

DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2024.04.567>

JEL classification: R40, L91, M41, H76, O18

UDC: 656.025.2:330.131.7:004.94

Руслан БРУХАНСЬКИЙ

доктор економічних наук, професор,
завідувач кафедри бізнес-аналітики та інноваційного інжинірингу,
Західноукраїнський національний університет, Україна
E-mail: r.bruckhanskyi@wunu.edu.ua
ORCID iD: 0000-0002-9360-1109

Андрій ГОМОТЮК

кандидат економічних наук,
кафедра міжнародної економіки,
Західноукраїнський національний університет, Україна
E-mail: andrii.homotiuk@gmail.com
ORCID iD: 0000-0001-9940-1936

МЕТОДОЛОГІЯ ФОРМУВАННЯ ВИТРАТ ТА ВИЗНАЧЕННЯ СОБІВАРТОСТІ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У СМАРТ-МІСТІ: ОБЛІК І КОНТРОЛЬ

АНОТАЦІЯ

Вступ. Цифровізація транспортної галузі змінює традиційні підходи до управлінського обліку та контролю витрат, особливо в умовах смарт-міст. Упровадження інтелектуальних транспортних систем (ITS), IoT-рішень, GPS-моніторингу та Big Data дозволяє не лише підвищити ефективність перевезень, але й оптимізувати облік та аналіз витрат. Водночас методи калькулювання собівартості потребують адаптації до нових економічних та технологічних умов.

Мета дослідження. Метою дослідження є розробка теоретико-методичних підходів до формування витрат і визначення собівартості пасажирських перевезень у смарт-місті, а також удосконалення системи обліку та контролю витрат із використанням цифрових технологій.

Методологія. У дослідженні використано методи системного аналізу, порівняльного аналізу витрат у традиційних і цифрових транспортних системах, методи Activity-Based Costing (ABC), Standard Costing та калькулювання за центрами витрат (Cost Center Accounting). Також застосовано емпіричні дані щодо впливу цифровізації на витрати міського транспорту, зокрема аналіз кейсів впровадження інтелектуальних транспортних систем у різних містах світу.

Результати. У роботі обґрунтовано доцільність використання сучасних методів калькулювання собівартості для підвищення прозорості обліку витрат у транспортних компаніях. Запропоновано модель інтеграції цифрових технологій в управлінський облік, що дозволяє здійснювати оперативний контроль витрат та приймати обґрунтовані рішення щодо тарифної політики та оптимізації маршрутів. Аналіз показав, що використання цифрових рішень може знизити операційні витрати на 10–20% завдяки автоматизації управління транспортом, підвищенню ефективності використання ресурсів та впровадженню аналітичних інструментів.

© Руслан Бруханський, Андрій Гомотюк, 2024

Отримано: 26.11.2024 р.

Рекомендовано до друку: 12.12.2024 р.

Опубліковано: 20.12.2024 р.



Ця стаття розповсюджується на умовах ліцензії Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0, яка дозволяє необмежене повторне використання, розповсюдження та відтворення на будь-якому носії, за умови правильного цитування оригінальної роботи.

Як цитувати: Бруханський Р., Гомотюк А. Методологія формування витрат та визначення собівартості пасажирських перевезень у смарт-місті: облік і контроль. *Економічний аналіз*. 2024. Том 34. № 4. С. 567-586. DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2024.04.567>

Ключові слова: управлінський облік; транспортні витрати; цифровізація; смарт-місто; ABC-калькуляція; IoT; Big Data; GPS-моніторинг; калькулювання собівартості; інтелектуальні транспортні системи.

Вступ

Сучасні міста стикаються з численними викликами у сфері організації пасажирських перевезень, зокрема зростаючими витратами на експлуатацію транспорту, необхідністю підвищення ефективності використання ресурсів та оптимізації тарифної політики. У зв'язку з цим особливо актуальним є питання формування витрат та визначення собівартості перевезень, що є ключовими складовими управлінського обліку.

Розвиток концепції «розумного міста» (smart city) спричинив значні зміни у транспортній сфері, зокрема інтеграцію цифрових рішень, таких як IoT, GPS-моніторинг, Big Data та ERP-системи. Ці технології дозволяють здійснювати більш точний облік витрат у реальному часі та забезпечують оперативний контроль за економічними показниками транспортних підприємств. Водночас традиційні методи калькулювання собівартості не завжди враховують особливості смарт-міст, що створює потребу у їхньому вдосконаленні.

Проблематика обліку та аналізу витрат у сфері міського транспорту досліджується як українськими, так і зарубіжними науковцями. Зокрема, у працях Друрі К. [1] та Хорнгрена Ч. Т., Датара С. М., Раджана М. В. [2] обґрунтовано значення управлінського обліку для підвищення ефективності транспортних підприємств. Автори наголошують, що калькулювання собівартості перевезень є важливим інструментом для прийняття стратегічних рішень, особливо в умовах динамічних змін на ринку.

Ясінська А. [3] досліджує застосування методів Activity-Based Costing (ABC) та Standard Costing для управління витратами на перевезення. Водночас у роботах Родріга Ж.-П. [4] та Одуден М., Фінгера М. [5] аналізується вплив цифровізації на економіку міського транспорту. Їхні дослідження підтверджують, що використання інтелектуальних транспортних систем (ITS) дозволяє знижувати експлуатаційні витрати шляхом оптимізації маршрутів і впровадження автономного керування рухомими засобами.

Однак, незважаючи на значну кількість досліджень, залишається недостатньо розробленою методологія обліку витрат у смарт-містах, що інтегрують сучасні цифрові рішення. Зокрема, потребують подальшого дослідження питання розподілу витрат між традиційними та інноваційними категоріями, аналіз економічної ефективності цифрових технологій у транспорті та їхній вплив на собівартість перевезень.

З огляду на стрімку цифровізацію міського транспорту та зміну економічної моделі перевезень, удосконалення методології формування витрат та калькулювання собівартості набуває критичного значення. У смарт-містах зростає частка витрат, пов'язаних із впровадженням інноваційних технологій (GPS, IoT, AI, електротранспорт), що змінює підходи до обліку та контролю витрат.

Традиційні моделі фінансового та управлінського обліку не завжди дозволяють адекватно відображати витрати, що виникають у процесі впровадження цифрових технологій, а отже, потребують адаптації. Актуальність дослідження також зумовлена необхідністю впровадження більш точних методів аналізу собівартості перевезень, що враховують фактори енергоспоживання, автоматизації та ефективного управління ресурсами.

Використання сучасних методів калькулювання (ABC-калькуляція, нормативний метод, калькулювання за центрами витрат) дозволяє підвищити економічну ефективність транспорту в умовах смарт-міст. Таким чином, результати даного дослідження матимуть як наукову, так і практичну цінність для підприємств транспортного сектору, які прагнуть оптимізувати свої витрати та підвищити конкурентоспроможність у нових економічних умовах.

Мета та завдання дослідження

Метою даного дослідження є розробка теоретико-методичних підходів до формування витрат та визначення собівартості пасажирських перевезень у смарт-місті, а також удосконалення системи обліку та контролю витрат з урахуванням сучасних цифрових рішень. Дослідження спрямоване на

оптимізацію підходів до управлінського обліку витрат транспортних підприємств, підвищення ефективності калькулювання собівартості та впровадження інноваційних механізмів управління витратами.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати класифікацію витрат на пасажирські перевезення в розрізі управлінського та фінансового обліку, визначити особливості основних і накладних витрат у транспортній сфері;
- дослідити сучасні методи калькулювання собівартості перевезень, включаючи ABC-калькуляцію, нормативний метод, підхід за центрами витрат, а також оцінити їхню ефективність для транспортних підприємств в умовах розумного міста;
- обґрунтувати доцільність використання цифрових рішень (IoT, ERP-систем, Big Data, штучного інтелекту, GPS-моніторингу) для контролю та аналізу витрат у міському пасажирському транспорті;
- запропонувати рекомендації щодо оптимізації витрат та підвищення фінансової ефективності пасажирських перевезень через впровадження інноваційних підходів до обліку та контролю витрат.

Запропоновані теоретичні та практичні результати дослідження сприятимуть підвищенню фінансової стійкості транспортних підприємств, забезпеченню ефективного управління витратами та впровадженню цифрових інструментів у систему обліку та контролю собівартості перевезень.

Виклад основного матеріалу дослідження

Смарт-міста представляють собою урбанізовані системи, де інноваційні технології відіграють ключову роль у забезпеченні сталого розвитку та підвищення якості життя. Пасажирські перевезення в таких містах трансформуються завдяки інтеграції інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), що формують нову теоретичну базу для їхнього функціонування. Розуміння теоретичних основ є необхідною передумовою для розробки методології формування структури витрат і визначення собівартості, оскільки воно дозволяє врахувати технологічні, управлінські

та соціальні аспекти смарт-міст.

Інтеграція інтелектуальних транспортних систем (ITS) є центральним елементом теоретичного підґрунтя перевезень у міському транспорті в умовах розумного міста. ITS охоплюють мережі транспортних засобів, розумні світлофори, системи прогнозування мобільності та комунікаційні платформи, які забезпечують обмін даними в реальному часі. Як зазначається в дослідженні [6], ITS підвищують ефективність, безпеку та екологічність транспортної інфраструктури систем шляхом автоматизації управління рухом і оптимізації ресурсів. Наприклад, у Барселоні інтеграція ITS із реальним моніторингом автобусів дозволила скоротити час очікування пасажирів і знизити витрати на неефективні маршрути [7]. З точки зору витрат, ITS впливають на структуру собівартості, додаючи нові категорії, такі як витрати на IoT-сенсори та програмне забезпечення, що потребують адаптації традиційних методів обліку до високотехнологічного контексту.

