



УДК 339.13:691

ФОРМУВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ РОЗВИТКУ СВІТОВОЇ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ У КОНТЕКСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОЛІТИКИ ЗЕЛЕНОГО КУРСУ

Наталія Скрипник; Богдан Захарченко

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,
Дніпро, Україна*

Резюме. Дослідження присвячене аналізу розвитку світової будівельної галузі в умовах упровадження політики Зеленого курсу, яка спрямована на досягнення вуглецевої нейтральності. Основну увагу приділено впливу екологічних стандартів на будівельні ринки, використанню нових технологій і матеріалів, таких, як 3D-друк і біоматеріали, а також економічним і правовим аспектам, які визначають можливість успішної реалізації цієї політики. У дослідженні виявлено основні бар'єри, що можуть уповільнити впровадження екологічних стандартів, включаючи високі початкові інвестиційні витрати, відсутність належної інфраструктури та правової бази, а також слабку інституційну підтримку. Увагу приділено ролі державної та міжнародної політики стимулювання переходу до сталого будівництва через економічні стимули, такі, як субсидії та податкові пільги. Результати дослідження вказують на необхідність тіснішої міжнародної співпраці для досягнення глобальних цілей сталого розвитку. Також наголошено на важливості удосконалення законодавчої бази для підтримання впровадження нових технологій і матеріалів, що сприятиме підвищенню енергоефективності будівельної галузі. У перспективі подальші дослідження мають бути зосереджені на оцінюванні можливостей інтеграції екологічних інновацій у країнах з різним рівнем економічного розвитку, а також на розробленні механізмів фінансової підтримки для малого та середнього бізнесу. Стратегічне планування, координація зусиль між державним і приватним секторами та розвиток нових підходів до будівництва є необхідними для ефективного реалізації зеленої політики на глобальному рівні. Таким чином, Зелений курс стане основою для сталого розвитку будівельної індустрії, сприяючи екологічній та економічній стабільності у довготривалій перспективі. Це стане важливим кроком у напрямку зменшення викидів CO₂ та захисту екології, сприяючи глобальній економічній інтеграції з орієнтацією на стале зростання. Важливо також є створення і нових програм підтримання для країн, що розвиваються, і бізнесів, залучених до впровадження зелених інновацій.

Ключові слова: Зелений курс, будівельна галузь, енергоефективність, екологічні стандарти, «зелена» траєкторія розвитку, політика «Зеленого курсу».

https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2024.06.180

Отримано 22.10.2024

UDC 339.13:691

FORMATION OF THE TRAJECTOR OF DEVELOPMENT OF THE GLOBAL CONSTRUCTION INDUSTRY IN THE CONTEXT OF THE IMPLEMENTATION OF THE GREEN COURSE POLICY

Nataliia Skrypnik; Bohdan Zakharchenko

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

Summary. The study is dedicated to analyzing the development of the global construction industry in the context of the Green Deal policy, aimed at achieving carbon neutrality. The focus is placed on the impact of environmental standards on construction markets, the use of modern technologies and materials, such as 3D printing and biomaterials, as well as the economic and legal aspects that determine the successful implementation of this policy. The research identifies the main barriers that may slow down the adoption of environmental

standards, including high initial investment costs, lack of proper infrastructure and legal framework, and weak institutional support. Special attention is given to the role of national and international policies in promoting the transition to sustainable construction through economic incentives such as subsidies and tax benefits. The results of the study indicate the need for closer international cooperation to achieve global sustainable development goals. It also highlights the importance of improving the legislative framework to support the adoption of new technologies and materials, which will enhance the energy efficiency of the construction industry. In the future, further research should focus on assessing the possibilities of integrating ecological innovations in countries with different levels of economic development, as well as developing financial support mechanisms for small and medium-sized businesses. Strategic planning, coordination of efforts between the public and private sectors, and the development of innovative approaches to construction are essential for the effective implementation of Green Deal policies on a global scale. Thus, the Green Deal will become the foundation for the sustainable development of the construction industry, contributing to environmental and economic stability in the long term. This will be a crucial step toward reducing CO₂ emissions and protecting the environment, while fostering global economic integration with a focus on sustainable growth. Additionally, creating new support programs for developing countries and businesses involved in implementing green innovations is of great importance.

