УДК 330.341:351.811.111 https://doi.org/10.31713/ve1202420
JEL: H75

Маланчук Л. О. [1; ORCID ID: 0000-0002-6341-5639],
к.е.н., доцент,
Шинкарук А. Л. [1; ORCID ID: 0000-0001-9282-5103],
к.політ.н., доцент,
Трохимчук С. С. [1; ORCID ID: 0009-0003-9839-1571],
здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня

[1]Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

НАПРЯМИ ПОКРАЩЕННЯ РОЗВИТКУ ДОРОЖНЬОГО ГОСПОДАРСТВА З ВРАХУВАННЯМ ІННОВАЦІЙ В БУДІВНИЦТВІ ДОРІГ

У статті розкрито актуальність впровадження інновацій на основі зарубіжного досвіду для покращення розвитку дорожнього господарства в Україні, особливо в післявоєнний період. Зокрема розглянуто інноваційні методи будівництва доріг, як-от «швидке будівництво» (розглянуто досвід Японії та Швеції), «зелене будівництво доріг» (досвід Нідерландів), «застосування «кругової економіки» (досвід Німеччини). Представлено ключові аспекти для впровадження в Україні інноваційних способів будівництва доріг в післявоєнний період на основі зарубіжного досвіду.

Ключові слова: дорожнє господарство; інновації; будівництво доріг; державне управління; зарубіжний досвід; ефективність.

Постановка проблеми. Створення стійкої та ефективної транспортної системи в країні, яка пережила повномасштабну війну або інші кризові ситуації, стає можливим завдяки інноваціям у сфері будівництва доріг. В умовах подібних криз новаторські технології та методи виявляються необхідними для відновлення та розвитку дорожньої інфраструктури. Застосування інновацій у будівництві доріг не лише прискорює процес відновлення пошкоджених магістралей, але й забезпечує створення стійкої, сучасної та оптимізованої транспортної системи. Використання новаторських підходів дозволяє ефективно скорочувати терміни відновлення, що в свою чергу сприяє зниженню витрат. Однак інновації в будівництві доріг не обмежуються лише швидким відновленням. Важливою перевагою впровадження нових технологій є можливість використання екологічно чистих рішень, що сприяють сталому розвитку. Зменшення впливу будівництва доріг на навколишнє

середовище стає ключовим фактором для покращення якості життя населення.

Метою статті є дослідження напрямів покращення розвитку дорожнього господарства з врахування інновацій в будівництві доріг.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У науковій літературу дослідження напрямів покращення розвитку дорожнього господарства з врахування інновацій в будівництві доріг розглядають різні автори, зокрема: Волошко І., Притоманов В., Мельник З., Шляхетко А., Якименко Р. та інші.

Виклад основного матеріалу. Одним із напрямів інноваційного підходу в будівництві доріг є можливість швидкого відновлення. Використання модульних технологій та прискорених методів будівництва є ефективним способом досягнення швидкого відновлення дорожньої інфраструктури. Ці інноваційні підходи сприяють значному скороченню тривалості проєктів і мінімізації негативного впливу будівництва на дорожнє сполучення. Модульні технології дозволяють виробляти певні компоненти доріг у заводських умовах, попередньо готуючи їх до монтажу. Це не лише зменшує час, необхідний для встановлення, але і підвищує якість робіт, оскільки умови виробництва керовані та контрольовані. Прискорені методи будівництва дозволяють використовувати передові техніки та оптимізовані процеси для максимального скорочення часу виконання робіт. Такий підхід не лише дозволяє швидко відновлювати пошкоджені дороги, але і забезпечує мінімальні перешкоди для дорожнього руху, що важливо для зручності та безпеки населення. Крім того, це сприяє ефективному використанню ресурсів та зниженню витрат на будівництво, що є ключовими факторами у контексті відновлення та розвитку дорожньої інфраструктури.

Японія славиться своєю передовою інженерією та інноваціями в галузі будівництва доріг, особливо в умовах надзвичайних ситуацій, таких як землетруси та природні катастрофи. Країна використовує модульні технології та прискорені методи будівництва для швидкого відновлення інфраструктури.