Роль реального часу та адаптивності в умовах розумного міста є ще одним ключовим аспектом теоретичних основ. Використання даних у реальному часі, отриманих через GPS, IoT і Big Data, дозволяє транспортним системам швидко реагувати на зміни попиту, дорожньої ситуації чи технічних умов. У Колумбусі, штат Огайо, США реальний моніторинг через смарт-мобільні хаби та підключені транспортні засоби зменшив простой і оптимізував маршрути, що призвело до зниження операційних витрат на 10-15% [8]. Адаптивність, підкріплена штучним інтелектом (AI), сприяє зниженню собівартості шляхом коригування розкладу чи кількості транспортних засобів у відповідь на пасажиропотік. Дослідження [9] підкреслює, що адаптивні системи в реальному часі є основою ефективного управління витратами, оскільки дозволяють уникати надлишкових ресурсів і підвищувати продуктивність.

Погляди науковців на теоретичні основи додають глибини розумінню перевезень у міському транспорті в умовах розумного міста, але також виявляють дискусійні моменти. Бурлаку М. (Burlacu M.) та інші дослідники аналізують наукову валідність теорій смарт-транспорту, застосовуючи метод фальсифікації Поппера [10]. Вони зазначають, що багато

теоретичних моделей базуються на верифікації (підтвердженні наявних даних), а не на фальсифікації (спростуванні), що може обмежувати їхню надійність. Наприклад, моделі прогнозування пасажиропотоків через АІ часто підтверджуються емпіричними даними з конкретних міст, але їхня універсальність залишається під питанням через локальні відмінності. Водночас автори [6] стверджують, що ITS і пов'язані з ними технології є критично важливими для сталості, підкреслюючи їхній потенціал у зниженні викидів і витрат. Ця дискусія вказує на необхідність подальшого вдосконалення теоретичних підходів, щоб забезпечити їхню практичну застосовність у різних смарт-містах.

Теоретичні основи пасажирських перевезень у міському транспорті в умовах розумного міста формують підґрунтя для розробки методології системи обліку та контролю витрат. Інтеграція ITS забезпечує технологічну базу, реальний час і адаптивність знижують собівартість через оптимізацію, а наукові погляди підкреслюють важливість сталості й критичного аналізу. Наприклад, у Сінгапурі використання ITS і електробусів скоротило витрати на паливо на 20%, одночасно зменшивши викиди [11], що демонструє практичне втілення теорії. Таким чином, ці теоретичні принципи не лише пояснюють специфіку смарт-міст, але й слугують основою для адаптації традиційних підходів до класифікації та калькулювання витрат у високотехнологічному середовищі.

Класифікація витрат є базовим інструментом обліку і аналізу на транспортних підприємствах. У галузі перевезень у міському транспорті традиційно використовують класифікацію за економічною сутністю витрат (наприклад, витрати на пальне, заробітну плату, амортизацію тощо) та за способом віднесення на послуги. Зокрема, розрізняють прямі витрати, які можна безпосередньо віднести до конкретного рейсу чи маршруту (пальне, оплата праці водіїв тощо), та непрямі (накладні) витрати, що не пов'язані прямо з виконанням окремої поїздки [12].

Прямі витрати формують собівартість конкретних перевезень, тоді як накладні (загальновиробничі) витрати забезпечують управління й обслуговування транспортного

процесу і розподіляються між перевезеннями за певною базою [12]. Витрати також групують за поведінкою відносно обсягу перевезень – на змінні (що змінюються пропорційно обсягам роботи, наприклад, витрати пального) та постійні (не залежать від кількості рейсів у короткостроковому періоді, наприклад, амортизація рухомого складу). У транспортній економіці часто вказується, що транспортні витрати складаються з постійних (інфраструктурних) та змінних (операційних) витрат [13], що відображає високу частку постійних затрат на інфраструктуру (рухомий склад, парк автобусів, ремонтні бази) поряд із змінними витратами на експлуатацію.

Сучасні наукові підходи пропонують розширену багатовимірну класифікацію витрат у транспортній сфері з метою точнішого аналізу та управління. Зокрема, доведено наявність «класифікаційного конфлікту» між офіційними обліковими стандартами витрат та галузевими нормативами калькулювання собівартості транспортних послуг [14]. Це означає, що різні нормативні документи пропонують відмінні підходи до поділу витрат, що ускладнює узгодженість даних. Для вирішення цієї проблеми дослідники пропонують інтегровані схеми класифікації, які враховують специфіку транспорту. Наприклад, витрати пасажирських перевізників можна класифікувати за видом транспортних послуг (міські, міжміські, міжнародні перевезення), за етапами обслуговування пасажирів (підготовка рейсу, виконання перевезення, обслуговування після рейсу), за відстанню та типом маршруту, за ступенем однорідності та можливістю контролю тощо. Виділення таких додаткових ознак класифікації (як-от стадія діяльності перевізника чи форма отримання ресурсів) дозволяє побудувати повну інтегровану систему обліку витрат і доходів, що забезпечує єдність методології обчислення собівартості перевезень у міському транспорті, їх системи обліку та контролю для ефективного управління підприємством [14].

Отже, в транспортній галузі поєднуються класичні методи класифікації витрат (прямі/накладні, змінні/постійні) з галузевими особливостями, що відображають технологію перевезень та вимоги управління.

Пасажирські перевезення характеризуються

специфічною структурою витрат та вимогами до їх обліку. Витрати цього виду діяльності мають значну частку прямих змінних компонентів, пов'язаних з інтенсивністю перевезень, а також істотні постійні витрати, зумовлені необхідністю підтримувати інфраструктуру і парк транспорту. До прямих витрат у пасажирських автоперевезеннях належать передусім витрати, прямо пов'язані з виконанням рейсів: паливо і мастильні матеріали, витрати на технічне обслуговування та ремонт рухомого складу для конкретних маршрутів, оплата праці водіїв і кондукторів, безпосередньо зайнятих перевезеннями, відрахування на соціальне страхування з цієї зарплати тощо [12]. Такі витрати можна безпосередньо пов'язати з певним видом послуг (напрямок чи рейсом), і вони зазвичай зростають зі збільшенням кількості перевезених пасажирів або пробігу транспорту. У калькуляції собівартості перевезення ці прямі витрати відносяться на конкретні замовлення чи маршрути. Натомість непрямі (накладні) витрати включають витрати, що не можуть бути прямо віднесені до окремого рейсу і забезпечують функціонування підприємства в цілому. До них відносяться загальновиробничі витрати: витрати на управління виробничим процесом (зарплата апарату управління автопідприємством, диспетчерської служби), утримання і амортизація виробничих приміщень (депо, гаражів), загальні витрати на підтримання парку (наприклад, резервні автобуси, які необхідні для забезпечення графіку), витрати на страхування транспорту, податки і збори, пов'язані з діяльністю, тощо. Такі накладні витрати розподіляються між окремими видами перевезень непрямым шляхом – як правило, пропорційно до певної бази (пробігу, кількості рейсів, пасажиро-кілометрів або виручки маршруту), щоб визначити повну собівартість кожного виду послуг.

Змінні витрати у пасажирських перевезеннях – це ті, що змінюються разом із обсягом наданих послуг. До них належать пальне (чим більше кілометрів проїхав автобус, тим більше витрат пального), витрати на поточний ремонт, що залежать від інтенсивності експлуатації, погодинна оплата праці водіїв (якщо вона залежить від годин

роботи чи рейсів), витратні матеріали тощо.

Постійні витрати – це витрати, величина яких у короткостроковому періоді не залежить від кількості перевезених пасажирів або рейсів. Прикладами є амортизація автобусів, лізингові платежі за рухомий склад, страхові внески, фіксована частина заробітної плати (оклади адміністративного персоналу, мінімальні гарантовані оклади водіїв), витрати на охорону парку тощо.

Для пасажирського транспорту характерна значна частка саме постійних витрат (особливо у підприємств, що забезпечують регулярні маршрути з певною інфраструктурою та розкладом). Це означає, що при низькому пасажиропотоці собівартість у розрахунку на одного пасажирів різко зростає, оскільки постійні витрати розподіляються на менший обсяг перевезень. Таким чином, економія від масштабу має суттєве значення: чим більше пасажирів або рейсів виконується, тим більш «розбавленими» стають постійні витрати. З іншого боку, змінні витрати визначають безпосередню вигідність додаткового рейсу – наприклад, виконання додаткового рейсу доцільне, якщо додаткова виручка перевищує витрати на пальне та оплату праці для цього рейсу. Менеджмент пасажирських перевезень має враховувати обидва типи витрат: контролювати змінні витрати для підвищення операційної ефективності та оптимально покривати постійні витрати через тарифну політику або субсидії. Таким чином, особливостями витрат у пасажирських перевезеннях є чіткий поділ на прямі (більшість яких змінні) та накладні (здебільшого постійні) компоненти, а також висока роль обліку й аналізу цих витрат для забезпечення рентабельності та обґрунтування тарифів на перевезення.

