

А. БОНДАР, О. ЛАПКІН

## МЕТОДИ Й МОДЕЛІ ФОРМУВАННЯ ПОРТФЕЛЮ ПРОЄКТІВ РОЗВИТКУ МІСЬКОГО ТРАНСПОРТУ НА БАЗІ КОНЦЕПЦІЇ СМАРТ ПОРТ-СІТІ

**Предметом** розгляду в статті є методи й моделі формування портфелю проєктів розвитку транспортної інфраструктури портового міста. **Мета роботи** – дослідження особливостей проєктів розвитку транспортної інфраструктури міста за участю позауличного транспорту, зокрема його морського складника, на основі сучасної концепції Смарт Порт-Сіті, яка враховує гармонійне цілевизначення напрямів розвитку міста й порту. У роботі розв’язуються такі **завдання**: аналіз стану та проблем транспортної інфраструктури портового міста; визначення множини проєктів на базі концепцій Смарт Сіті та Смарт Порт; цілевизначення та вплив стейкхолдерів на ініціювання проєктів позауличних видів транспорту; моделювання складу портфелю проєктів Смарт Порт-Сіті та їх рейтингової оцінки. Під час дослідження застосовуються такі **методи**: порівняльний аналіз, синтез, теорія множин, теорія управління проєктами, рейтингове оцінювання. **Здобуті результати**. Визначено, що Смарт Сіті є концепцією, що сприяє інноваційним рішенням з управління всіма видами транспорту на рівні окремого міста. Систематизовано цілевизначення, що відображає участь органів державного управління та суб’єктів комерційної діяльності міста в ініціюванні проєктів за напрямом розширення сфери використання позауличних видів транспорту. Для міст, у яких особливе значення має робота порту, чимало проєктів оснований на концепції Смарт Порт. Поєднання цих двох концептуальних засад набуло форми Смарт Порт-Сіті, що містить широке коло ініціатив проєктів з отримання нових перспективних орієнтирів розвитку міст і портів. Установлено процедуру відбору проєктів за такими ініціативами до портфелю та матричну форму рейтингової оцінки проєктів з боку як міста, так і порту. **Висновки**. Запропонований підхід до відбору проєктів, що впливають із системного цілевизначення в розв’язанні транспортних проблем міста й функціональних галузей порту. Розроблено формалізовану процедуру відбору проєктів до портфелю з позицій Смарт Порт-Сіті, що дає змогу, по-перше, ідентифікувати проєкти, які відповідають спільним цілям міста й порту; по-друге, виконати рейтингове оцінювання проєктів відповідно для міського та портового складника; по-третє, за встановленою межею визначити проєкти з найбільшим пріоритетом.

**Ключові слова**: проєкт; портфель; міський транспорт; позауличний транспорт; Смарт Порт-Сіті.

### Вступ

На сьогодні понад половина населення Землі вже проживає в міських агломераціях, а до 2030 р. цей показник може зрости до 2/3 світового населення. Міста набувають усе більшого значення, а розвиток транспортної інфраструктури є одним із найактуальніших питань міського життя. В Одеській області лівову частину пасажирських перевезень виконує міський громадський транспорт, а всі інші види перевезень, зокрема приміські, міжміські та внутрішньообласні, є незначними.

До початку воєнного стану в нашій країні проводилось оновлення парків громадського транспорту в різних містах. Одеса також не стала винятком. 25 листопада 2020 р. урядом було ухвалено використання позики в розмірі 200 млн євро від Європейського інвестиційного банку (ЄІБ) для фінансування проєкту "Міський громадський транспорт України II". Позика мала бути витрачена на оновлення парків громадського транспорту в українських містах, насамперед на закупівлю електричного громадського транспорту (трамваїв,

тролейбусів, електробусів, вагонів метро), а також на будівництво й оновлення мережі трамвайних і троллейбусних ліній та заміну тягових підстанцій. Проєкт "Міський громадський транспорт України II" мав впливати на безпеку дорожнього руху, зменшуючи його та сприяючи переходу з приватного транспорту на громадський.

Серед визначених 18 міст-учасників цього проєкту Одеса – єдине місто з можливістю залучення морського транспорту до відповідного підпроєкту, а напрями розвитку інфраструктури Одеського порту окремою позицією передбачають розвиток пасажирського комплексу. Але проєкт за участю ЄІБ, на жаль, не враховує особливостей територіального розташування міста, його традицій і накопиченого десятиліттями досвіду роботи в морських міських і приміських сполученнях.

### Постановка проблеми

Надійне та результативне функціонування міського громадського транспорту є ключовим фактором соціально-політичної та економічної

стабільності в місті. Тому значної уваги потребує збільшення методів, технологій і інструментів управління, спрямованих на розроблення науково обґрунтованих рішень щодо надання якісних транспортних послуг населенню.

Розвиток транспортної інфраструктури регіонів і міст відбувається в системі соціокультурного, фінансово-економічного, інноваційного, правового, аналітичного, методичного напрямів [1]. Транспортні інфраструктурні проекти стосуються водночас усіх цих напрямів, а саме:

- соціокультурного, оскільки забезпечують відповідність державним соціальним нормативам у сфері транспортного обслуговування та зв'язку;

- фінансово-економічного, адже впливають на бюджетне планування для забезпечення державою соціальних стандартів; викликають необхідність прямих державних інвестицій на реалізацію проектів, спрямованих на модернізацію транспортної інфраструктури міст;

- інноваційного, що передбачає запровадження програм підвищення конкурентоспроможності територій, забезпечення державної підтримки інноваційних процесів;

- правового, що містить питання правового регулювання, які стосуються певного регіону;

- аналітичного, оскільки йдеться про забезпечення повноти інформації та комунікативних зв'язків між суб'єктами прийняття рішень і об'єктами державного управління;

- методичного, необхідного для отримання достовірної планової та прогнозової інформації в проектах, що ініціюються, на базі науково-обґрунтованих методів.

### Аналіз проблеми й наявних методів

Методологія управління проектами з огляду на особливості сфери транспорту загалом і окремих його видів набула активного застосування та подальшого розвитку в дослідженнях С. Бушуєва, С. Руденка, Т. Ковтун, І. Лапкіної, М. Малаксіано, С. Онищенко та інших учених [2–8]. Увагу до особливостей міських пасажирських перевезень приділено в роботах Ю. Давідіча, І. Чумаченка [9–12] та інших науковців, зокрема в дисертації [13]. Предметну галузь морського транспорту в проектах і портфелях проектів розглянуто в працях [14–18]. Але згадані роботи поза увагою залишають специфіку

проектів морського пасажирського транспорту в міських та приміських сполученнях і будь-яких видів міського позавуличного транспорту взагалі.

**Мета статті** – дослідити особливості структури портфелю проектів розвитку транспортної інфраструктури міста за участю позавуличного транспорту, зокрема його морського складника, на основі сучасної концепції Смарт Порт Сіті, яка враховує гармонійне цілевизначення напрямів розвитку міста й порту.