У разі землетрусів чи тайфунів, які часто трапляються в Японії, вони використовують систему «збери-та-збудуй», де після природної катастрофи команди інженерів та робочих оперативно виїжджають на пошкоджені ділянки. Тут вони встановлюють попередньо виготовлені модульні елементи, які вже готові до монтажу. Цей підхід дозволяє значно скоротити час відновлення доріг та відновлення транспортної доступності для населення. Також, Японія

впроваджує інноваційні технології, такі як датчики для моніторингу стану доріг та автоматизовані системи контролю, які дозволяють оперативно реагувати на будь-які пошкодження або викиди, підвищуючи ефективність та безпеку робіт. Цей підхід до будівництва доріг у Японії не лише сприяє швидкому відновленню, але й робить інфраструктуру більш стійкою та готовою до майбутніх викликів [1].

Ще одну країну, яку можна розглянути як приклад вдалого «швидкого» відновлення доріг, це Швеція. Концепція «snabba bygg» або «швидке будівництво» в Швеції стала прикладом вдалого впровадження інновацій у сфері будівництва доріг [2]. За допомогою цієї концепції в Швеції використовують модульні конструкції та передові технології для виробництва дорожніх елементів заздалегідь. Це означає, що частини доріг готуються в умовах заводу, а не на місці будівництва. На початку проєкту ці модулі вже підготовлені до монтажу, що дозволяє суттєво зменшити тривалість будівництва та мінімізувати труднощі для користувачів доріг. Цей підхід дозволяє швидше реагувати на потреби розвитку і забезпечити швидке відновлення дорожньої інфраструктури при потребі. Крім того, він дозволяє ефективно використовувати ресурси та зменшує вплив будівництва на навколишнє середовище. Швеція таким чином створює важливий прецедент для інших країн у галузі швидкого та інноваційного будівництва доріг.

Ще один напрям інноваційного будівництва доріг, це застосування «зеленого будівництва».

Зелене будівництво доріг – це важливий аспект сучасного сталого розвитку, оскільки воно спрямоване на мінімізацію впливу будівництва на довкілля та використання екологічно чистих технологій та матеріалів. Декілька ключових аспектів зеленого будівництва доріг включають:

1. Використання екологічно чистих матеріалів: замість традиційних матеріалів, що можуть містити шкідливі речовини, використовуються екологічно безпечні альтернативи. Наприклад, асфальт, що містить вторинні матеріали або бітум, вироблений з відновлювальних джерел.

2. Мінімізація витрат енергії: зелене будівництво доріг включає в себе використання енергоефективних технологій під час будівництва та управління дорожньою інфраструктурою. Це може включати в себе використання енергозберігаючих світлодіодних систем освітлення або ефективних систем опалення для уникнення втрат енергії.

3. Зменшення викидів: застосування технологій, спрямованих на зменшення викидів в атмосферу, таких як покриття з високої продуктивності чи використання технік зменшення шуму дорожнього руху.

4. Управління водними ресурсами: впровадження дренажних систем, які дозволяють збирати та очищувати воду, що потрапляє на дорогу, а також зелені рішення, такі як використання дорожніх покриттів, що пропускають воду, сприяють управлінню водними ресурсами.

5. Використання відновлюваних енергетичних рішень: використання сонячних панелей, вітряних турбін або інших відновлюваних джерел енергії для живлення елементів дорожньої інфраструктури та систем освітлення [3].

Зелене будівництво доріг не лише зменшує негативний вплив будівництва на навколишнє середовище, але й сприяє сталому розвитку, забезпечуючи високу якість інфраструктури та підтримуючи екологічну рівновагу.

Нідерланди визначаються своєю передовою позицією в галузі зеленого будівництва доріг, де вони активно впроваджують інноваційні технології та екологічно чисті підходи. Одним із прикладів є їхня стратегія зменшення викидів та підвищення сталості дорожньої інфраструктури. Нідерланди використовують перероблений пластик для виготовлення дорожніх компонентів. Це включає в себе використання пластикових плит та модульних елементів для дорожнього покриття. Використання вторинної сировини зменшує навантаження на природні ресурси та сприяє управлінню пластиковим сміттям. Нідерланди впроваджують дорожні покриття, які можуть поглиблюватися, адаптуючись до змін у навколишньому середовищі. Наприклад, деякі ділянки доріг покриваються спеціальним покриттям, яке може розширюватися чи звужуватися залежно від потреб [4].

Зелене будівництво включає в себе системи дренажу, які дозволяють збирати та очищувати воду, що стикається з дорогами. Це допомагає запобігти забрудненню водойм та управляти водними ресурсами ефективніше. Деякі проєкти в Нідерландах включають в себе відновлення природного середовища, зберігаючи або відновлюючи екосистеми в зоні будівництва. Це може включати створення зелених коридорів для допомоги міграції тварин та збереження біорізноманіття.