У контексті перевезень у міському транспорті в умовах розумного міста традиційна класифікація витрат за економічною сутністю та способом віднесення на послуги потребує адаптації до технологічних і структурних особливостей таких урбанізованих систем. Смарт-міста, які інтегрують інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ), Інтернет речей (IoT) та електрифіковані транспортні засоби, висувають нові вимоги до обліку витрат, що відображають

їхню інноваційну природу. До стандартних категорій прямих і непрямих, змінних і постійних витрат додаються специфічні статті, які враховують технологічну складність, екологічну орієнтацію та інфраструктурну специфіку смарт-міст.

Витрати на інноваційні технології стають суттєвою складовою собівартості перевезень у міському транспорті в умовах розумного міста. Ця категорія охоплює витрати на обслуговування IoT-сенсорів, які забезпечують моніторинг технічного стану транспорту та пасажиропотоків у реальному часі, а також витрати на програмне забезпечення для управління рухом (наприклад, системи TMS – Transport Management Systems) і забезпечення кібербезпеки. Як зазначається в дослідженні [6], функціонування інтелектуальних транспортних систем (ITS) в умовах розумного міста значно підвищує операційну ефективність, проте супроводжується додатковими витратами на технічну підтримку та оновлення цифрових рішень. Такі витрати можуть бути як прямими (наприклад, якщо сенсори встановлені на конкретному електробусі й обслуговують певний маршрут), так і непрямими (загальні витрати на серверну інфраструктуру чи кіберзахист), що потребує чіткого розподілу за базою калькулювання, наприклад, кількістю рейсів чи пасажиро-кілометрами.

Витрати на електроенергію замінюють традиційні витрати на паливе в смарт-містах, де переважає електрифікований транспорт. Ці витрати є прямими й змінними, оскільки залежать від інтенсивності експлуатації транспортних засобів і відстані, пройденої на маршруті. Наприклад, у Барселоні, де активно впроваджуються електробуси, витрати на електроенергію становлять значну частину операційних витрат, але водночас сприяють зниженню залежності від викопного палива [15]. Облік таких витрат вимагає інтеграції даних із зарядних станцій і сенсорів енергоспоживання, що забезпечує точність віднесення їх до конкретних рейсів чи маршрутів. Крім того, ці витрати можуть варіюватися залежно від тарифів на електроенергію в різний час доби, що додає ще один вимір до їхньої класифікації – часовий.

Капітальні витрати на «розумну»

інфраструктуру є постійними й непрямими витратами, які відображають специфіку смарт-міст. До цієї категорії належать витрати на будівництво та утримання зарядних станцій, інтерактивних зупинок із цифровими панелями, а також інфраструктури для автономних транспортних засобів. Такі витрати мають довгостроковий характер і зазвичай амортизуються протягом кількох років, впливаючи на собівартість перевезень через механізм розподілу. Наприклад, у Колумбусі, штат Огайо, США значна частина бюджету Smart City Challenge була спрямована на розширення інфраструктури для електромобілів, зокрема зарядних станцій, що стало основою для сталого функціонування транспортної системи [8]. Розподіл цих витрат між маршрутами може здійснюватися пропорційно до пасажиропотоку чи кількості транспортних засобів, що використовують інфраструктуру.

Ці специфічні категорії витрат доповнюють традиційні підходи до класифікації, такі як поділ на прямі та непрямі чи змінні та постійні. Наприклад, витрати на електроенергію є прямими змінними витратами, тоді як витрати на «розумну» інфраструктуру належать до постійних непрямих. Витрати на інноваційні технології можуть бути як прямими (обслуговування конкретного IoT-пристрою), так і непрямими (загальна кібербезпека), залежно від їхнього цільового призначення. Такий підхід дозволяє врахувати технологічну складність смарт-міст, про що свідчить аналіз інтелектуальних транспортних систем у літературі [6]. Інтеграція цих категорій у класифікацію витрат забезпечує більш точне відображення собівартості перевезень у міському транспорті і сприяє ефективному управлінню ресурсами в умовах цифрової трансформації урбанізованих систем.

Фінансовий та управлінський облік витрат мають різну мету і, відповідно, відмінні підходи до класифікації та деталізації інформації. Фінансовий облік орієнтований на підготовку звітності для зовнішніх користувачів (інвесторів, кредиторів, регуляторів), тому дотримується єдиних стандартів і принципів (наприклад, національних П(С)БО або МСФЗ) щодо визнання та відображення витрат. Його завдання – забезпечити точне віднесення

витрат до відповідних періодів та статей звітності, що досягається через суворі правила документування і використання фіксованого Плану рахунків [16]. Фінансовий облік оперує переважно агрегованими показниками: витрати групуються за економічними елементами або функціями (виробнича собівартість, адміністративні витрати, витрати на збут) відповідно до формату Звіту про фінансові результати. Інформація фінансового обліку носить переважно історичний характер і відображає фактичні витрати за минулі періоди.

Управлінський облік (облік витрат для цілей менеджменту) натомість призначений для внутрішнього використання керівництвом, тому є більш гнучким за змістом і формою представлення інформації. Він не регламентований жорсткими стандартами, керуючись принципом «різні витрати для різних цілей». Це означає, що в управлінському обліку витрати можуть групуватися по-різному залежно від потреб аналізу або прийняття рішень. Зокрема, управлінський облік оперує не лише фактичними витратами, зафіксованими в документах, а й прогнозними, нормативними та навіть нереєстрованими у фінансовому обліку категоріями витрат. Наприклад, до сфери уваги менеджерів потрапляють альтернативні (упущені) витрати або витрати капіталу, які не відображені у фінансовому обліку, але важливі для оцінки рішень. Управлінський облік витрат менш формалізований: підприємство самостійно визначає деталізацію аналітичних рахунків і статей калькуляції, виходячи зі своїх інформаційних потреб. Головний акцент – на своєчасності та релевантності даних для

менеджменту, навіть якщо повнота документального підтвердження менша. Таким чином, фінансовий облік забезпечує стандартизовану, об'єктивну та зіставну інформацію про витрати для зовнішньої звітності, тоді як управлінський облік генерує детальнішу і різнопланову інформацію (за центрами витрат, видами послуг, підрозділами, статтями бюджету, тощо) для внутрішнього аналізу і контролю. В контексті пасажирських перевезень це означає, що фінансовий облік покаже загальну собівартість перевезень за період, а управлінський – дозволить бачити собівартість окремо по кожному маршруту, рейсу, виду перевезень, а також структуру цієї собівартості (питому вагу пального, зарплат, амортизації тощо) для ухвалення управлінських рішень.

Пасажирські перевезення в смарт-містах суттєво відрізняються від традиційних транспортних систем за структурою та динамікою витрат, що зумовлено технологічними, екологічними та управлінськими особливостями. Для повного розуміння специфіки витрат в умовах розумного міста доцільно провести порівняльний аналіз із традиційними системами, що базуються на використанні дизельних чи бензинових транспортних засобів і менш автоматизованих підходах до управління. Такий аналіз дозволяє виявити ключові відмінності, які впливають на собівартість перевезень і потребують адаптації методів обліку та контролю.

Нижче наведено порівняльну таблицю основних типів витрат у традиційних системах і смарт-містах (таблиця 1).

Таблиця 1. Порівняльний аналіз ключових витрат у традиційних і смарт-системах перевезень

Тип витрат	Традиційні перевезення	Смарт-міста
Паливо/Енергія	Дизель/бензин (0,4 л/км × 1,2 євро/л = 0,48 євро/км)	Електроенергія (1,5 кВт·год/км × 0,15 євро/кВт·год = 0,225 євро/км)
Технічне обслуговування	Високе через знос двигунів і механічних частин (20-25% операційних витрат)	Високе через складність технологій (IoT, акумулятори, 15-20% витрат)
Заробітна плата	Значна частка через водіїв (30-40% прямих витрат)	Знижена завдяки автономності (10-20% прямих витрат)
Інфраструктура	Низька (депо, гаражі, 5-10% витрат)	Висока (зарядні станції, ITS, 20-30% витрат)

**Складено авторами на основі [7-11].*

Витрати на паливо/енергію: У традиційних системах основною статтею змінних витрат є дизельне паливо чи бензин, які мають високу собівартість через залежність від цін на нафту. Наприклад, для автобуса з витратою 0,4 л/км і ціною 1,2 євро/л витрати на 15 км становлять 7,2 євро. У смарт-містах перехід на електроенергію знижує ці витрати: при нормативному споживанні 1,5 кВт-год/км і тарифі 0,15 євро/кВт-год витрати на той самий маршрут – 3,375 євро. Дослідження [11] показує, що в Сінгапурі електробуси знизили операційні витрати на енергію на 20% порівняно з дизельними, хоча початкові капітальні витрати на акумулятори залишаються вищими.

Технічне обслуговування: У традиційних системах часті поломки двигунів внутрішнього згоряння та механічних компонентів призводять до високих витрат на ремонт (20-25% операційних витрат), що залежать від інтенсивності експлуатації [13]. У смарт-містах технічне обслуговування зосереджено на «розумних» технологіях – IoT-сенсорах, акумуляторах, системах автономного керування, що становить 15-20% витрат. Наприклад, у Барселоні обслуговування електробусів і ITS вимагає спеціалізованих інженерів, але частота ремонтів нижча через відсутність зносу традиційних двигунів [15].

Заробітна плата: У традиційних перевезеннях водії є основною статтею прямих витрат (30-40%), оскільки кожен рейс потребує людського управління. У смарт-містах впровадження автономних транспортних засобів, як у Колумбусі, США [8], знижує ці витрати до 10-20%, хоча додає витрати на технічний персонал для підтримки автоматизованих систем. Це змінює структуру витрат, переносячи акцент із змінних на непрямі витрати.