### Розв'язані завдання

#### Актуальні проблеми транспортної інфраструктури міста

Розвиток транспортної інфраструктури є одним із найактуальніших питань міського середовища. Відомо, що транспортна мережа є основою, навколо якої відбувається містобудування. В останні десятиліття транспортна інфраструктура м. Одеси розвивалася під впливом багатьох чинників. Необхідно насамперед наголосити на таких: відносна стійкість кількості населення (до 2001 р. – 1001 тис.; 2011 р. – 1009,1 тис.; 2021 р. – 1015,8 тис.; 2022 р. – 1010,5 тис.) [19]; дуже активний розвиток будівництва житла як в самому місті, так і в передмісті; темпи зростання кількості автомобілів на душу населення міста (до 10 % на рік). За інформацією [20], відповідно до індексу дорожнього руху *TomTom*, місто Одеса посіло 7-ме місце в Європі та 18-те у світі, поступившись серед усіх українських міст лише Києву (3-тє місце в Європі та 12-те у світі). За відносно стабільної кількості жителів Одеси спостерігається активне збільшення території, освоєної для житла, зростання середніх відстаней від територій масового нового будівництва до середмістя, кардинальне збільшення забудованих площ у вже розвинених районах центральної частини міста. Разом із змінами в структурі зайнятості населення, яке проживає в новобудовах, перелічені особливості сприяють додатковому збільшенню мобільності населення.

Аналіз одеської транспортної інфраструктури, виконаний у роботах [21, 22], дав змогу систематизувати її проблеми за сімома групами, серед яких необхідно згадати: недостатню транспортну комунікацію між центральною частиною міста та мікрорайонами; відсутність швидкісних магістралей; неналежну розвиненість сполучних

елементів інфраструктури між центрами утворення транспортних потоків; обмежені можливості для руху та паркування автомобілів у центральній частині міста; відсутність розвитку системи позавуличного транспорту тощо. Подальшу увагу в дослідженні приділено саме останньому з перелічених складників, що не втрачає своєї актуальності й нині, та є основою для ініціювання відповідних проєктів.

З огляду на географічне розташування міста, досвід останніх десятиліть ХХ ст. та відкриті можливості для відродження морських прибережних перевезень, логічною пропозицією серед проєктів розвитку системи позавуличного транспорту є відновлення послуг морського прибережного сполучення. Супутнім до збереження та поширення прогулянкові компоненти складником є використання пасажирських суден прибережної зони плавання саме як транспортних засобів для перевезень пасажирів. Розвиненість транспортної системи, зручність і якість міських транспортних сполучень для мешканців і гостей міста визначають важливий напрям відродження економіки міста й регіону загалом.

### **Проєкти розвитку транспортної інфраструктури на базі концепцій *Smart City* та *Smart Port***

Набуває популярності сучасна концепція *Smart City* (*Smart City*, Розумне місто), яка сприяє активному інноваційному розвитку та інформаційній підтримці кожного окремого міста. Відомо декілька інтерпретацій цієї концепції.

Під поняттям *Smart* розуміється загальний підхід у менеджменті та в управлінні проєктами до постановки цілей та їх планування, який визначає, що цілі мають бути *Specific* (специфічними, тобто відповідати змісту об'єкта), *Measurable* (вимірними), *Achievable* (досяжними), *Relevant* (відповідними) й *Time-bound* (визначеними в часі). *Smart* (*Self-monitoring, Analysis and Reporting Technology*) – це технологія автоматичного контролю, аналізу та звітування в галузі інформаційних технологій. *Smart* – кмітливий, розумний, що наголошує на розвинутому інтелектуальному складнику об'єкта. На наш погляд, нині відбувається поєднання всіх трьох згаданих напрямів щодо зазначеної концепції.

Ідея Розумного міста з'явилась наприкінці минулого століття. На сьогодні список міст, особливо мегаполісів, де ця концепція є основою розроблення власної системи управління та пріоритетних напрямів розвитку, активно поповнюється. До таких міст

належать Сінгапур, Гельсінкі, Цюрих, Окленд, Осло – лідери рейтингу *IMD Business School* у вересні 2020 р. За інформацією *McKinsey*, до 2025 р. внесок таких міст до світового ВВП дорівнюватиме 60%. До 2020 р. індустрія Розумних міст стала активним ринком з 400 млрд дол. і охоплює 600 міст у всьому світі. Із загальної кількості 109 міст у згаданому рейтинговому списку Київ посів 98 місце. В Україні на фінансування програми "Електронна столиця" 2022 р. було передбачено понад 2 млн грн із міського бюджету, а за результатами рейтингового оцінювання щодо втілення інноваційних рішень у міську інфраструктуру в межах *Kyiv Smart City Forum 2020* найбільш "розумним" українським містом із населенням до 100 тис. осіб 2020 р. визнано Мукачево.

*Smart City* об'єднує різні функціональні галузі, такі як *Smart energy* (з усіма видами енергозабезпечення, зокрема альтернативні джерела); *Smart transport* (з усіма видами міського та приміського, загальнодоступного й особистого транспорту, відповідними транспортними потоками й транспортною інфраструктурою); *Smart water and gas*; *Smart city center*; *Smart living* (з будівлями житлового, комерційного й промислового призначення). Технічне та технологічне забезпечення містить мережу датчиків сенсорів, відеокамер, мобільних бездротових мереж та алгоритми динамічного аналізу вхідних інформаційних потоків. Отримана інформація призначена для надання детального та всебічного опису міського середовища з метою прийняття рішень щодо вдосконалення та розвитку. У роботі [23] склад функціональних галузей *Smart City* подається в такому вигляді: транспорт і мобільність, природні ресурси та енергія, будівництво й архітектура, якість життя, економічний розвиток, уряд. Зазначимо, що транспортний складник є невід'ємною та значущою частиною функціональної структури *Smart City* в різних її поданнях.

У подальшому дослідженні будемо спиратися на структуру *Smart City* у складі: енергія, транспорт, вода, газ, міське середовище, дім із додаванням підтримки функціональних зв'язків із владою – складником "уряд".

Управління транспортом здійснюється на базі широкого використання інформаційних технологій, IoT (Інтернету речей), зокрема в режимі реального часу, оптимізаційних алгоритмів зменшення відстані та часу переміщення пасажирів і вантажів, використання техніко-експлуатаційних характеристик

транспортних засобів тощо. Усе це відкриває широкі можливості для визначення системи цілей у розв'язанні проблемних завдань щодо підвищення пропускної здатності транспортних артерій, зменшення транспортного напруження на окремих ланках інфраструктури шляхом упровадження альтернативних (зокрема з урахуванням фактора сезонності) маршрутів як для вже наявних видів транспорту, так і в комбінації з новими видами.

Генеральною метою складника "транспорт" необхідно вважати найбільш повне забезпечення мобільності мешканців міста на основі розвинених транспортних сполучень. Серед цілей першого рівня, спрямованих на розв'язання визначених і згаданих вище проблем, зосередимо подальшу увагу на запровадженні перевезень позауличним транспортом, зокрема його комбінованого використання з традиційними видами міського транспорту. Зазначені цілі першого рівня, а також локальні цілі другого рівня показано на рис. 1.

Необхідно звернути увагу на роль стейкхолдерів в ініціюванні проєктів, що відповідають зазначеним цілям. Безумовно, вагома участь у впровадженні та підтримці таких проєктів належить державним органам управління, а саме муніципалітету. Також необхідно наголосити, що ініціатива може йти від суб'єктів комерційної діяльності, особливо зважаючи на те, що подальше оперування створеними об'єктами може виконуватись компаніями, що вже працюють на ринку або будуть створені в межах відповідних проєктів.

