічними компаніями, отримує доступ до цього потоку, який є основою для аналітичного моделювання ефективності [1, с. 7].

Аналітичне моделювання у контексті Smart City – це не просто збір історичних даних, а створення складних математичних і статистичних моделей, що здатні прогнозувати, симулювати та оптимізувати роботу інфраструктурних систем. Наприклад, у сфері енергетики (ЦСР 7: Доступна та чиста енергія), моделі часових рядів (Time-Series Forecasting) використовуються для точного прогнозування пікового попиту на електроенергію, що дозволяє приватному партнеру (енергопостачальній компанії) оптимізувати роботу мереж, мінімізувати втрати та, відповідно, зменшити вартість послуг для міста. У сфері транспорту (ЦСР 9: Індустріалізація, інновації та інфраструктура), машинне навчання обробляє дані про трафік, погодні умови та події для моделювання оптимального керування світлофорами або динамічного ціноутворення на паркування, знижуючи затори та викиди [2, с. 73].

Ключова роль Державно-приватного Партнерства (ДПП) полягає у забезпеченні взаємовигідної інтеграції ресурсів та компетенцій, що є основою для ефективного розвитку інфраструктурних проєктів. У цій моделі публічний сектор надає критично важливий доступ до інфраструктури, регуляторної бази та даних, тоді як приватний бізнес вкладає капітал, передові технології та експертизу у сфері аналітики та моделювання. Оптимізація

інфраструктурних проєктів через ДПП відбувається послідовно на трьох рівнях, охоплюючи весь їхній життєвий цикл [1, с. 7].

На етапі планування та інвестицій моделі аналізу використовуються для оцінки життєздатності проєкту. Замість традиційних статичних фінансових розрахунків, застосовується сценарне моделювання, яке оцінює рентабельність проєкту в динаміці, беручи до уваги різні рівні попиту, технологічні ризики та можливі регуляторні зміни. Такий підхід дає змогу публічному партнеру приймати рішення на основі даних, вибираючи проєкти, які обіцяють найбільший соціально-економічний та екологічний ефект, а приватному – мінімізувати свої інвестиційні ризики.

Далі, на етапі будівництва та впровадження, критично важливою стає операційна аналітика на основі Big Data. Ці дані надходять від будівельної техніки, логістичних систем та систем контролю якості. Аналітика забезпечує моніторинг дотримання графіків і бюджетів у режимі реального часу, значно підвищуючи прозорість виконання договору ДПП для обох сторін та дозволяючи оперативну усувати потенційні проблеми.

Етап експлуатації та обслуговування є найбільш критичним для забезпечення сталості інфраструктури, і тут ключову роль відіграє предиктивне обслуговування (Predictive Maintenance). Наприклад, у водопровідних мережах (що відповідає ЦСР 6: Чиста вода та санітарія) сенсори тиску та вібрації генерують дані, які моделі машинного навчання аналізують для прогнозування місця та часу потенційного прориву труби. Це дозволяє уникнути масштабних аварій, значно зменшити втрати води, суттєво знизити експлуатаційні витрати приватного партнера та мінімізувати соціальні незручності для громадян, забезпечуючи довгострокову ефективність інвестицій.

Ефективність у контексті Smart City вимірюється не лише фінансовою прибутковістю, а й соціально-екологічним впливом. Аналітичні моделі дають змогу кількісно оцінити внесок кожного ДПП-проєкту у ЦСР. Наприклад, завдяки моделюванню можна визначити, наскільки інвестиції в «розумні» лічильники знижують споживання енергії домогосподарствами, як це впливає на CO₂ викиди та чи досягається при цьому ЦСР 13 (Боротьба зі зміною клімату).

Аналітичне моделювання ефективності та оптимізація інфраструктурних проєктів, особливо в контексті Smart City та Державно-приватного Партнерства (ДПП) з використанням Big Data, несуть низку значних ризиків, які потребують уважного управління для забезпечення успіху [4, с. 30].

По-перше, існує ризик неточності моделі та неповноти даних. Ефективність оптимізації безпосередньо залежить від якості вхідних даних: якщо дані, зібрані сенсорами або надані публічним сектором, є неповними, неточними або застарілими, моделі машинного навчання можуть видавати помилкові прогнози чи рекомендації, що призведе до неефективних інвестицій або навіть до збоїв в експлуатації критичної інфраструктури. Зокрема, у Smart City, де інтегруються дані з різних систем (транспорт, енергетика, водопостачання), проблема несумісності (інтероперабельності) даних може перешкоджати створенню цілісної та функціональної моделі [4, с. 30].