Інфраструктура: Традиційні системи мають низькі витрати на інфраструктуру (5-10%), обмежуючись депо та гаражами. У смарт-містах витрати на зарядні станції, інтерактивні зупинки та ITS складають 20-30% загального бюджету, що є постійними витратами з довгостроковою амортизацією. У Колумбусі інфраструктура для електромобілів стала ключовою інвестицією Smart City Challenge [8], підкреслюючи її роль у сталому розвитку.

Цей порівняльний аналіз показує, що смарт-міста мають нижчі змінні витрати на енергію та оплату праці, але вищі капітальні й непрямі витрати на технології та інфраструктуру. Як зазначається в [6], перехід до смарт-систем забезпечує довгострокову економію через ефективність і екологічність, але вимагає значних початкових інвестицій. У традиційних системах висока залежність від пального та людського фактора підвищує операційні витрати, але зменшує потребу в складній інфраструктурі. Для смарт-міст це означає необхідність адаптувати облік витрат, додаючи категорії для «розумних» технологій і враховуючи ефект масштабу, коли більший пасажиропотік «розбавляє» високі постійні витрати, знижуючи собівартість на пасажиро-кілометр.

Пасажирські перевезення в смарт-містах характеризуються не лише високою часткою прямих змінних і постійних витрат, але й суттєвим впливом екологічного фактора, який є ключовим у концепції сталого розвитку таких урбанізованих систем. Перехід до екологічно чистих технологій, зокрема електрифікованого транспорту, зумовлює появу нових статей витрат, а також потенційних економічних вигод, що потребують окремого розгляду в рамках обліку та калькулювання собівартості. Екологічний вимір витрат охоплює як прямі витрати на впровадження зелених рішень, так і опосередковані ефекти, пов'язані зі зниженням викидів і державною підтримкою.

Витрати на перехід до електротранспорту становлять значну частину витратної бази перевезень у міському транспорті в умовах розумного міста. Ця категорія включає капітальні витрати на закупівлю електробусів, які є дорожчими за дизельні аналоги через використання акумуляторних систем і передових технологій, а також витрати на розбудову інфраструктури зарядних станцій. Наприклад, у Сінгапурі впровадження електробусів у рамках програми Land Transport Authority супроводжувалося значними інвестиціями в зарядну інфраструктуру, що склали близько 30% від загального бюджету проекту [15]. Такі витрати класифікуються як постійні непрямі, оскільки вони амортизуються протягом тривалого періоду й розподіляються між усіма маршрутами, що використовують

електротранспорт. Крім того, до прямих змінних витрат додаються витрати на електроенергію, які замінюють традиційні витрати на дизельне паливо чи бензин. Облік цих витрат вимагає інтеграції даних із систем енергоспоживання, що дозволяє точно віднести їх до конкретних рейсів чи пасажиро-кілометрів.

Економія від зниження викидів CO₂ є важливим екологічним і економічним фактором в умовах розумного міста, який впливає на собівартість перевезень. Перехід на електротранспорт сприяє скороченню викидів вуглекислого газу, що може приносити фінансові вигоди через державні субсидії, податкові пільги чи участь у програмах торгівлі викидами. Наприклад, у країнах Європейського Союзу транспортні оператори, які знижують викиди, можуть отримувати компенсації в рамках EU Emissions Trading System, що частково покриває витрати на закупівлю електробусів [17]. У Барселоні впровадження електробусів і розумного управління маршрутами призвело до зниження викидів на 15% за п'ять років, що супроводжувалося економією через субсидії та зменшення витрат на екологічні штрафи [15]. Ці економічні вигоди не є прямими витратами, але їх необхідно враховувати в управлінському обліку як фактор, що знижує повну собівартість перевезень, особливо при довгостроковому плануванні.

Порівняння витрат на традиційне паливо з електроенергією ілюструє переваги екологічного підходу в смарт-містах, але також підкреслює нові виклики для обліку. Якщо для дизельного автобуса витрати на паливо становлять значну частину змінних витрат (наприклад, 2-3 долари США за літр залежно від регіону), то електробуси використовують електроенергію, яка в середньому коштує дешевше (0,1-0,2 долара за кВт·год). Дослідження [11] показує, що в Сінгапурі операційні витрати на електробуси виявилися на 20% нижчими порівняно з дизельними завдяки дешевшій електроенергії та меншій потребі в технічному обслуговуванні двигунів. Проте ці витрати є динамічними й залежать від тарифів на електроенергію, які можуть варіюватися в пікові години, а також від рівня зносу акумуляторів, що потребує додаткових витрат на їхню заміну (приблизно кожні 5-7

років). У контексті класифікації ці витрати є прямими змінними, але їхній облік ускладнюється необхідністю враховувати часові та географічні фактори, що вимагає автоматизованих систем моніторингу енергоспоживання.

Екологічний вимір витрат у смарт-містах підкреслює важливість сталого розвитку, про що наголошують дослідники у сфері транспортних систем [10]. Перехід до зелених технологій підвищує початкові капітальні витрати, але забезпечує довгострокову економію через нижчі операційні витрати та державну підтримку. Для ефективного управління такими витратами необхідно адаптувати традиційні методи обліку, додавши категорії, пов'язані з екологічними технологіями, і використовувати цифрові інструменти (IoT, Big Data) для точного відстеження енергоспоживання та викидів. Це дозволяє не лише знизити собівартість на пасажиро-кілометр, але й підвищити конкурентоспроможність транспортних операторів в умовах розумного міста, де екологічність є пріоритетом.

Сучасна цифрова трансформація суттєво впливає на систему обліку витрат і контролю за ними у транспортній галузі. Розвиток інформаційних технологій надає нові інструменти для детального відстеження, класифікації та оптимізації витрат у реальному часі. Застосування новітніх інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у діяльності автотранспортних підприємств вже створює унікальні можливості для оптимізації операційних витрат перевізників [14].

Зокрема, завдяки технологіям GPS та IoT (Internet of Things) перевізники можуть автоматизувати збір даних про пробіг транспортних засобів, витрати пального, кількість перевезених пасажирів на кожному рейсі. На основі цих даних стає можливим автоматичний розрахунок собівартості наданих транспортних послуг без прямої участі обліковців [18].

Дослідження показують, що використання систем глобального позиціонування у поєднанні зі спеціалізованим програмним забезпеченням дає змогу отримувати достовірну і своєчасну інформацію про витрати на кожне перевезення, прискорюючи прийняття

управлінських рішень.

Наприклад, впровадження GPS-моніторингу дозволяє в режимі реального часу визначати фактичний пробіг і навантаження автобусів, автоматично нараховувати витрати пального та амортизаційний знос на конкретний маршрут, що підвищує точність калькуляції собівартості та усуває потребу у ручному введенні даних.

Крім збору даних, цифрові технології змінюють і сам підхід до аналізу витрат. Сучасні системи управлінського обліку інтегруються з ERP та TMS (Transport Management Systems), що дає можливість класифікувати витрати за більшою кількістю ознак і одержувати аналітику практично миттєво. Великі дані та засоби аналітики (Big Data, AI) дозволяють обробляти масиви інформації про витрати і знаходити приховані закономірності, фактори впливу на собівартість перевезень. За рахунок цього менеджери отримують глибші інсайти для управління витратами, що раніше були недоступні [19].

Цифрова трансформація транспортної галузі в смарт-містах набуває особливого значення завдяки впровадженню передових технологій, таких як штучний інтелект (AI), автономні транспортні засоби та інтеграція систем електронних квитків із аналізом великих даних (Big Data). Ці інновації не лише вдосконалюють процеси збору й обробки даних про витрати, але й суттєво впливають на їхню класифікацію, розподіл і контроль, забезпечуючи нові можливості для підвищення економічної ефективності перевезень у міському транспорті.

Використання штучного інтелекту для прогнозування та оптимізації витрат є ключовим елементом транспортних систем в умовах розумного міста. AI дозволяє аналізувати великі обсяги даних про пасажиропотоки, погодні умови, дорожній рух і технічний стан транспорту, надаючи точні прогнози попиту та рекомендації щодо оптимізації маршрутів. Наприклад, у Колумбусі, Огайо, в рамках програми Smart Columbus штучний інтелект застосовується для аналізу даних зі смарт-мобільних хабів, що об'єднують різні види транспорту. Це дає змогу зменшувати простой транспортних засобів і скорочувати витрати на енергію та обслуговування [8]. З точки зору класифікації

витрат, AI сприяє точному розподілу непрямих витрат (наприклад, на диспетчеризацію чи планування) між маршрутами, використовуючи як базу динамічні показники пасажиропотоку чи часу роботи транспорту. Дослідження [6] підкреслює, що інтеграція AI у смарт-транспортні системи (STS) дозволяє знизити операційні витрати до 15% завдяки адаптивному управлінню ресурсами.