Ініційована в порту Гамбург 2012 р. новаторська концепція Розумного порту (Смарт Порт) застосовується в різних портах світу, зокрема Антверпені, Барселоні, Гамбурзі, Лос-Анджелесі, Монреалі, Пусані, Роттердамі, Сінгапурі тощо. У світі існує 33 мегаполіси з населенням понад 10 млн осіб, з яких 25 – портові міста, що обслуговують близько 25% обсягу світових контейнерних перевезень. Однак концепція Розумного порту не обмежується використанням тільки у великих містах і портах, адже вона може успішно застосовуватись і в портах, менших за масштабами.

Смарт Порт вирішує типові завдання, пов'язані з управлінням портовими операціями, такими як контроль судозаходів, використання портового обладнання, пересування вантажів, зокрема небезпечних, територією порту, їх складське зберігання тощо. Загальносвітові тенденції зростання розмірів транспортних і круїзних суден, обсягів перевалки

вантажів та обслуговування пасажирів впливають на виникнення нових завдань, технологічною основою розв'язання яких є IoT. Адже зазначена технологія сприяє покращенню складської логістики, управління запасами, автоматизації процесів навантаження, вивантаження, відправлення та транспортування [24].

У роботі [25] на основі значної кількості проаналізованих джерел наведено склад функціональних галузей Смарт Порту, а саме: Смарт управління суднами, Інтелектуальні транспортні потоки, Смарт інфраструктура, Смарт контейнери, Інтелектуальна інформаційна система. У подальшому дослідженні спираємось на цей перелік з його доповненням складниками – Смарт логістика, Смарт система безпеки та екологічний моніторинг.

Поєднання Смарт Сіті та Смарт Порту сприяло виникненню концепції Смарт Порт-Сіті. Прикладом застосування такої концепції є багато великих і малих сучасних портів-міст [26–28]. Реалізація Смарт Порт-Сіті в муніципальних органах влади та портової адміністрації ґрунтується на збалансованих інтересах, що враховують результати аналізу прозорих інтегрованих даних із двох відповідних джерел – міста й порту. У цьому разі портове місто розглядається як цілісний суб'єкт, що сприяє генерації спільних дій, наприклад, у боротьбі з кліматичними змінами. Основні напрями таких дій спрямовані на зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу, захист довкілля, підвищення здорових умов і якості життя людей. До останнього складника безпосередньо належить забезпечення сталої мобільності населення, а міські та транзитні транспортні засоби в цьому контексті відіграють важливу роль. Наслідки забруднення від викидів шкідливих речовин стають усе більш небезпечними для людей та всієї екосистеми, тому Смарт міське середовище та Смарт система безпеки та екологічного моніторингу мають бути орієнтованими на громадський транспорт і транспортні засоби особистого користування, а також вантажні перевезення регулярного характеру. Така ситуація є особливо небезпечною в містах, де порт розташований неподалік від житлових кварталів, як у м. Одеса.

Метою Розумного міста та порту є не тільки цифрове об'єднання всіх вхідних інформаційних елементів з кожного боку, але й багатоаспектна співпраця між урядовими структурами, бізнес-середовищем та міським населенням.



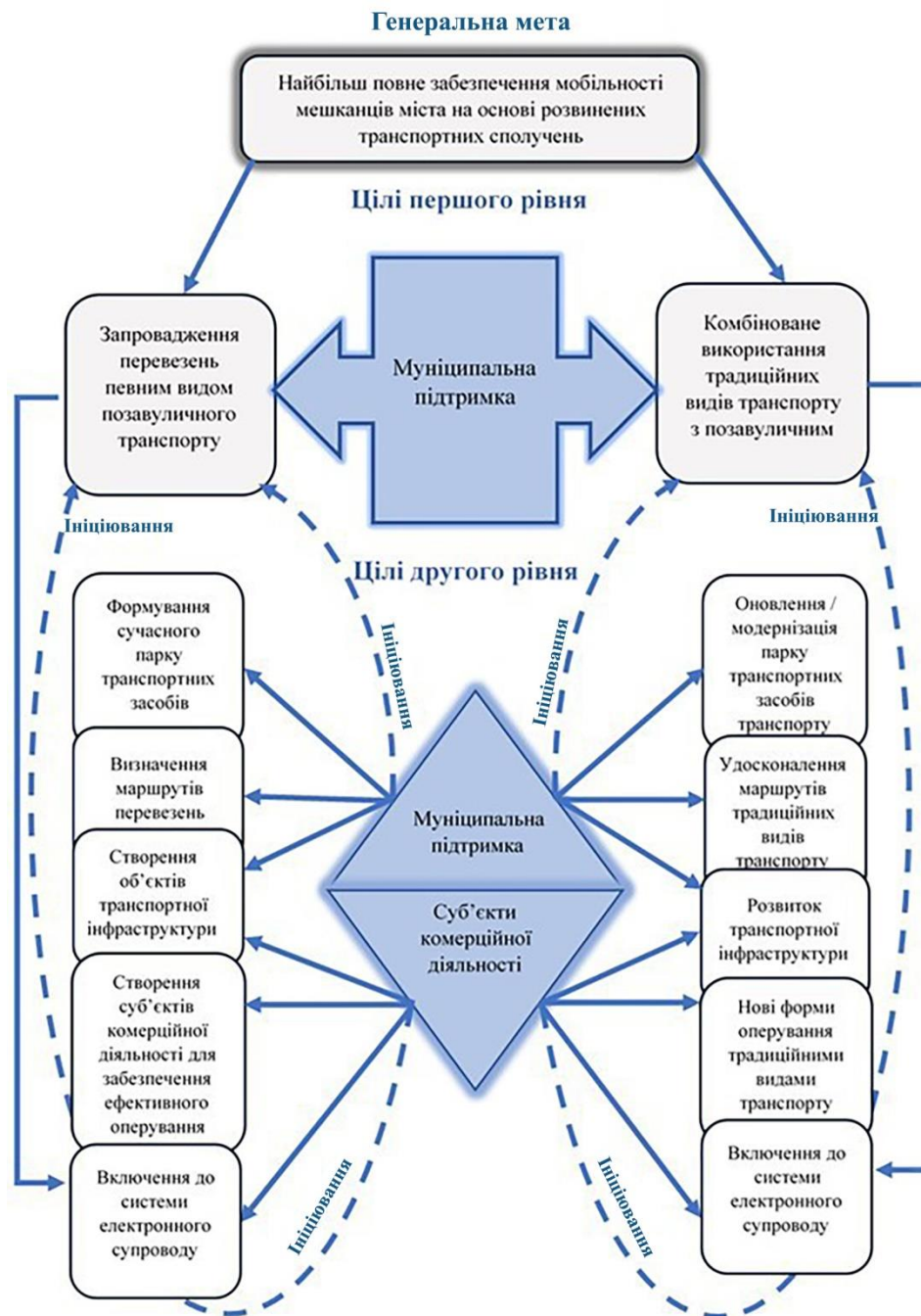


Рис. 1. Цілевизначення та ініціювання проєктів за участю позавуличних видів транспорту