По-друге, в умовах ДПП, де використовуються чутливі дані громадян та інфраструктури, виникає серйозний ризик кібербезпеки та конфіденційності даних. Витік даних або кібератака на центральні системи Smart City може мати катастрофічні соціальні та економічні наслідки, руйнуючи довіру між публічним і приватним партнерами та підриваючи безпеку міста [4, с. 30].

По-третє, існує фінансовий і регуляторний ризик, пов'язаний з довгостроковим характером ДПП. Зміна регуляторного середовища, політична нестабільність або непередбачені економічні коливання можуть значно змінити початкові припущення, закладені в моделі, що призведе до перегляду умов контракту, затримок або повного скасування проєкту, що обтяжить одну зі сторін непередбачуваними витратами. Нарешті, слід враховувати організаційний ризик та ризик опору змінам [4, с. 30].

Впровадження інноваційних рішень на основі Big Data вимагає суттєвої зміни процесів та підвищення кваліфікації персоналу як у приватному, так і в публічному секторі; відсутність належної підготовки, внутрішній опір новим технологіям або нездатність публічного сектору

ефективно використовувати аналітичні інструменти, надані приватним партнером, можуть нівелювати всі переваги моделювання та призвести до неефективного управління [3, с. 289].

Отже, аналітичне моделювання ефективності, незважаючи на потенційні виклики та ризики, є не просто допоміжним інструментом, а запорукою успішної співпраці у Smart City. Цей підхід забезпечує прозорість між державним та приватним партнерами, мінімізує інвестиційні та операційні ризики через сценарну симуляцію, та оптимізує операційні процеси за допомогою предиктивних систем.

Однак, для реалізації цих переваг необхідно ефективно управляти ключовими ризиками. Це, насамперед, ризик неповноти та неточності Big Data, який може призвести до хибних рішень; критичний ризик кібербезпеки та порушення конфіденційності даних громадян, що підриває довіру до системи; а також фінансовий та регуляторний ризик, пов'язаний з довгостроковим характером Державно-приватного Партнерства (ДПП) та можливими змінами в економічному чи політичному середовищі. Належне управління цими викликами, включаючи впровадження надійних протоколів захисту та гнучких контрактних механізмів, є обов'язковою умовою.

Успішна інтеграція моделювання, яке враховує ці ризики, зрештою, робить сталий розвиток вимірним і досяжним, трансформуючи міста з пасивних споживачів ресурсів на розумні, ефективні та стійкі екосистеми.

Світова урбанізація та імператив сталого розвитку диктують перехід до моделі «розумних міст» (Smart City), де ефективно публічне управління досягається завдяки синергії державно-приватного партнерства (ДПП) з інноваційними технологіями Big Data та аналітичного моделювання. Цей підхід дозволяє трансформувати реактивне управління на проактивне, забезпечуючи глибоку оптимізацію критичної інфраструктури – від планування та інвестицій до будівництва та експлуатації. Завдяки аналітичному моделюванню, заснованому на Big Data, ДПП не лише мінімізує ризики та оптимізує витрати, а й дає змогу кількісно оцінити соціально-екологічний внесок кожного проекту, інтегруючи його у досягнення Цілей сталого розвитку. Таким чином, державно-приватне партнерство, озброєне передовими аналітичними інструментами, є ключовим рушієм для створення стійких, ефективних та комфортних міських екосистем майбутнього.

Список використаних джерел:

1. Захарова О. В., Козирев Д. М. Концепція розумного міста як альтернативний підхід до відновлення міської інфраструктури України в повоєнний період. *Збірник наукових праць ЧДТУ*. 2022. Вип. 67. С. 5-14.
2. Єршова О. Л., Бажан Л. І. Розумне місто: концепція, моделі, технології, стандартизація. *Статистика України*. 2020. № 2–3. С. 68–77.
3. Гоцко Є., Кут В. Використання великих даних для побудови розумного регіону. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. 2023. Вип. 14. С. 281-296.
4. Ачкан М. С. Роль Big Data у розумних містах: автоматизовані рішення. *Автоматизація та приладобудування: збірник студентських наукових статей*. 2025. Вип. 1. С. 28-33.