Автономні транспортні засоби змінюють структуру витрат у пасажирських перевезеннях смарт-міст, впливаючи як на прямі, так і на непрямі витрати. З одного боку, впровадження автономних автобусів чи шатлів, як це реалізовано в Колумбусі під час тестування доставки ресурсів у районі Лінден [8], значно знижує витрати на оплату праці водіїв, які традиційно становлять значну частину прямих змінних витрат. З іншого боку, зростають витрати на технічне обслуговування складних автоматизованих систем, включаючи сенсори LIDAR, камери та програмне забезпечення для навігації. Ці витрати класифікуються як прямі (для конкретного транспортного засобу) або непрямі (загальні витрати на розробку та оновлення систем), залежно від їхнього цільового призначення. Як зазначається в [6], автономні технології підвищують безпеку й ефективність перевезень, але вимагають значних капітальних вкладень у «розумну» інфраструктуру, що додає новий вимір до обліку постійних витрат. Контроль таких витрат забезпечується через інтеграцію з IoT-системами, які в реальному часі відстежують стан автономного транспорту та сигналізують про необхідність технічного втручання.

Інтеграція електронних квитків із Big Data відкриває нові горизонти для точного розподілу витрат і контролю ефективності в смарт-містах. Системи електронних квитків, які широко використовуються в містах, таких як Барселона, фіксують дані про кількість пасажирів, час поїздки і популярність маршрутів [7]. Поєднання цих даних із технологіями Big Data дозволяє перевізникам точно розподіляти як прямі витрати (енергія, оплата праці), так і непрямі (управління, інфраструктура) між окремими рейсами чи напрямками. Наприклад, аналіз пасажиропотоку в реальному часі дає змогу визначити питому вагу витрат на

малозавантажених маршрутах і скоригувати їхню частоту, знижуючи собівартість на пасажиро-кілометр. Дослідження [6] зазначає, що інтеграція Big Data з транспортними системами підвищує точність калькулювання собівартості до 20% завдяки деталізованому відстеженню операційної діяльності. Крім того, такі системи сприяють оперативному контролю доходів, що дозволяє швидко реагувати на відхилення від планових показників і оптимізувати тарифну політику.

Ці цифрові рішення розширюють можливості традиційних технологій, таких як GPS та ERP-системи, описаних раніше. AI додає прогнозувальну аналітику, автономні транспортні засоби трансформують структуру витрат, а інтеграція електронних квитків із Big Data забезпечує деталізацію даних для управлінського обліку. У смарт-містах ці технології створюють синергію, підвищуючи прозорість витрат і дозволяючи менеджерам оперативно реагувати на зміни в операційній діяльності. Наприклад, у Барселоні реальний моніторинг автобусів через IoT і Big Data скоротив витрати на неефективні маршрути на 10% [7]. Таким чином, цифрові технології не лише автоматизують облік, але й стають стратегічним інструментом для управління витратами в умовах високотехнологічних транспортних систем смарт-міст.

Як відзначають дослідники [19], впровадження таких інноваційних цифрових інструментів в облік витрат призводить до того, що рутинні та складні обчислювальні завдання беруть на себе автоматизовані системи, тоді як роль людини зміщується в бік інтерпретації результатів і прийняття рішень. Це підвищує оперативність контролю: відхилення фактичних витрат від планових або появу нехарактерних витратних тенденцій можна виявити негайно через систему моніторингу, і таким чином посилюється управлінський контроль.

Цифрові технології також уможливають нові підходи до класифікації витрат. Дані, отримані з сенсорів і систем (наприклад, датчики пального, системи електронного квитка), дозволяють розподіляти витрати з високою точністю за окремими видами послуг, часовими інтервалами, географічними напрямками тощо. Це фактично додає нові виміри до класифікації – витрати можна

аналізувати в розрізі часу доби, інтенсивності трафіку, стилю водіння тощо, якщо відповідна інформація збирається бортовими системами. Загальний ефект цифровізації – підвищення прозорості та підконтрольності витрат. Великий масив даних, оброблений у режимі реального часу, забезпечує більшу прозорість і довіру до облікової інформації [19]. Менеджмент отримує можливість бачити актуальну картину витрат і швидко реагувати на зміни (наприклад, зростання цін на пальне чи зниження пасажиропотоку) шляхом відповідного коригування операційних планів або тарифів.

Отже, вплив цифрових технологій на облік і класифікацію витрат у пасажирських перевезеннях проявляється в автоматизації збору та обробки даних, розширенні аналітичних можливостей і швидкості отримання інформації. Це сприяє точнішому віднесенню витрат (особливо накладних) на конкретні види перевезень і більш ефективному контролю за витратами. У результаті підприємства пасажирського транспорту можуть досягти оптимізації витратної бази – мінімізувати зайві витрати та раціональніше використовувати ресурси, одночасно підвищуючи якість управлінських рішень на основі достовірних даних. Цифрові інновації перетворюють облік витрат з суто облікової функції на стратегічний інструмент, що допомагає забезпечити фінансову стійкість і конкурентоспроможність перевізників у сучасних умовах.

У наукових дослідженнях з управлінського обліку та контролінгу виокремлюють низку сучасних методів калькулювання, які дозволяють точно розподіляти витрати між окремими видами діяльності, маршрутами чи замовленнями. До них, зокрема, належать ABC-калькуляція (Activity-Based Costing), нормативний метод (Standard Costing) і калькулювання за центрами витрат (Cost Center Accounting). На переконання більшості фахівців у галузі управлінського обліку, правильне застосування даних методів сприяє формуванню прозорості та детальної інформаційної бази для прийняття ефективних управлінських рішень [1, с. 42; 2, с. 90–93].

1. ABC-калькуляція (Activity-Based Costing). Метод калькулювання за видами діяльності (ABC) полягає у виявленні та аналізі основних

процесів (операцій), що генерують витрати, а також у визначенні так званих драйверів витрат, за допомогою яких розподіляються непрямі (накладні) витрати [1, с. 78–81]. За цим підходом, перш за все, здійснюється ідентифікація ключових видів діяльності підприємства, характерних для перевезень у міському транспорті:

- планування та диспетчеризація маршрутів;
- транспортні операції (виїзд на маршрут, обслуговування пасажирів, повернення на базу);
- технічне обслуговування й ремонт рухомого складу;
- адміністративно-управлінська діяльність, пов'язана з координацією перевезень;
- продаж проїзних документів (квитків), робота з електронними платіжними системами тощо.

Наступним кроком є встановлення драйверів витрат, які адекватно відображають інтенсивність використання ресурсів у кожному виді діяльності (пробіг, кількість рейсів, кількість транспортних засобів тощо). Накладні витрати розподіляють між видами діяльності пропорційно до обраних драйверів, а потім за допомогою аналогічних ключів переносять на кінцеві об'єкти калькулювання (конкретні маршрути чи види перевезень). Такий підхід дає змогу точно відобразити собівартість кожного рейсу або напрямку руху, оскільки дає уявлення, які саме операції спричиняють ті чи інші витрати [3].

У дослідженнях низки українських та закордонних науковців підкреслено, що впровадження ABC-калькуляції в умовах транспортних підприємств дозволяє:

- виявити операції, які не створюють доданої вартості або є надмірно витратними;
- оптимізувати технологічні процеси перевезень у міському транспорті;
- отримати інформацію про точну собівартість послуг для кожної категорії пасажирів (звичайні маршрути, пільгові перевезення, туристичні рейси) [3].

Водночас основним викликом при впровадженні ABC у пасажирських автопідприємствах є значний обсяг вихідних даних та необхідність у розвиненій системі їх збору й аналізу. Зауважується, що застосування цифрових технологій (GPS-моніторинг,

електронні квитки, автоматизовані системи контролю) суттєво спрощує агрегування даних про маршрути та обсяги перевезень, сприяючи ефективному функціонуванню ABC-моделі [2, с. 91–93].

2. Нормативний метод (Standard Costing). Нормативний метод (Standard Costing) передбачає використання заздалегідь розроблених нормативів ресурсів (наприклад, пального, запасних частин, робочого часу), які вважаються оптимальними чи раціональними за нормальних умов діяльності підприємства [1, с. 45]. При цьому:

1. Розробляються нормативи (стандарти) витрат з урахуванням технічних параметрів рухомого складу, умов експлуатації, рекомендацій виробників транспорту тощо.

2. Фіксуються фактичні витрати за допомогою облікових документів та автоматизованих систем контролю.

3. Порівнюються нормативні та фактичні витрати і виявляються відхилення (перевитрати або економія).

4. Аналізуються причини відхилень (приміром, перевитрата пального через складні погодні умови, нераціональний маршрут, зношеність рухомого складу).

Подібна модель дозволяє оперативно реагувати на негативні тенденції та тримати під контролем витрати, оскільки менеджмент має орієнтири (нормативи) для оцінки ефективності [1, с. 46]. Згідно з емпіричними дослідженнями на транспортних підприємствах Східної Європи, саме стандартизація параметрів витрат є ефективним інструментом зниження витрат на ремонт та технічне обслуговування: наявність чітких норм витрат матеріалів та робочого часу спрощує контроль якості виконаних робіт і забезпечує економію ресурсів.

Нормативний метод також сприяє визначенню точних стандартних тарифів на пасажирські перевезення. Якщо підприємство має чіткі базові нормативи витрат пального, заробітної плати, амортизації тощо, воно може встановити такий рівень тарифу, який покриває передбачені стандартні витрати і забезпечує необхідний рівень прибутковості [2, с. 53]. Проте варто відзначити, що надто жорстка регламентація та орієнтація на середні умови може знижувати гнучкість системи обліку. Крім того, у сфері перевезень у міському транспорті

спостерігається значна залежність від зовнішніх факторів (зміни цін на паливо, коливання курсу валют при закупівлі запчастин тощо), що зумовлює необхідність регулярного перегляду й актуалізації нормативів [3, с. 35].