На рівні розроблення макромоделі транспортної інфраструктури міста в безпосередньому взаємозв'язку з розвитком портового виробництва виникає перетин множин проєктів, що належать до відповідних функціональних галузей Смарт Сіті та Смарт Порту. Це відбувається для оптимізації транспортних, пасажиро- та вантажопотоків у міському просторі для забезпечення загальної міської мобільності, а також потреб порту. Планування та координація різних видів транспорту на міському рівні враховують

центри вантажних (порт) та пасажирських (райони міста, порт) потоків; використання традиційних вуличних (трамваї, тролейбуси, автобуси, маршрутні таксі, автомобілі) та альтернативних, зокрема позавуличних, видів транспорту (швидкісний трамвай, канатні дороги, водний міський транспорт, велосипеди, скутери тощо); проєктування дорожньої інфраструктури; використання інформаційних засобів моніторингу тощо. Концепція Смарт Порт-Сіті містить чимало проєктів щодо набуття нових знань, розроблення

технологій, систем, виробництва продуктів та надання послуг. Ініціювання таких проєктів спрямоване на забезпечення перспективних напрямів розвитку міст і портів, раціонального управління, ефективного використання ресурсів, підвищення цінностей міського середовища та досягнення високої результативності в портовій виробничій діяльності. Визначення складу проєктів та їх пріоритетність має відбуватись з урахуванням складників, що належать як до проблем міста, так і порту.

### Методика визначення складу портфелю проєктів Смарт Порт-Сіті та їх рейтингової оцінки

Визначимо множину проєктів функціональної галузі "Транспорт" у складі Смарт Сіті як  $\{P_{w^m}^{m-m}\}$ , де верхній індекс – відношення проєкту  $p$  до цільовизначення генеральної мети в розв'язанні транспортних проблем на рівні міста, а нижній –  $w^m$  ( $w^m = \overline{1, W^m}$ ) – індекс мети проєкту цієї функціональної галузі, що відповідає першому рівню цільовизначення за логічною послідовністю, поданою на рис. 1.

Серед функціональних галузей Смарт Порту виокремимо Інтелектуальні транспортні потоки та Смарт інфраструктуру. Позначимо множини проєктів кожного складника  $\{P_{w^n}^{n-mn}\}$  та  $\{P_{w^n}^{n-n-infp}\}$  відповідно. Верхній індекс визначає відношення до верхнього рівня цільовизначення за функціональною галуззю на рівні порту, а нижній –  $w^n$  ( $w^n = \overline{1, W^n}$ ) – індекс мети проєкту.

У такий спосіб формується загальна множина проєктів для їх подальшого відбору з позицій концепції Смарт Порт-Сіті. Процедура відбору до портфелю та пошуку рейтингу відібраних проєктів здійснюється за послідовністю, зображеною на рис. 2, та містить процеси, зміст яких викладено далі.

– Визначення цілей міста  $w^m = \overline{1, W^m}$  в проєктах функціональної галузі "Транспорт" у складі Смарт Сіті.

– Моделювання множини проєктів міста  $P^{m-m}$  у функціональній галузі "Транспорт" Смарт Сіті з визначеними цілями

$$P^{m-m} = \{p : P_{w^m}^{m-m}(p)\}. \quad (1)$$

– Моделювання множини  $P^m$  проєктів, де порт є стейкхолдером,

$$P^{m-m} \setminus P^m = \{p : p \in P^{m-m} \wedge p \notin P^m\} \quad (2)$$

окреслює коло проєктів, що надалі не розглядатимуться, оскільки не мають відношення до транспортних потоків за участю Порту. Тобто множина  $P^m$  містить лише проєкти за цілями, що визначають безпосереднє ініціювання або вплив на їх реалізацію Порту.

Необхідно зазначити, що для Смарт Сіті розглядається одна функціональна галузь, а саме "Транспорт". Натомість у складі Смарт Порту, як правило, досліджуються декілька функціональних галузей, оскільки сам Порт є об'єктом транспортної інфраструктури, до того ж складного характеру. Отже, впливати на транспортні потоки міста можуть проєкти з декількох функціональних галузей Порту. Наведемо послідовність процесів відбору таких проєктів.

– Визначення цілей  $w^n$  ( $w^n = \overline{1, W^n}$ ) проєктів функціональних галузей Смарт Порту. Зазначені функціональні галузі Смарт Порту утворюють декілька відповідних множин проєктів.

– Для кожної з цілей, що розглядаються далі за двома галузями, такі множини подані для Інтелектуальних транспортних потоків –

$$P^{n-mn} = \{p : P_{w^n}^{n-mn}(p)\} \quad (3)$$

і для Смарт інфраструктури –

$$P^{n-n-infp} = \{p : P_{w^n}^{n-n-infp}(p)\}. \quad (4)$$

– Моделювання множини проєктів  $P^n$  задіяних функціональних галузей Смарт Порту, що відповідають визначеним цілям

$$P^n = \{P^{n-mn}\} \cup \{P^{n-n-infp}\}. \quad (5)$$

– Моделювання множини проєктів  $P^{c-n-c}$ , що відповідають спільним цілям Смарт Сіті та Смарт Порту

$$P^{c-n-c} = P^m \cap P^n = \{p : p \in P^m \wedge p \in P^n\}. \quad (6)$$

З розгляду вилучаються такі проєкти Смарт Сіті –

$$P^m = P^m \setminus P^{c-n-c} = \{p : p \in P^m \wedge p \notin P^{c-n-c}\} \quad (7)$$

та Смарт Порту –

$$P^n = P^n \setminus P^{c-n-c} = \{p : p \in P^n \wedge p \notin P^{c-n-c}\}, \quad (8)$$

а залишаються, відповідно,  $\overset{\vee}{P^m}$  та  $\overset{\vee}{P^n}$  ( $\overset{\vee}{P^m} \subset P^{c-n-c}$ ;  $\overset{\vee}{P^n} \subset P^{c-n-c}$ ). У такий спосіб формується первинний набір проєктів у портфелі Смарт Порт-Сіті. Подальша рейтингова оцінка встановлюється для проєктів із множини  $P^{c-n-c}$ .