Key words: Green Deal, construction industry, energy efficiency, environmental standards, «green» trajectory of development, Green Deal policy.

https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2024.06.180

Received 22.10.2024

Постановка проблеми. Світова будівельна галузь є одним із найбільш значущих джерел негативного впливу на довкілля, зокрема через високий рівень викидів вуглекислого газу та енерговитратність виробничих процесів. Будівництво, разом із експлуатацією будівель, спричиняє близько 40% глобальних викидів парникових газів. Значна частина цих викидів є результатом споживання енергії, яка використовується у процесах опалення, охолодження, вентиляції та освітлення будівель. Діюча модель розвитку галузі також характеризується високими показниками використання природних ресурсів, що призводить до виснаження невідновлюваних матеріалів та збільшення кількості будівельних відходів. Такий підхід підриває стратегії сталого розвитку та загрожує подальшому загостренню екологічних проблем. У зв'язку з цим постає необхідність переходу на інші принципи управління будівельною галуззю, які передбачають мінімізацію негативних екологічних наслідків. Політика Зеленого курсу (Green Deal), проголошена Європейським Союзом, ставить завдання створення вуглецево-нейтральної економіки до 2050 року, що вимагає радикальної трансформації будівельних бізнес-процесів. У даному контексті важливим є впровадження екологічних стандартів та енергоефективних технологій, що забезпечать скорочення викидів і зменшення споживання енергії. Для цього необхідно запровадження інноваційних методів проектування та будівництва, які базуються на використанні відновлюваних джерел енергії, рециркуляції матеріалів та інтеграції «розумних» технологій у житлові й комерційні будівлі.

Трансформація будівельної галузі в цьому напрямі є не лише відповіддю на екологічні виклики, але й одним з інструментів досягнення економічної стабільності за рахунок оптимізації використання ресурсів та зниження операційних витрат у довготерміновій перспективі. Реалізація Зеленого курсу потребує комплексного підходу, що охоплює як технологічну модернізацію, так і перегляд нормативних та інституційних рамок, що регулюють будівельну галузь на глобальному рівні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження останніх років свідчать про суттєвий підхід до будівельної галузі у бік екологізації та впровадження інновацій, спрямованих на зменшення негативного впливу на довкілля. Зокрема, вивчення еко-інновацій у будівництві демонструє значні зрушення в напрямі використання енергоефективних матеріалів і технологій. У дослідженнях С. Федоренка, Л. Василенка розглянуто перспективи розвитку зеленого будівництва в Україні, де особливу увагу приділено необхідності адаптації національної будівельної галузі до нових екологічних стандартів [1].

Політика Європейського Зеленого курсу, зокрема її вплив на формування інвестиційної складової, проаналізовано в дослідженнях Д. Дармограя [2]. Автор звертає увагу на те, що заходи, спрямовані на зменшення викидів вуглецю, є не лише екологічною ініціативою, але й інструментом для підвищення економічної стійкості будівельної галузі. Дослідник також відзначає важливість зменшення ролі традиційних будівельних технологій, які використовують великі обсяги викопного палива, на користь технологій, що базуються на використанні відновлюваних джерел енергії [2]. Ю. Сагайдак і Т. Харченко стверджують, що екологічні інновації можуть стати імпульсом для глобального переходу до Зеленого курсу [3]. Особливе місце в їх аналізі посідає необхідність стандартизації будівельних норм на рівні Європейського Союзу, що має стимулювати інновації та поширення нових технологій на глобальному рівні. У свою чергу, в дослідженнях А. Касич, К. Соколовської виокремлено тенденції розвитку підприємств будівельної галузі в контексті реалізації екологічних стандартів, зокрема у країнах Центральної Європи [4].

Багато зарубіжних вчених, серед яких, О. Г. Еденхофер, К. Гайнш, Л. Геке, К. Кемферт, Пао-Ю Оей, К. Р. фон Гіршгаузен, Дж. С. Девіс, А. Злейт, досліджували економічні та політичні аспекти переходу до вуглецево-нейтральної економіки, вигоди від інвестицій у відновлювані джерела енергії, а також виклики, пов'язані з переходом до сталої енергетики.

Загалом, дослідження сучасного стану будівельної галузі та політики Зеленого курсу свідчать про важливість інтеграції нових технологій та перегляду існуючих практик. Успішні міжнародні ініціативи свідчать про те, що зміни вже впроваджуються на рівні будівельних норм і стандартів, зокрема через упровадження систем сертифікації будівель, таких, як LEED та BREEAM. Україна, попри виклики сьогодення, також має потенціал для імплементації принципів Зеленого курсу у власну будівельну галузь. Це може бути досягнуто через створення національної стратегії щодо зменшення викидів і активізацію інноваційних рішень на рівні будівельної інфраструктури.

Метою дослідження є визначення траєкторії розвитку будівельної галузі в умовах глобальної екологізації, дослідження впливу політики Зеленого курсу на інноваційний розвиток будівництва, а також виявлення факторів стримування впровадження екологічних норм у галузі.