3. Калькулювання за центрами витрат (Cost Center Accounting). Підхід калькулювання за центрами витрат (Cost Center Accounting) заснований на виділенні в структурі підприємства окремих підрозділів, які відповідають за певну частину виробничо-господарської діяльності [2, с. 164–165]. У пасажирських автопідприємствах такими центрами можуть бути:

- автопарк (депо) №1, №2, №3 тощо (залежно від регіону обслуговування);
- ремонтні майстерні та сервісні зони;
- адміністративно-управлінські відділи, диспетчерські пункти;
- центри надання додаткових послуг (наприклад, перевезення багажу, кейтеринг у дальніх рейсах).

За кожним центром облікуються прямі витрати (заробітна плата працівників, що працюють виключно в цьому центрі, витрати матеріалів, які безпосередньо споживаються центром, тощо). Також на центри витрат розподіляють їх частку непрямих витрат, які виникають у процесі діяльності усього підприємства (комунальні послуги, оренда, страхування, адміністративні витрати). Кінцеве розподілення витрат кожного центру відбувається або на інші центри (якщо йдеться про допоміжний центр, наприклад, ремонтний підрозділ), або на кінцеві об'єкти калькулювання – види перевезень чи маршрути [1, с. 119–121].

Деякі дослідники вказують, що виділення центрів витрат сприяє підвищенню відповідальності керівників цих підрозділів за економію ресурсів та виконання фінансових показників [3, с. 36]. Зокрема, якщо кожен автопарк має власний план витрат на пальне й технічні матеріали, то можна порівнювати ефективність використання ресурсів між різними автопарками і визначати, який із них працює продуктивніше. На думку Ясінської А., калькулювання за центрами витрат сприяє глибшому аналізу причин неефективності й формуванню оптимальної стратегії розвитку транспортного підприємства, адже дозволяє

виявляти внутрішні резерви зниження накладних витрат та підвищення якості пасажирських послуг [3, с. 35].

У контексті сучасних смарт-технологій калькулювання за центрами витрат також отримує додаткові переваги, зокрема можливість автоматизації розподілення витрат та формування відповідної звітності у реальному часі. У спеціалізованих транспортних ERP-системах дані щодо ресурсоспоживання фіксуються за кожним підрозділом, що дозволяє швидко агрегувати й аналізувати структуру собівартості та планувати витрати на перспективу.

Методи калькулювання собівартості, такі як ABC-калькуляція, нормативний метод і калькулювання за центрами витрат, набувають особливого значення в контексті пасажирських перевезень у міському транспорті в умовах розумного міста, де технологічна складність і різноманітність витрат вимагають точного та адаптивного підходу. Для ілюстрації їхнього застосування в умовах смарт-міст доцільно розглянути практичні приклади та математичні моделі, які відображають специфіку таких систем, включаючи використання електротранспорту, «розумних» технологій і нормативних стандартів.

Приклад ABC-калькуляції для маршруту електробуса в смарт-місті демонструє, як цей метод дозволяє точно розподілити витрати на основі видів діяльності. Припустимо, у Барселоні електробус обслуговує маршрут довжиною 15 км із середнім пасажиропотоком 1200 осіб на день. Основні види діяльності включають транспортні операції (перевезення), диспетчеризацію (управління рухом через «розумні» системи) і технічне обслуговування (зарядка, перевірка IoT-сенсорів). Витрати за день становлять: електроенергія – $75 \text{ кВт} \cdot \text{год} \times 0,15 \text{ євро/кВт} \cdot \text{год} = 11,25 \text{ євро}$; зарплата операторів диспетчерської служби – 50 євро; обслуговування IoT-сенсорів і зарядної станції – 30 євро; амортизація електробуса – 40 євро. Загальні витрати = 131,25 євро. У рамках ABC-калькуляції драйверами витрат обрано пасажиро-кілометри (ПК = $1200 \times 15 = 18\,000$) для транспортних операцій, години роботи (10 годин) для диспетчеризації та кількість транспортних засобів (1 електробус) для технічного обслуговування. Розподіл витрат

виглядає так:

- Транспортні операції: 11,25 євро (електроенергія) + 20 євро (частка амортизації) = 31,25 євро.
- Диспетчеризація: 50 євро (зарплата) + 10 євро (частка IoT) = 60 євро, або 6 євро/год.
- Технічне обслуговування: 20 євро (IoT) + 20 євро (амортизація) = 40 євро/електробус. Собівартість одного пасажиро-кілометра = $131,25 / 18\,000 \approx 0,0073$ євро/ПК.

Цей приклад, адаптований до реалій Барселони [7], показує, як ABC-калькуляція враховує специфіку смарт-міст, виявляючи, що диспетчеризація через «розумні» системи становить значну частину витрат, що може бути основою для їхньої оптимізації.

Математична модель собівартості в умовах розумного міста дозволяє формалізувати процес калькулювання з урахуванням технологічних особливостей. Для електробуса в смарт-місті собівартість одного пасажиро-кілометра можна виразити так:

$$C = (V_{\text{ел}} + V_{\text{IoT}} + V_{\text{н}}) / \text{ПК}$$

де:

- C собівартість одного пасажиро-кілометра (євро/ПК),
- $V_{\text{ел}}$ витрати на електроенергію за період (змінні прямі витрати, євро),
- V_{IoT} витрати на «розумні» системи, такі як IoT-сенсори та програмне забезпечення (прямі або непрямі залежно від специфіки, євро),
- $V_{\text{н}}$ непрямі витрати (амортизація, диспетчеризація, інфраструктура, євро),
- ПК загальна кількість пасажиро-кілометрів за період.

Розглянемо приклад: для згаданого маршруту: $V_{\text{ел}} = 11,25$ грн., $V_{\text{IoT}} = 20$ грн., $V_{\text{н}} = 100$ євро. (включаючи амортизацію та диспетчеризацію), $\text{ПК} = 18000$. Тоді $C = (11,25 + 20 + 100) / 18000 \approx 0,0073$ євро /ПК, що збігається з результатом ABC-калькуляції. Ця модель, дозволяє адаптувати калькулювання до різних типів маршрутів і транспортних засобів в умовах розумного міста, враховуючи їхню технологічну специфіку.

Порівняння нормативного методу для електробусів і дизельних автобусів ілюструє, як стандартизація витрат впливає на собівартість в умовах розумного міста порівняно з

традиційними системами. Для електробуса норматив енергоспоживання може складати 1,5 кВт·год/км при тарифі 0,15 євро/кВт·год, що дає 0,225 євро/км. Для дизельного автобуса норматив пального – 0,4 л/км при ціні 1,2 євро/л, тобто 0,48 євро/км. На маршруті 15 км нормативні витрати становлять: електробус – 3,375 євро, дизельний автобус – 7,2 євро. Додаткові нормативи (зарплата, амортизація) для електробуса можуть бути нижчими через автоматизацію, тоді як дизельний потребує частішого ремонту. У Барселоні нормативний метод для електробусів показав економію на 30% порівняно з дизельними аналогами [8], що підкреслює ефективність стандартизації в смарт-містах. Проте для електробусів нормативи потребують регулярного оновлення через коливання тарифів на електроенергію, що ускладнює їхнє застосування порівняно з дизельними системами, де ціни на пальне відносно стабільні.

Ці приклади та моделі демонструють практичну цінність сучасних методів калькулювання в смарт-містах. ABC-калькуляція забезпечує детальний розподіл витрат за видами діяльності, математична модель формалізує обчислення собівартості, а нормативний метод дозволяє порівнювати ефективність різних типів транспорту. Такі підходи, підкріплені цифровими технологіями (IoT, ERP), підвищують точність обліку та сприяють оптимізації витрат у високотехнологічних транспортних системах [6].

Застосування сучасних методів калькулювання собівартості дає змогу пасажирським автотранспортним підприємствам підвищити точність розрахунку витрат на кожен маршрут, оптимізувати управлінські рішення та забезпечити гнучкість тарифної політики. ABC-калькуляція сприяє поглибленому аналізу процесів та виявленню операцій, що не створюють доданої вартості. Нормативний метод дозволяє встановити й контролювати базові параметри витрат, які можна регулярно актуалізувати згідно зі змінами умов діяльності. Калькулювання за центрами витрат забезпечує відповідальність підрозділів за ефективне використання ресурсів і полегшує пошук напрямів оптимізації. Усі перелічені підходи особливо

ефективні, якщо підприємство впроваджує сучасні цифрові технології (ERP-системи, IoT, GPS-моніторинг), що спрощують збір і аналіз великого масиву даних про витрати та обсяги перевезень у міському транспорті.

У сучасних умовах впровадження концепції «розумного міста» (smart city) гостро постає питання ефективного управління витратами на пасажирські перевезення та контролю за використанням ресурсів у реальному часі. Як відзначають провідні дослідники у сфері управлінського обліку, цифрові технології (GPS-моніторинг, IoT, Big Data, інтегровані ERP-системи, хмарні сервіси) створюють підґрунтя для формування нових підходів до обліку та аналізу витрат, що забезпечує керівництво актуальною інформацією для прийняття оперативних рішень [2, с. 664; 6, с. 651].