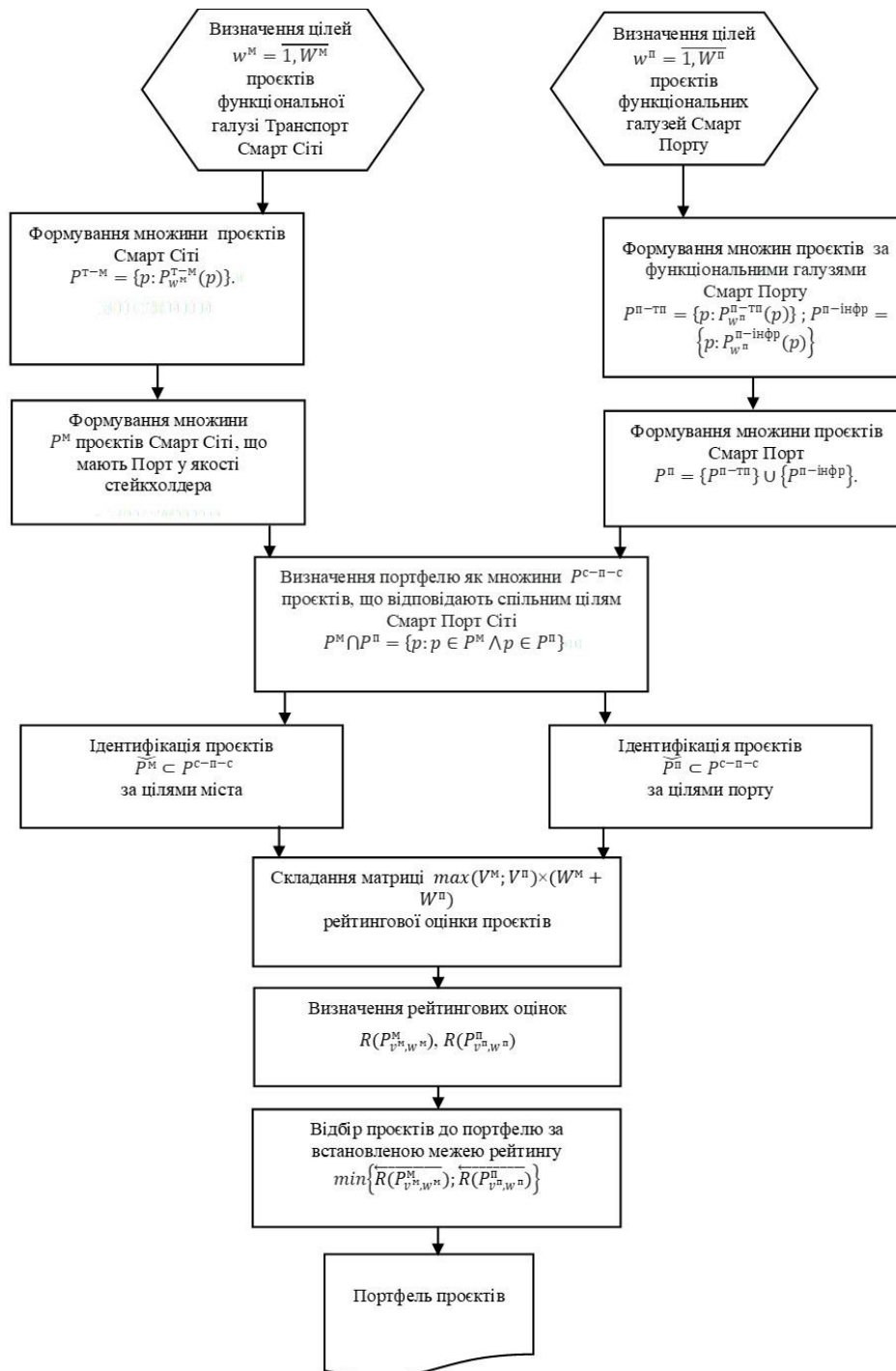


Рис. 2. Структурна схема етапів формування портфелю проектів та їх рейтингової оцінки

– Ідентифікація проектів Смарт Порт-Сіті з множини  $P^{c-n-c}$ , що належать до проектів Смарт Сіті  $P^M \subset P^{c-n-c}$ , за цілями  $w^M$  ( $w^M = \overline{1, W^M}$ ).

– Ідентифікація проектів Смарт Порт-Сіті з множини  $P^{c-n-c}$ , що належать до проектів Смарт Порту  $P^n \subset P^{c-n-c}$ , за цілями  $w^n$  ( $w^n = \overline{1, W^n}$ ).

– Побудова матриці розмірності  $\max(V^M; V^n) \times (W^M + W^n)$  рейтингової оцінки (рис. 3) за структурою:

– загальна кількість рядків визначається як  $\max(V^M; V^n)$ ;

– загальна кількість стовпців визначається як  $W^M + W^n$ ;

- визначення рівня пріоритету  $v^m = \overline{1, 2, \dots, V^m}$  для проектів  $P^m$  міського складника в лівій частині матриці відбувається за зростанням по рядках;
- визначення рівня пріоритету  $w^n = \overline{1, 2, \dots, W^n}$  для проектів  $P^n$  портового складника в правій

частині матриці відбувається за зменшенням по рядках.

- Визначення рейтингових оцінок для міського складника –  $R(P_{v^m, w^m}^m)$ , для портового складника –  $R(P_{v^n, w^n}^n)$ .

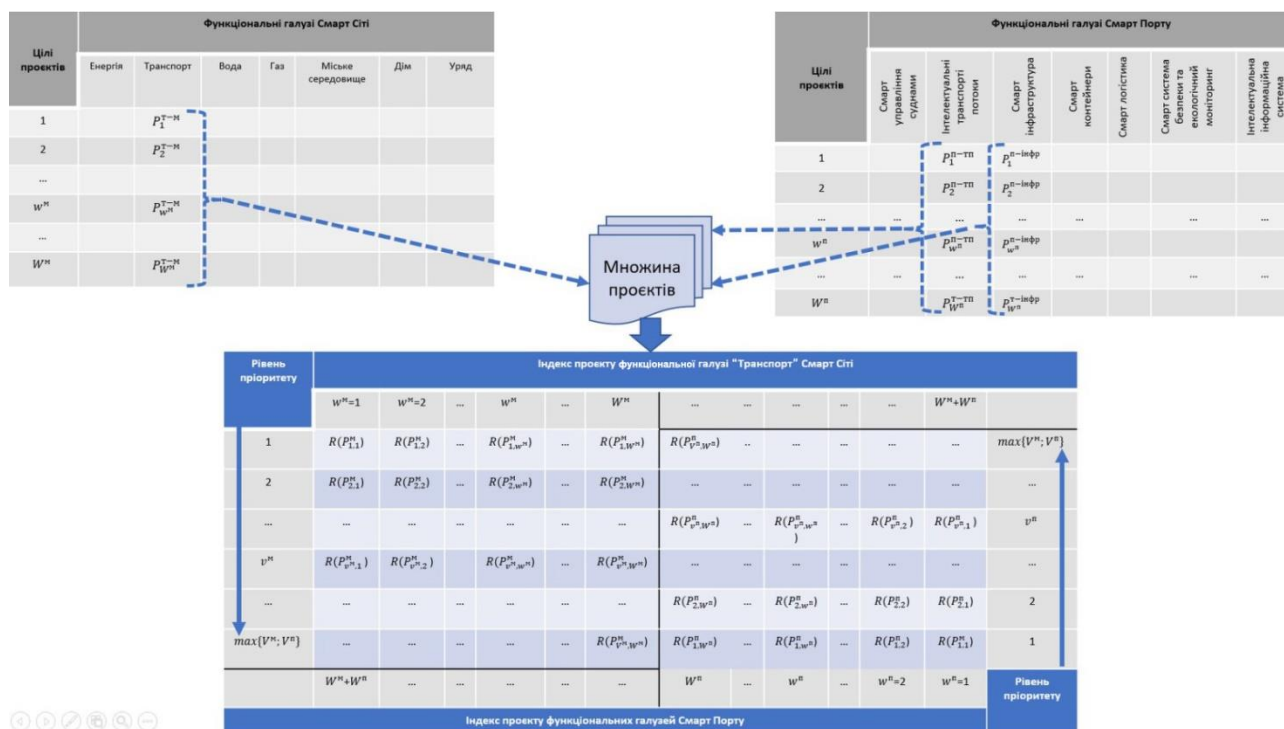


Рис. 3. Установлення рівнів пріоритетності проектів Smart Порт-Сіті

- Визначення верхньої межі рівнів пріоритету як заданих значень  $\overline{R(P_{v^m, w^m}^m)}$  та  $\overline{R(P_{v^n, w^n}^n)}$  відповідно для міського й портового складника та загальної верхньої межі для Smart Порт-Сіті:

$$\min \left\{ \overline{R(P_{v^m, w^m}^m)}; \overline{R(P_{v^n, w^n}^n)} \right\}. \quad (9)$$

- До портфелю належать проекти, для яких

$$R(P_{v^m, w^m}^m) \leq \min \left\{ \overline{R(P_{v^m, w^m}^m)}; \overline{R(P_{v^n, w^n}^n)} \right\} \quad (10)$$

та

$$R(P_{v^n, w^n}^n) \leq \min \left\{ \overline{R(P_{v^m, w^m}^m)}; \overline{R(P_{v^n, w^n}^n)} \right\}. \quad (11)$$

Більш пріоритетними є такі проекти Smart Порт-Сіті, для яких установлений рівень рейтингу дорівнює 1, 2, ... Збільшення рівня відповідає зменшенню пріоритетності проекту.