Постановка завдання. Завданням дослідження є аналіз поточного стану світової будівельної галузі в контексті сталого розвитку та оцінювання впливу політики Зеленого курсу на регулювання й трансформацію будівельних процесів, вивчення перспектив розвитку будівельних технологій з урахуванням екологічних вимог та ідентифікація викликів, що перешкоджають їх імплементації.

Виклад основного матеріалу. Сучасна будівельна галузь перебуває на етапі глибокої трансформації, що зумовлено необхідністю адаптації до вимог сталого розвитку та зменшення негативного впливу на довкілля. Одним із основних трендів у цій сфері є впровадження зелених технологій, які спрямовані на оптимізацію споживання енергії та природних ресурсів. Використання екологічно чистих матеріалів і технологій дозволяє значно знизити рівень енергоспоживання, що, в свою чергу, зменшує операційні витрати й підвищує конкурентоспроможність будівельних об'єктів. Наприклад, у Німеччині показник зниження енерговитрат після застосування пасивних будівельних технологій становить 30–40% у порівнянні з традиційними методами [2]. Це свідчить про те, що нові підходи до проектування й будівництва здатні забезпечити суттєві економічні переваги, зокрема зниження експлуатаційних витрат.

Значне місце у процесі екологізації будівництва посідає застосування енергоефективних матеріалів. Такі матеріали, як ізоляційні панелі з високим коефіцієнтом теплового опору та склопакети з низьким рівнем теплових втрат, сприяють

підвищенню енергоефективності будівель. У дослідженні І. Соломнікова зазначено, що використання таких технологій дозволяє знизити витрати на опалення та кондиціонування на 20–25% [5]. Водночас розвиток ринку зелених матеріалів стимулює інновації у виробництві будівельних компонентів, що спрямовані на зменшення негативного впливу на екосистеми. Окрім технологічних нововведень, вагоме місце займає рециркуляція будівельних відходів, що є важливим напрямом екологізації будівельних процесів. На сьогодні близько 50% будівельних відходів у Європейському Союзі підлягають рециркуляції [3]. Це значно знижує потребу у видобутку нових природних ресурсів і скорочує обсяги відходів, що підлягають утилізації на звалищах. Рециркуляція матеріалів, таких, як бетон, метал і дерево, дозволяє повторно використовувати їх у будівництві, знижуючи таким чином витрати на нові матеріали та зменшуючи вплив будівництва на довкілля. Позитивний досвід увпровадження рециркуляції спостерігається також у скандинавських країнах, де ступінь переробки будівельних відходів перевищує 60% [1]. Важливим трендом є інтеграція відновлюваних джерел енергії в будівельні об'єкти. Впровадження таких технологій, як сонячні панелі та геотермальні системи опалення, сприяє значному зниженню викидів CO₂ та підвищенню енергоефективності будівель. Застосування відновлюваних джерел енергії в новобудовах дозволяє знизити споживання традиційних енергоресурсів на 50–60% [2]. Це не тільки покращує екологічні показники будівель, але й сприяє економії енергії в умовах постійного зростання цін на паливно-енергетичні ресурси.

Розвиток інноваційних методів будівництва також передбачає активне використання цифрових технологій для підвищення ефективності будівельних процесів. Зокрема, застосування технологій BIM (Building Information Modeling) дозволяє оптимізувати проектування будівельних об'єктів з урахуванням екологічних вимог та скоротити витрати на етапі будівництва й експлуатації [4]. Технологія BIM забезпечує точний розрахунок споживання матеріалів та ресурсів, що сприяє зменшенню відходів і оптимізації використання ресурсів на кожному етапі будівництва. Впровадження BIM-технологій також полегшує управління життєвим циклом будівель та сприяє досягненню вищих показників екологічної стійкості.

Ще одним аспектом екологізації будівництва є активне використання так званих «розумних» будівельних технологій, які дозволяють ефективно управляти енергоспоживанням та забезпечити високу ефективність будівельних процесів. Такі технології, як системи автоматичного регулювання мікроклімату, «розумне» освітлення та системи енергетичного моніторингу, значно підвищують ефективність використання енергії у будівлях [6]. Це сприяє зменшенню витрат на експлуатацію будівель та покращує їх екологічні показники. Впровадження екологічних стандартів також спричинило розвиток систем сертифікації будівель, таких, як LEED і BREEAM, які дозволяють оцінювати екологічну ефективність об'єктів на всіх етапах їх життєвого циклу. Наприклад, будівлі, сертифіковані за стандартом LEED, споживають на 25% менше енергії, ніж їхні несертифіковані аналоги [5]. Це свідчить про те, що сертифікація стає важливим інструментом у підвищенні екологічної стійкості будівельних об'єктів. Таким чином, розвиток зелених технологій, використання енергоефективних матеріалів, рециркуляція будівельних відходів, інтеграція відновлюваних джерел енергії та впровадження цифрових і «розумних» технологій є основними трендами у контексті екологізації будівельної галузі. Ці тенденції сприяють зниженню енергоспоживання, скороченню викидів CO₂ та оптимізації використання ресурсів, що, в свою чергу, підвищує конкурентоспроможність будівельних об'єктів на міжнародному рівні.