Значущою перевагою цифрових рішень є можливість автоматизованого збору первинних даних про витрати і результати діяльності. Застосування систем глобального позиціонування (GPS) та технологій Інтернету речей (IoT) дозволяє отримувати відомості щодо фактичного пробігу транспортних засобів, витрати пального, кількості пасажирів та інтервалів руху безпосередньо в процесі перевезень [3, с. 35; 6, с. 646]. Така деталізація робить розподіл витрат на прямі та накладні більш обґрунтованим:

- GPS-системи фіксують точний кілометраж і час у дорозі, що дає змогу оперативно нараховувати змінні витрати (пальне, знос, погодинну оплату водіїв) на конкретний рейс;
- датчики IoT у двигунах, паливних баках, ходових системах забезпечують моніторинг технічного стану рухомого складу й формують сигнал про необхідність ремонтних робіт або заміни запчастин;
- електронні валідатори квитків допомагають визначати реальну кількість перевезених пасажирів, що полегшує розрахунок собівартості окремих маршрутів.

На думку деяких учених, автоматизація збору даних значно знижує вплив «людського фактора» на формування облікової інформації та підвищує достовірність розрахунків [3, с. 35]. Крім того, регулярне оновлення даних у режимі реального часу (real-time updating) відкриває

можливість порівнювати фактичні показники з плановими або нормативними і своєчасно виявляти відхилення [2, с. 680].

Обробка великих масивів інформації (Big Data) у поєднанні з аналітичними платформами (Business Intelligence, Data Analytics) дає змогу будувати складні моделі прогнозування витрат та попиту на транспортні послуги. Зокрема, можна розробляти алгоритми машинного навчання, що враховують сезонні коливання пасажиропотоку, зміни в погодних умовах, дорожню ситуацію та інші фактори, які впливають на собівартість перевезень [6, с. 653]. На думку деяких дослідників, саме комплексне поєднання операційних даних (пробіг, витрати пального, час простою) з динамічною інформацією про пасажиропотік здатне забезпечити більш точні прогнози фінансових результатів та мінімізувати ризики відхилення від запланованих показників [5, с. 113; 7, с. 112].

Інтегровані аналітичні платформи також покращують керування тарифною політикою. Якщо підприємство має чітке уявлення про структуру й динаміку витрат на маршрутах з різною інтенсивністю пасажиропотоку, воно може оперативно коригувати тарифи, вводити гнучкі ціни на періоди пікового або навпаки низького попиту, а також розробляти спеціальні пропозиції для окремих категорій користувачів. Деякі автори зазначають, що завдяки аналітичним технологіям перевізникам стає простіше обґрунтовувати необхідність підвищення тарифів або отримання державних субсидій, оскільки системи звітності формують повний «цифровий слід» щодо витрат і доходів [1, с. 385; 7, с. 213].

ERP-системи (Enterprise Resource Planning) та спеціалізовані TMS-рішення (Transport Management Systems) дозволяють поєднати в єдиному інформаційному просторі дані про закупівлю матеріальних ресурсів, графіки технічного обслуговування, штатний розклад, бухгалтерські операції тощо. У такому разі управлінський облік витрат відбувається на основі єдиної бази даних, куди надходять дані з усіх підрозділів підприємства [2, с. 671]. Для пасажирських перевізників це означає можливість:

- оперативно формувати бюджети за центрами витрат (наприклад, автопарк №1, автопарк №2, ремонтні майстерні);
- контролювати фактичні витрати та їхні відхилення від запланованих;
- автоматично розраховувати собівартість рейсів, враховуючи витрати пального, оплату праці й накладні витрати;
- краще управляти складськими запасами (запчастини, мастила, інші матеріали), забезпечуючи уникання надмірних залишків або дефіциту [3, с. 36].

Згідно з дослідженням [5, с. 115], перевізники, які впровадили комплексні ERP-рішення, отримують приблизно на 15–20% вищу точність у плануванні витрат і знижують ризики викривлення облікових даних, оскільки інформація проходить декілька рівнів верифікації. Такі системи унеможливають дублювання документів, спрощують процедуру погодження витрат і прискорюють формування управлінської звітності.

Оперативний контроль витрат тісно пов'язаний із моніторингом доходів підприємства, адже коректне співставлення витратної та дохідної складових дозволяє обчислити реальну рентабельність перевезень. В умовах цифровізації широко використовуються мобільні додатки для оплати проїзду, купівлі електронних квитків, відстеження локації транспорту, які одночасно формують великий обсяг даних щодо фактичної кількості пасажирів, пікових годин тощо [6, с. 653; 7, с. 115]. Ці дані безпосередньо інтегруються в автоматизовані системи обліку, що підвищує прозорість руху коштів і зменшує ймовірність зловживань. Науковці наголошують, що застосування таких електронних платформ вдосконалює систему управлінського контролю і дає змогу негайно реагувати на недоотримання очікуваного доходу на окремих маршрутах шляхом коригування рейсів чи зміни розкладу [1, с. 415].

Однією з прогресивних можливостей цифрових рішень є створення системи попереджувальних сигналів (early warning system), яка відслідковує відхилення фактичних показників витрат від планових або нормативних у реальному часі [2, с. 680]. Наприклад, якщо витрати пального на певному

маршруті раптово перевищили норму, система автоматично інформує менеджера про можливі причини (зношеність транспорту, недотримання режимів руху, несанкціонований злив пального тощо). Аналогічний підхід застосовують для контролю витрат на ремонт і запасні частини: якщо фактичні обсяги перевищують заплановані значення, керівництво оперативно приймає рішення про перевірку якості запасних частин чи ефективності роботи технічного персоналу [3, с. 36; 5, с. 117].

У підсумку це зменшує тимчасові лаги між виявленням проблеми та її усуненням, мінімізує втрати й сприяє покращенню обслуговування пасажирів. Наукові джерела вказують, що подібні системи раннього виявлення відхилень найбільш успішно реалізуються на підприємствах, де паралельно впроваджені засоби аналітичної обробки великих даних та інтегровані ERP-платформи [6, с. 652; 7, с. 112].

Висновки та перспективи подальших досліджень

У ході проведеного дослідження встановлено, що ефективне управління витратами пасажирських перевезень у смарт-місті потребує вдосконалення методологічних підходів до їхнього обліку, контролю та аналізу. Застосування сучасних методів калькулювання собівартості (ABC-калькуляція, нормативний метод, підхід за центрами витрат) сприяє підвищенню точності розподілу витрат та оптимізації фінансових процесів на транспортних підприємствах. Дослідження також засвідчило значну роль цифрових технологій у забезпеченні оперативного контролю витрат, зокрема завдяки використанню IoT, ERP-систем, Big Data та GPS-моніторингу.

За результатами аналізу було сформульовано такі основні висновки:

1. Витрати пасажирських перевезень у смарт-місті мають специфічну структуру, у якій значну частку становлять постійні витрати, пов'язані з утриманням транспортної інфраструктури, функціонуванням цифрових систем управління транспортом та технічним забезпеченням автоматизованих процесів.
2. Використання сучасних методів

калькулювання собівартості забезпечує точне розподілення витрат між маршрутами, рейсами та категоріями пасажирів, що підвищує економічну ефективність перевезень.

3. Цифрові технології сприяють зростанню прозорості витрат, дозволяють проводити їхній детальний моніторинг у режимі реального часу, що є важливим чинником для ефективного управління фінансовими ресурсами в умовах смарт-міст.

4. Впровадження автоматизованих систем управлінського обліку витрат дозволяє суттєво покращити процес прийняття управлінських рішень у сферах фінансового планування, тарифної політики та оптимізації використання матеріально-технічних ресурсів.

Попри отримані результати, дослідження залишає низку питань, що потребують подальшого наукового аналізу. Перспективні напрями подальших досліджень включають:

- розроблення та апробацію інтегрованих моделей управлінського обліку витрат, що поєднують сучасні підходи до калькулювання собівартості з можливостями цифрових технологій;

- деталізоване дослідження економічних та екологічних ефектів цифровізації транспортної системи, зокрема аналіз впливу електротранспорту, автоматизованих маршрутних систем та цифрових платформ управління перевезеннями на скорочення витрат;
- оцінку ефективності використання штучного інтелекту у процесах управління витратами на транспортних підприємствах, зокрема з метою прогнозування фінансових показників та оптимізації витратних структур;
- дослідження світового досвіду та адаптацію найкращих практик обліку та контролю витрат у смарт-містах до реалій національної транспортної системи.