### Висновки

Проведений аналіз статистичної інформації та матеріалів із періодичних джерел, а також вивчення Генерального плану м. Одеси та інших нормативних документів, дав змогу виокремити найбільш значущі сучасні транспортні проблеми міста. Зі свого боку вони спонукають до ініціювання проектів, спрямованих на їх вирішення на базі сучасних концепцій і методологій.

Концепцією, що сприяє інноваційним рішенням з управління транспортом загального та особистого користування всіх видів на рівні окремого міста, є Smart Сіті. Виконана в цьому дослідженні систематизація цілевизначення відображає участь органів державного управління та суб'єктів комерційної діяльності міста в ініціюванні проектів за напрямом розширення сфери використання позауличних видів транспорту. Для міст, у яких



особливу роль відіграє робота порту, значна кількість проєктів ґрунтується на концепції Смарт Порт. Поєднання цих двох концептуальних засад набуло форми Смарт Порт-Сіті, яка містить чимало ініціатив проєктів щодо створення нових сервісів для перспективного розвитку міст і портів, підвищення цінностей міського середовища та результативності портової виробничої діяльності.

У роботі запропоновано підхід до визначення проєктів, що впливають із системного цілевизначення у розв'язанні транспортних проблем міста та проблем певних функціональних галузей порту. Розроблено методикку відбору проєктів до портфелю з позицій

Смарт Порт-Сіті, що дає змогу, по-перше, ідентифікувати проєкти, які відповідають спільним цілям міста та порту; по-друге, виконати рейтингове оцінювання проєктів відповідно для міського й портового складника; по-третє, за встановленою межею визначити проєкти з найбільшим пріоритетом.

Подальші дослідження будуть присвячені пошуку найбільш доцільних варіантів проєктів з-поміж альтернатив: запровадження перевезень певними видами позавуличного транспорту, зокрема морським прибережним; комбіноване використання традиційних вуличних видів транспорту з позавуличними видами.

## Список літератури

1. Храпкіна В. В., Солоха Д. В., Белякова О. В., Гевко В. Л. Концепти інноваційного розвитку підприємництва: монографія. Національний університет "Київо-Могилянська академія", Київ, 2018. 263 с.
2. Bushuyev S., Bushuyeva N., Bushuiev D., Bushuieva V. Cognitive Readiness of Managing Infrastructure Projects Driving by SMARTification. *IEEE European Technology and Engineering Management Summit, E-TEMS 2022*. Conference Proceedings. 2022. P. 196–201. DOI: <https://doi.org/10.1109/E-TEMS53558.2022.9944458>
3. Bushuyev S., Onyshchenko S., Bushuyeva N., Bondar A. Modelling projects portfolio structure dynamics of the organization development with a resistance of information entropy. *IEEE 16th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*. 2021. No. 2. P. 293–298. DOI: <https://doi.org/10.1109/CSIT52700.2021.9648713>
4. Biloshchyska S., Bondar A., Bushuyev S., Malaksiano N. Structure of the project-oriented organization energy entropy. *Scientific Journal of Astana IT University*. 2020. No. 3 (3). P. 28–34. DOI: <https://doi.org/10.37943/AITU.2020.33.24.003>
5. Rudenko S., Kovtun T., Smokova T. Breaking risk the integration links between the participants of transport and logistic infrastructure projects. *CEUR Workshop Proceedings*. 2021. Vol. 2851. P. 45–56. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2851> (дата звернення: 09.04.2023)
6. Lapkina I., Malaksiano M., Savchenko Y. Design and optimization of maritime transport infrastructure projects based on simulation modeling. *Proceedings of the 1st International Workshop IT Project Management (ITPM 2020)*. 2020. P. 36–45. URL: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-85082109061&partnerID=MN8TOARS> (дата звернення: 09.04.2023)
7. Malaksiano M., Melnyk O. Effectiveness assessment of non-specialized vessel acquisition and operation projects, considering their suitability for oversized cargo transportation. *Transactions on Maritime Science*. 2020. Vol. 9. No. 1. P. 23–34. DOI: <https://doi.org/10.7225/toms.v09.n01.002>
8. Onyshchenko S., Bondar, A., Andrievska, V., Sudnyk, N., Lohinov, O. Constructing and exploring the model to form the road map of enterprise development. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 5. No. 3 (101). P. 33–42. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.179185>
9. Chumachenko I., Davidich N., Galkin A. Information support of simulation of vehicle flow distribution in urban projects of sustainable development. *Intelligent information systems for decision support in project and program management: collective monograph*. Riga, 2021. P. 25–41. DOI: <https://doi.org/10.30837/978-9984-891-21-7>
10. Davidich N., Galkin A., Iwan S., Kijewska K., Chumachenko I., Davidich Y. Monitoring of urban freight flows distribution considering the human factor. *Sustainable Cities and Society*. 2021. Vol. 75(103168). P. 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103168>
11. Davidich N., Galkin A., Sabadash V., Chumachenko I., Melenchuk T., Davidich Y. Projecting of urban transport infrastructure considering the human factor. *Scientific Letters of the University of Žilina*. 2020. Vol. 22. Issue 1. P. 84–94. URL: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-85077917124&partnerID=MN8TOARS> (дата звернення: 09.04.2023)
12. Davidich N., Chumachenko I., Davidich Y., Taisiia H., Artsybasheva N., Tatiana M. Advanced Traveller Information Systems to Optimizing Freight Driver Route Selection. *13th International Conference on Developments in eSystems Engineering (DeSE)*. 2020. P. 111–115. DOI: <https://doi.org/10.1109/DeSE51703.2020.9450763>
13. Чечет А. М. Методи та моделі управління портфелем проєктів надання транспортних послуг міст : автореф. дис. канд. техн. наук: 05.13.22. *Національний транспортний університет*. Київ, 2018. 20 с.
14. Lapkina I., Prykhno Y., Lapkin O. Content optimization of the development of multiproject of a shipping company. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 2. No. 3 (104). P. 50–57. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.199477>