Нідерланди виступають як приклад інтеграції зелених технологій у дорожньому будівництві, спрямованого на збереження

ресурсів та максимальний екологічний вплив. Цей підхід допомагає країні не тільки забезпечити сталу інфраструктуру, але і підтримує сталість природи.

Ще одним актуальним для України інноваційним підходом в галузі будівництва доріг є застосування «кругової економіки». Німеччина служить прикладом передового застосування цієї концепції, що активно спрямована на створення сталої та ресурсозберігаючої інфраструктури. Декілька ключових її аспектів в контексті будівництва доріг у Німеччині включають:

– використання вторинних матеріалів. У зусиллях зменшення витрат природних ресурсів, Німеччина використовує вторинні матеріали у будівництві доріг. Це може включати в себе переробку та використання відходів будівельної індустрії або використання ресурсів з інших сфер діяльності;

– ефективне управління відходами. Концепція «кругової економіки» передбачає велику увагу до управління відходами. В Німеччині активно впроваджують технології переробки та використання відходів, щоб мінімізувати відходи від будівництва доріг та зберігати ресурси;

– довговічність та легка реконструкція. Дорожні проєкти розробляються з урахуванням довговічності та можливості легкої реконструкції. Це включає в себе використання високоякісних матеріалів, що тривало зберігають свої властивості, а також планування для ефективного використання ресурсів під час реконструкції;

– стратегії рециклінгу. Німеччина працює над вдосконаленням стратегій рециклінгу у будівництві доріг, зокрема, використання асфальтобетону, який може бути повторно використаний під час покриття або реконструкції;

– розробка інтелектуальних систем управління дорожньою інфраструктурою. Використання інтелектуальних технологій для ефективного моніторингу стану доріг, що дозволяє попереджати та вчасно реагувати на потреби ремонту або реконструкції [5].

Цей підхід дозволяє Німеччині будувати дороги, які не тільки ефективно використовують ресурси, але й мінімізують вплив будівництва на довкілля, сприяючи сталому розвитку та збереженню природних ресурсів.

На основі зарубіжного досвіду Україні можна взяти до уваги кілька ключових підходів для ефективного впровадження інновацій в післявоєнному відновленні доріг:

1) використання модульних технологій. В країнах, які впроваджують модульні технології у будівництво доріг, спостерігається швидке відновлення та зменшення негативного впливу на дорожнє сполучення. Україні слід розглянути можливість використання передових технологій для виробництва модульних елементів, що спростить та прискорить процес будівництва;

2) залучення вторинних матеріалів. Використання перероблених та вторинних матеріалів може допомогти зменшити вплив на природні ресурси та вирішити проблему утилізації відходів. Україні слід активно розвивати та підтримувати проєкти з переробки матеріалів для будівництва доріг;

3) системи ефективного водовідведення. Зарубіжний досвід показує, що дорожні системи з добре організованими системами дренажу сприяють тривалому та стійкому використанню доріг. Україні слід приділяти увагу розробці та впровадженню систем, що запобігають негативному впливу води на дорожню інфраструктуру;

4) сприяння інноваційним рішенням. Зарубіжні країни активно використовують інновації для вдосконалення дорожніх систем. Україні слід підтримувати дослідження та впровадження новаторських технологій у сфері будівництва доріг;

5) стратегії сталого розвитку. Закордонний досвід свідчить, що вдалий розвиток доріг пов'язаний із стратегіями сталого розвитку. Україні варто враховувати аспекти сталості, такі як економічна ефективність, соціальна відповідальність та охорона навколишнього середовища, при плануванні та будівництві.

Отже, Україна може успішно впроваджувати інновації в післявоєнне відновлення доріг, використовуючи цінний зарубіжний досвід для створення ефективної, сталої та мінімально впливової на довкілля інфраструктури.

Висновки. Урахування інноваційних підходів є невід'ємною частиною стратегії відновлення та модернізації дорожнього господарства в Україні. На тлі великих потреб у відновленні і реконструкції інфраструктури, інновації можуть виявитися ключовим інструментом для прискорення процесів будівництва та підвищення стійкості доріг до експлуатації. Впровадження модульних технологій, використання вторинних матеріалів та інші інноваційні підходи можуть сприяти швидкому відновленню та забезпечити стійку та ефективну дорожню інфраструктуру, що відповідає сучасним стандартам і вимогам. Отже, врахування інновацій у будівництві доріг набуває особливого значення у контексті відновлення дорожньої мережі після воєнних конфліктів чи інших кризових

ситуацій, де ефективне використання сучасних технологій є вирішальним для відновлення і подальшого розвитку країни.