Отримані висновки можуть бути використані для подальшої розробки методичних рекомендацій щодо управління витратами міського транспорту, що сприятиме підвищенню ефективності перевезень, покращенню фінансової стійкості транспортних підприємств та вдосконаленню якості надання транспортних послуг у смарт-містах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Drury, C. Management and Cost Accounting. 10th ed. Boston: Cengage Learning, 2019. 912 p.
2. Horngren, C. T., Datar, S. M., Rajan, M. V. Cost Accounting: A Managerial Emphasis. 17th ed. Boston: Pearson, 2017. 912 p.
3. Ясінська, А. (2024). Теоретико-концептуальні аспекти впровадження управлінського обліку на підприємствах логістики. *Економіка та суспільство*, (67). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-67-107>
4. Rodrigue J.-P. The Geography of Transport Systems. 6th ed. London : Routledge, 2024. 402 p.
5. Audouin, M., Finger, M. Digitalization in Public Transport: A Review. *Built Environment*. 2019. Vol. 45, No. 4. P. 643–658.
6. Elassy M., Al-Hattab M., Takruri M., Badawi S. Intelligent transportation systems for sustainable smart cities. *Transportation Engineering*. 2024. 16. 100252. ISSN 2666-691X. URL <https://doi.org/10.1016/j.treng.2024.100252>
7. Barcelona Smart City Technologies. Barcinno. URL <https://www.barcinno.com/barcelona-smart-city-technologies/>
8. Smart Columbus. URL <https://smartcolumbus.com/>
9. Anwar A. H. M., Oakil A. T. Smart Transportation Systems in Smart Cities: Practices, Challenges, and Opportunities for Saudi Cities. In: *Smart Cities*. A. H. M. Mehbub Anwar, Abu Toasin Oakil (Eds.). Springer, 2023. P. 315–337. URL https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-35664-3_17

10. Burlacu M., Boboc R. G., Butilă E. V. Smart Cities and Transportation: Reviewing the Scientific Character of the Theories. Sustainability. 2022. 14(13). 8109. URL <https://doi.org/10.3390/su14138109>
11. International Energy Agency. Electric Vehicles. 2023. URL <https://www.iea.org/reports/electric-vehicles>.
12. Методичні рекомендації з формування собівартості перевезень (робіт, послуг) на транспорті, затверджені наказом Мінітрансу від 05.02.2001 р. № 65. URL <https://document.vobu.ua/doc/22016#:~:text=%D0%94%D0%BE%20%D0%BD%D0%B5%D0%BF%D1%80%D1%8F%D0%BC%D0%B8%D1%85%20%D0%B2%D0%B8%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%20%D0%BD%D0%B0%D0%B%D0%B5%D0%B6%D0%B0%D1%82%D1%8C%20%D0%B2%D0%B8%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B8%2C,%D0%B2%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8E%20%D1%82%D0%B0%20%D0%BE%D0%B1%D1%81%D0%BB%D1%83%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8E%20%D0%B2%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%83>.
13. Rodrigue J.-P., Notteboom T. The Geography of Transport Systems 3.3 – Transport Costs. URL <https://transportgeography.org/contents/chapter3/transport-costs/#:~:text=,passengers%20and%20freight%20are%20carried>.
14. Farion V., Pytel S., Kornyat I. Integrated accounting classification of expenses and incomes of the main activities of passenger carriers. Herald of Economics. 2023. № 4. P. 61–73. URL <https://doi.org/10.35774/visnyk2022.04.061>.
15. Ravindra S. The Transformation That Barcelona Had Undergone To Become A Smart City. 2018. [Онлайн]. Доступно: <https://www.barcinno.com/barcelona-smart-city-technologies/>
16. Поливана Л. А., Герасимчук М. С. Відмінності управлінського та фінансового обліку витрат на підприємстві. Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна. 2023. [Онлайн]. Доступно: https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/14074/1/AKTUAL_NI_PROBLEMY_HOSTYNNOSTI_22-47-48.pdf#:~:text=3,%D0%B2%D0%B8%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%20%E2%80%93%20%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96%20%D1%82%D0%B0%20%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%96.
17. European Commission. EU Emissions Trading System (EU ETS). [Онлайн]. Доступно: https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_en.
18. Zadorozhnyi Z.-M., Muravskiy V., Shevchuk O. Management accounting of the transportation services' self-cost using a global positioning system. Scientific Bulletin of Polissia. 2018. 1. P. 25–30. DOI: 10.25140/2410-9576-2018-2-2(14)-25-30. URL https://www.researchgate.net/publication/328761955_MANAGEMENT_ACCOUNTING_OF_THE_TRANSPORTATION_SERVICES'_SELF-COST_USING_A_GLOBAL_POSITIONING_SYSTEM#:~:text=statement%20of%20basic%20materials,collection%20and%20processing%20of%20accounting.
19. Vărzaru A. A. Assessing digital transformation of cost accounting tools in healthcare. Int J Environ Res Public Health. 2022. 19(23). 15572. DOI: 10.3390/ijerph192315572. PMID: PMC9736462, PMID: 36497649. URL <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9736462/#:~:text=questionnaire%20among%20Romanian%20accountants%20who,model%20provides%20managers%20in%20healthcare>

REFERENCES

1. Drury, C. (2019). *Management and cost accounting* (10th ed.). Cengage Learning.
2. Horngren, C. T., Datar, S. M., & Rajan, M. V. (2017). *Cost accounting: A managerial emphasis* (17th ed.). Pearson.
3. Yasinska, A. (2024). Theoretical and conceptual aspects of implementing management accounting in logistics enterprises. *Economy and Society*, (67). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-67-107>
4. Rodrigue, J.-P. (2024). *The geography of transport systems* (6th ed.). Routledge.
5. Audouin, M., & Finger, M. (2019). Digitalization in public transport: A review. *Built Environment*, 45(4), 643–658.
6. Elassy, M., Al-Hattab, M., Takruri, M., & Badawi, S. (2024). Intelligent transportation systems for sustainable smart cities. *Transportation Engineering*, 16, 100252. <https://doi.org/10.1016/j.treng.2024.100252>
7. Barcelona Smart City Technologies. (2018). *Barcinno*. Retrieved from <https://www.barcinno.com/barcelona-smart-city-technologies/>
8. Smart Columbus. (n.d.). Retrieved from <https://smartcolumbus.com/>
9. Anwar, A. H. M., & Oakil, A. T. (2023). Smart transportation systems in smart cities: Practices, challenges, and opportunities for Saudi cities. In A. H. M. Mehbub Anwar & A. T. Oakil (Eds.), *Smart cities* (pp. 315–337). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35664-3_17
10. Burlacu, M., Boboc, R. G., & Butilă, E. V. (2022). Smart cities and transportation: Reviewing the scientific character of the theories. *Sustainability*, 14(13), 8109. <https://doi.org/10.3390/su14138109>
11. International Energy Agency. (2023). *Electric vehicles*. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/electric-vehicles>
12. Ministry of Transport of Ukraine. (2001). *Methodological recommendations for the formation of transportation costs*. Order No. 65. Retrieved from <https://document.vobu.ua/doc/22016>
13. Rodrigue, J.-P., & Notteboom, T. (n.d.). *The geography of transport systems 3.3 – Transport costs*. Retrieved from <https://transportgeography.org/contents/chapter3/transport-costs>
14. Farion, V., Pytel, S., & Kornyat, I. (2023). Integrated accounting classification of expenses and incomes of the main activities of passenger carriers. *Herald of Economics*, (4), 61–73. <https://doi.org/10.35774/visnyk2022.04.061>
15. Ravindra, S. (2018). *The transformation that Barcelona had undergone to become a smart city*. Retrieved from <https://www.barcinno.com/barcelona-smart-city-technologies/>
16. Polyvana, L. A., & Herasymchuk, M. S. (2023). Differences between managerial and financial accounting of costs in enterprises. *State Biotechnology University, Kharkiv, Ukraine*. Retrieved from https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/14074/1/AKTUAL_NI_PROBLEMY_HOS_TYNNOSTI_22-47-48.pdf
17. European Commission. (n.d.). *EU emissions trading system (EU ETS)*. Retrieved from https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_en
18. Zadorozhnyi, Z.-M., Muravskyi, V., & Shevchuk, O. (2018). Management accounting of the transportation services' self-cost using a global positioning system. *Scientific Bulletin of Polissia*, 1, 25–30. [https://doi.org/10.25140/2410-9576-2018-2-2\(14\)-25-30](https://doi.org/10.25140/2410-9576-2018-2-2(14)-25-30)
19. Vărzaru, A. A. (2022). Assessing digital transformation of cost accounting tools in healthcare. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(23), 15572. <https://doi.org/10.3390/ijerph192315572>

Ruslan Brukhanskyi, Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Business Analytics and Innovation Engineering, West Ukrainian National University, Ukraine

Andrii Homotiuk, PhD in Economics, Department of International Economics, West Ukrainian National University, Ukraine

Methodology for cost formation and determination of passenger transportation costs in a smart city: accounting and control

Abstract

Introduction. The digitalization of the transport sector is transforming traditional approaches to management accounting and cost control, especially in smart cities. The implementation of Intelligent Transport Systems (ITS), IoT solutions, GPS monitoring, and Big Data not only enhances the efficiency of transportation but also optimizes cost accounting and analysis. At the same time, cost calculation methods require adaptation to new economic and technological conditions.

Research objective. The study aims to develop theoretical and methodological approaches to cost formation and the determination of passenger transportation costs in a smart city, as well as to improve the cost accounting and control system through the use of digital technologies.

Methodology. The study employs system analysis methods, comparative analysis of costs in traditional and digital transport systems, Activity-Based Costing (ABC), Standard Costing, and Cost Center Accounting. Empirical data on the impact of digitalization on urban transport costs were also analysed, including case studies on the implementation of intelligent transport systems in various cities worldwide.

Results. The study substantiates the feasibility of using modern cost calculation methods to enhance cost accounting transparency in transport companies. A model for integrating digital technologies into management accounting is proposed, enabling real-time cost control and informed decision-making on tariff policies and route optimization. The analysis shows that the use of digital solutions can reduce operating costs by 10–20% due to automated transport management, improved resource utilization, and the implementation of analytical tools.

Keywords: management accounting; transport costs; digitalization; smart city; ABC costing; IoT; Big Data; GPS monitoring; cost calculation; intelligent transport systems.

Cite as: Brukhanskyi, R., and Homotiuk, A. (2024). Methodology for cost formation and determination of passenger transportation costs in a smart city: accounting and control. *Economic analysis*, 34 (4), 567-586. DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2024.04.567>