15. Rudenko S., Shakhov A., Lapkina I., Shumylo O., Malaksiano M., Horchynskiy I. Multicriteria Approach to Determining the Optimal Composition of Technical Means in the Design of Sea Grain Terminals. *Transactions on Maritime Science*. Split, 2022. 11(1). P. 28–44. DOI: <https://doi.org/10.7225/toms.v11.n01.003>
16. Павлова Н. Л., Онищенко С. П. Концепція моделювання оптимальних параметрів проєктів портфеля проєктно-орієнтованої організації. *Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Математичне моделювання в техніці і технологіях*. 2020. № 1 (1355). С. 75–79. DOI: <https://doi.org/10.20998/2222-0631.2020.1.11>
17. Pavlova N., Onyshchenko S., Obronova A., Chebanova T., Andriievska V. Creating the agile-model to manage the activities of project-oriented transport companies. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 1. No. 3 (109). P. 51–59. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225529>
18. Vereshchaka N. Optimization of infrastructure project product parameters. *Innovative technologies and scientific solutions for industries*. 2020. No. 4 (14). P. 31–39. DOI: <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2020.14.031>
19. Чисельність населення в місті Одеса. МінфінМедіа, URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/reference/people/town/odessa> (дата звернення: 09.04.2023)
20. Kyiv ranks 12th in TomTom's 2019 Traffic Index. *УНІАН Information Agency*. URL: <https://www.unian.info/kyiv/10852757-kyiv-ranks-12th-in-tomtom-s-2019-traffic-index.html> (дата звернення: 09.04.2023)
21. Лапкін О. О. Проблеми транспортної інфраструктури Одеси та проєкти для їх вирішення. *Вісник ОНМУ*. 2019. Вип. 3 (60). С. 109–123. DOI: <https://doi.org/10.33082/2226-1893-2019-3-109-123>
22. Lapkin O. Analysis of Odessa city's transport infrastructure and prospective ways of main problems solving. *Science Engineering and Technology: Global Trends, Problems and Solutions. Conference proceeding*. Prague, 2020. P. 150–154.
23. Beškovnik B., Bajec P. Strategies and approach for smart city-port ecosystems development supported by the internet of things. *Transport*. 2021. No. 36 (5). P. 433–443. DOI: <https://doi.org/10.3846/transport.2021.16194>
24. Lacalle I., Belsa A., Vaño R., Palau C. E. Framework and Methodology for Establishing Port-City Policies Based on Real-Time Composite Indicators and IoT: A Practical Use-Case. *Sensors*. 2020. Vol. 20(15), 4131 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/s20154131>
25. Bessid S., Zouari A., Frikha A., Benabdelhafid A. Smart Ports Design Features Analysis: A Systematic Literature Review. *13th International modeling, optimization and simulation conference (MOSIM2020)*. AGADIR, Morocco. 2020, URL: <https://hal.science/hal-03177580> (дата звернення: 13.04.2023)
26. Shcherbak D. The concept of a "Smart Port" in the context of innovative management of maritime complex. *Економика и финанси (Узбекистан)*. 2021. P. 125–127. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/the-concept-of-a-smart-port-in-the-context-of-innovative-management-of-maritime-complex> (дата звернення: 13.04.2023)
27. Smart Port City—towards a digital integration of city and port infrastructure. *Abo Akademi University*. вебсайт. URL: <https://www.abo.fi/en/news/smart-port-city-towards-a-digital-integration-of-city-and-port-infrastructure/> (дата звернення: 09.04.2023)
28. Port Blair Municipal Smart City Proposal. Solution Exchange for Urban Transformation of India. URL: <https://smarnet.niua.org/content/8158c700-fbae-4a86-8c20-759a96ab1116> (дата звернення: 13.04.2023)

## References

1. Khrapkina, V., Sokokha, D., Beliakova, O., Gevko, V. (2018), *Concepts of innovative development of the enterprise: monograph*, National University of "Kyiv-Mohyla Academy", Kyiv, 263 p.
2. Bushuyev, S., Bushuyeva, N., Bushuiev, D., Bushuieva, V. (2022), "Cognitive Readiness of Managing Infrastructure Projects Driving by SMARTification", *IEEE European Technology and Engineering Management Summit, E-TEMS 2022*, Conference Proceedings, P. 196–201. DOI: <https://doi.org/10.1109/E-TEMS53558.2022.9944458>
3. Bushuyev, S., Onyshchenko, S., Bushuyeva, N., Bondar, A. (2021), "Modelling projects portfolio structure dynamics of the organization development with a resistance of information entropy", *IEEE 16th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*, No. 2, P. 293–298. DOI: <https://doi.org/10.1109/CSIT52700.2021.9648713>
4. Biloshchytska, S., Bondar, A., Bushuyev, S., Malaksiano, N. (2020), "Structure of the project-oriented organization energy entropy", *Scientific Journal of Astana IT University*, No. 3(3), P. 28–34. DOI: <https://doi.org/10.37943/AITU.2020.33.24.003>
5. Rudenko, S., Kovtun, T., Smokova, T. (2021), "Breaking risk the integration links between the participants of transport and logistic infrastructure projects", *CEUR Workshop Proceedings*, Vol. 2851, P. 45–56, available at: <https://ceur-ws.org/Vol-2851/> (last accessed 09.04.2023)
6. Lapkina, I., Malaksiano, M., Savchenko, Y. (2020), "Design and optimization of maritime transport infrastructure projects based on simulation modeling", *Proceedings of the 1st International Workshop IT Project Management (ITPM 2020)*, P. 36–45, available at: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-85082109061&partnerID=MN8TOARS> (last accessed 09.04.2023).