1. Innovation in the Japanese construction industsry. URL: https://www.govinfo.gov/content/pkg.pdf (дата звернення: 21.12.2023). **2.** Snabba bygg. URL: https://pbbygg.com/snabba-killar/ (дата звернення: 21.12.2023). **3.** Притоманов В., Мельник З, Шляхетко А. Зелена книга «Будівництво і ремонт автомобільних доріг». URL: https://regulation.gov.ua/book/138-zelena-kniga-budivnictvo-i-remont-avtomobilnih-dorig (дата звернення: 21.12.2023). **4**. Sustainable Infrastructure Projects in the Netherlands. URL: https://www.technia.com/blog/sustainable-infrastructure-projects-in-the-netherlands/ (дата звернення: 21.12.2023). **5.** Lah O. Circular Economy Policies and Strategies of Germany / in Anbumozhi V. and J. Kim (eds.). *Towards a Circular Economy: Corporate Management and Policy Pathways* : ERIA Research Project Report 2014-44. 2016. Jakarta : ERIA, 2016. Pp. 59–74.

REFERENCES:

1. Innovation in the Japanese construction industsry. URL: https://www.govinfo.gov/content/pkg.pdf (data zvernennia: 21.12.2023). **2.** Snabba bygg. URL: https://pbbygg.com/snabba-killar/ (data zvernennia: 21.12.2023). **3.** Prytomanov V., Melnyk Z, Shliakhetko A. Zelena knyha «Budivnytstvo i remont avtomobilnykh dorih». URL: https://regulation.gov.ua/book/138-zelena-kniga-budivnictvo-i-remont-avtomobilnih-dorig (data zvernennia: 21.12.2023). **4.** Sustainable Infrastructure Projects in the Netherlands. URL: https://www.technia.com/blog/sustainable-infrastructure-projects-in-the-netherlands/ (data zvernennia: 21.12.2023). **5.** Lah O. Circular Economy Policies and Strategies of Germany / in Anbumozhi V. and J. Kim (eds.). *Towards a Circular Economy: Corporate Management and Policy Pathways* : ERIA Research Project Report 2014-44. 2016. Jakarta : ERIA, 2016. Pp. 59–74.

Malanchuk L. O. [1; ORCID ID: 0000-0002-6341-5639],
Candidate in Economics (Ph.D.), Associate Professor,
Shynkaruk A. L. [1; ORCID ID: 0000-0001-9282-5103],
Candidate of Political Sciences (Ph.D.), Associate Professor,
Trokhymchuk S. S. [1; ORCID ID: 0009-0003-9839-1571],
Master

[1]*National University of Water and Environmental Engineering, Rivne*

DIRECTIONS FOR IMPROVING THE DEVELOPMENT OF ROAD MANAGEMENT TAKING INTO ACCOUNT INNOVATIONS IN ROAD CONSTRUCTION

The article reveals the relevance of introducing innovations based on foreign experience to improve the development of the road industry in Ukraine, especially in the post-war period. It is noted that the creation of a

sustainable and efficient transport system in a country that has experienced a full-scale war or other crisis situations is possible thanks to innovations in the field of road construction. In the conditions of such crises, innovative technologies and methods are necessary for the restoration and development of road infrastructure. The application of innovations in road construction not only accelerates the process of restoring damaged highways, but also ensures the creation of a sustainable, modern and optimized transport system. The use of innovative approaches makes it possible to effectively shorten recovery times, which in turn helps to reduce costs. In particular, the innovative directions of road construction in the direction of "rapid construction" were considered, it was noted that the use of modular technologies and accelerated construction methods is an effective way to achieve rapid restoration of road infrastructure (in this direction, the experience of Japan and Sweden was considered), "green road construction", it was noted, that green road construction is an important aspect of modern sustainable development, as it is aimed at minimizing the impact of construction on the environment and the use of environmentally friendly technologies and materials. (the experience of the Netherlands), "the application of the «circular economy», namely the application of the «circular economy» in road construction involves the maximum use of secondary materials, waste recycling, and the creation of effective resource management systems to reduce the impact on the environment and optimize the use of resources in this sector (experience of Germany). Summarizing the research, this article presents the key aspects for the introduction of innovative directions of road construction in Ukraine in the post-war period based on foreign experience.

Keywords: road management; innovations; road construction; governance; foreign experience; efficiency.

Отримано: 08 січня 2024 року
Прорецензовано: 13 січня 2024 року
Прийнято до друку: 29 березня 2024 року