7. Malaksiano, M., Melnyk, O. (2020), "Effectiveness assessment of non-specialized vessel acquisition and operation projects, considering their suitability for oversized cargo transportation", *Transactions on Maritime Science*, Vol. 9, No. 1, P. 23–34. DOI: <https://doi.org/10.7225/toms.v09.n01.002>
8. Onyshchenko, S., Bondar, A., Andrievska, V., Sudnyk, N., Lohinov, O. (2019), "Constructing and exploring the model to form the road map of enterprise development", *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 5, No. 3(101), P. 33–42. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.179185>
9. Chumachenko, I., Davidich, N., Galkin, A. (2021), "Information support of simulation of vehicle flow distribution in urban projects of sustainable development", *Intelligent information systems for decision support in project and program management: collective monograph*, Riga, P. 25–41. DOI: <https://doi.org/10.30837/978-9984-891-21-7>
10. Davidich, N., Galkin, A., Iwan, S., Kijewska, K., Chumachenko, I., Davidich Y. (2021), "Monitoring of urban freight flows distribution considering the human factor", *Sustainable Cities and Society*, Vol. 75(103168), P.1–10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103168>
11. Davidich, N., Galkin, A., Sabadash, V., Chumachenko, I., Melenchuk, T., Davidich Y. (2020), "Projecting of urban transport infrastructure considering the human factor", *Scientific Letters of the University of Žilina*, Vol. 22, Issue 1, P. 84–94, available at: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-85077917124&partnerID=MN8TOARS> (last accessed 09.04.2023)
12. Davidich, N., Chumachenko, I., Davidich, Y., Taisiia, H., Artsybasheva, N., Tatiana, M. (2020), "Advanced Traveller Information Systems to Optimizing Freight Driver Route Selection", *13th International Conference on Developments in eSystems Engineering (DeSE)*, P. 111–115, DOI: <https://doi.org/10.1109/DeSE51703.2020.9450763>
13. Chechet, A. M. (2018), *Methods and models for managing the portfolio of projects for the provision of transport services in cities [Metodi ta modeli upravlinnia portfelem proektiv nadannia transportnikh poslug mist]: Dissertation abstract: 05.13.22*, National Transport University, Kyiv, 20 p.
14. Lapkina, I., Prykhno, Y., Lapkin, O. (2020), "Content optimization of the development of multiproject of a shipping company", *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 2, No. 3 (104), P. 50–57. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.199477>
15. Rudenko, S., Shakhov, A., Lapkina, I., Shumylo, O., Malaksiano, M., Horchynskyi, I. (2022), "Multicriteria Approach to Determining the Optimal Composition of Technical Means in the Design of Sea Grain Terminals", *Transactions on Maritime Science*, Split. 11 (1), P. 28–44. DOI: <https://doi.org/10.7225/toms.v11.n01.003>
16. Pavlova, N., Onyshchenko, S. (2020), "The concept of modeling the optimal parameters of the projects portfolio for a project-oriented organization", *Bulletin of the National Technical University "KhPI", Series: Mathematical modeling in engineering and technologies*, No. 1 (1355), P. 75–79. DOI: <https://doi.org/10.20998/2222-0631.2020.1.11>
17. Pavlova, N., Onyshchenko, S., Obronova, A., Chebanova, T., Andrievska V. (2021), "Creating the agile-model to manage the activities of project-oriented transport companies", *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 1. No. 3 (109). P. 51–59. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225529>
18. Vereshchaka, N. (2020), "Optimization of infrastructure project product parameters", *Innovative technologies and scientific solutions for industries*, No. 4 (14), P. 31–39. DOI: <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2020.14.031>
19. Number of inhabitants in Odesa, available at: <https://index.minfin.com.ua/ua/reference/people/town/odessa> (last accessed 09.04.2023)
20. "Kyiv ranks 12th in TomTom's 2019 Traffic Index", *UNIAN Information Agency*, available at: <https://www.unian.info/kyiv/10852757-kyiv-ranks-12th-in-tomtom-s-2019-traffic-index.html> (last accessed 09.04.2023)
21. Lapkin, O. (2019), "Transport infrastructure problems of Odessa and projects for their solution", *Herald of ONMU*, No. 3 (60), P. 109–123. DOI: 10.33082/2226-1893-2019-3-109-123
22. Lapkin, O. (2020), "Analysis of Odessa city's transport infrastructure and prospective ways of main problems solving", *Science Engineering and Technology: Global Trends, Problems and Solutions*, Prague, P. 150–154.
23. Beškovnik, B., Bajec, P. (2021), "Strategies and approach for smart city–port ecosystems development supported by the internet of things", *Transport*, No. 36 (5), P. 433–443. DOI: <https://doi.org/10.3846/transport.2021.16194>
24. Lacalle, I., Belsa, A., Vaño, R., Palau, C.E. (2020), "Framework and Methodology for Establishing Port-City Policies Based on Real-Time Composite Indicators and IoT: A Practical Use-Case", *Sensors*, Vol. 20(15), 4131. DOI: <https://doi.org/10.3390/s20154131>
25. Bessid, S., Zouari, A., Benabdelhafid, A. (2020), "Smart Ports Design Features Analysis: A Systematic Literature Review", *13th International modeling, optimization and simulation conference (MOSIM2020)*, AGADIR, Morocco, available at: <https://hal.science/hal-03177580> (last accessed 09.04.2023)
26. Shcherbak, D. (2021), "The concept of a "Smart Port" in the context of innovative management of maritime complex", *Economics and Finance (Uzbekistan)*, P. 125–127, available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/the-concept-of-a-smart-port-in-the-context-of-innovative-management-of-maritime-complex> (last accessed 09.04.2023)

27. "Smart Port City—towards a digital integration of city and port infrastructure", *Abo Akademi University*, available at : <https://www.abo.fi/en/news/smart-port-city-towards-a-digital-integration-of-city-and-port-infrastructure> (last accessed 09.04.2023).

28. "Port Blair Municipal Smart City Proposal", *Solution Exchange for Urban Transformation of India*, available at: <https://smarnet.niua.org/content/8158c700-fbae-4a86-8c20-759a96ab1116> (last accessed 09.04.2023)

Received 16.05.2023

*Відомості про авторів / About the Authors*

**Бондар Алла Віталіївна** – доктор технічних наук, доцент, Одеський національний морський університет, Навчально-науковий інститут морського бізнесу, Одеса, Україна; e-mail: ocheretyankaalla@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2228-2726>

**Лапкін Олександр Олександрович** – Одеський національний морський університет, Навчально-науковий інститут морського бізнесу, магістр з управління проєктами, здобувач рівня PhD, Одеса, Україна; e-mail: alpha666@te.net.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7403-2601>

**Bondar Alla** – Doctor of Sciences (Engineering), Associate Professor, Odessa National Maritime University, Educational and Scientific Institute of Marine Business, Odessa, Ukraine.

**Lapkin Oleksandr** – Odessa National Maritime University, Educational and Scientific Institute of Marine Business, Master of Project Management, Student of PhD course, Odessa, Ukraine.

## METHODS AND MODELS FOR FORMATION A PORTFOLIO OF URBAN TRANSPORT DEVELOPMENT PROJECTS BASED ON THE SMART PORT CITY CONCEPT

Renovation of public transport fleets was carried out in different cities of the state before the outbreak of hostilities. In year 2020 "Urban public transport of Ukraine II" project was approved by the Government. Among eighteen cities-participants of this project, Odessa was the only one that had a maritime transport usage option. However, the specifics of the territorial location and the experience accumulated by the previous decades in the maritime coastal communications were not taken into account by that project. **This article aims** to study the specific features of the city's transport infrastructure development projects portfolio formation with the involvement of the off-street transport modes (including its maritime component), based on the latest Smart Port City concept, which reflects the harmonious targeting of the city and port development main directions. **Results.** Smart City is the concept, which encourages innovative solutions to the management of all transport types at a particular city level. The carried-out goals systematization reflects the involvement of the city's public administration and commercial players into the initiation of projects intended to enhance the use of off-street transport types. The ability to initiate a wide range of projects is provided by Smart Port concept to cities where the port operation role is decisive. The combination of these two concepts is presented in the form of Smart Port City, which contains the foundation for a significant number of project initiatives for new products and services in the promising areas of city and port development, improving the quality of urban environment and the port production operations efficiency results. **Conclusions.** The approach to determine projects structure, which is based on a system of objectives to resolve the city transport problems and ensure the port development, has been proposed. The formalized procedure of projects selection to the portfolio from the Smart Port City perspective has been developed, which allows: first, – to identify projects that match the city and the port general goals; second, – to produce a rating system for the city and the port projects respectively; third, – given the set threshold value, to identify the projects with the highest priority.

**Keywords:** project; portfolio; urban transport; off-street transport; Smart Port-City.

*Бібліографічні описи / Bibliographic descriptions*

Бондар А. В., Лапкін О. О. Методи й моделі формування портфелю проєктів розвитку міського транспорту на базі концепції Смарт Порт-Сіті. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*. 2023. № 2 (24). С. 179–190. DOI: <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2023.24.179>

Bondar, A., Lapkin, O. (2023), "Methods and models for formation a portfolio of urban transport development projects based on the smart port city concept", *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, No. 2 (24), P. 179–190. DOI: <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2023.24.179>