Політика Зеленого курсу, яку активно впроваджують у Європейському Союзі, суттєво впливає на регіональні будівельні ринки та стандарти. Основна мета цієї ініціативи полягає у досягненні вуглецевої нейтральності до 2050 року, що вимагає

кардинальних змін у підходах до будівництва. У рамках цієї політики встановлено нові вимоги до енергоефективності будівель, зокрема шляхом упровадження обов'язкових стандартів щодо зменшення викидів вуглецю в процесі будівництва та експлуатації будівель. Ці зміни вже призвели до перегляду багатьох регіональних регламентів, що стосуються енергоефективності та екологічних показників будівельних проєктів. Наприклад, у Німеччині прийняття національної стратегії сталого будівництва, яка базується на положеннях Зеленого курсу, передбачає, що всі нові будівлі з 2025 року мають бути пасивними або енергоефективними, що значно скоротить енергоспоживання в секторі будівництва [7]. На рівні країн ЄС це впровадження створило нові виклики для регіональних ринків, зокрема щодо необхідності модернізації вже існуючих будівель. Програма реновації, яка є частиною Зеленого курсу, ставить за мету реконструкцію неефективних будівель та доведення їх до сучасних енергоефективних стандартів. У Франції, наприклад, очікується, що завдяки програмі реновації до 2030 року буде оновлено понад 35% житлового фонду, що значно знизить рівень енергоспоживання та підвищить загальну екологічність сектора [2]. Подібні програми також передбачають суттєві фінансові інвестиції з боку урядів, що створює додатковий попит на нові будівельні матеріали й технології.

Зелений курс також передбачає значні зміни у стандартах будівельних матеріалів, зокрема їх вплив на екологічний баланс. Нові регуляції вимагають зменшення використання традиційних матеріалів, таких, як цемент та сталь, що характеризуються високим рівнем викидів CO₂ у процесі виробництва. Натомість все більше уваги приділяється матеріалам з низьким вуглецевим слідом, таким, як деревина або інноваційні композити. Наприклад, у Нідерландах нові стандарти вимагають, щоб 25% нових будівельних об'єктів були збудовані з використанням деревини або інших поновлюваних матеріалів до 2030 року [3]. Це не лише сприяє екологічній стійкості, але й відкриває нові можливості для ринків регіональних постачальників будівельних матеріалів. Важливим аспектом упровадження Зеленого курсу є стимулювання розвитку інноваційних технологій у будівництві. Вимоги до зменшення енергоспоживання та викидів підштовхують ринки до впровадження таких технологій, як «розумні» будівлі, які забезпечують автоматизоване управління енергетичними процесами. Системи моніторингу енергоспоживання, автоматизація освітлення та клімат-контролю дозволяють знизити споживання енергії на 15–20%, що відповідає стандартам, закладеним у Зеленому курсі [8]. Наприклад, у Швеції державні субсидії сприяють упровадженню цих технологій у більш ніж 40% нових комерційних будівель, що позитивно впливає на енергетичну ефективність країни та створює нові можливості для розвитку ринку автоматизації будівель [4].

Зелений курс також створює нові стандарти для виробництва будівельних матеріалів і управління відходами. Нові екологічні норми, зокрема стандарти щодо рециркуляції матеріалів, впливають на ринки, стимулюючи попит на вторинну сировину й технології рециркуляції. Наприклад, у Данії запровадження вимог щодо рециркуляції щонайменше 60% будівельних відходів вже призвело до значного збільшення попиту на перероблені матеріали, що створює нові можливості для інноваційних підприємств, які займаються їх переробкою [6]. Таким чином, регіональні будівельні ринки змушені адаптуватися до нових вимог, переглядаючи як свої технологічні процеси, так і ланцюжки постачання. Однією з найбільших перешкод на шляху повної інтеграції політики Зеленого курсу є необхідність модернізації існуючих будівельних потужностей, особливо в країнах Центральної та Східної Європи. Країни, які не мають достатніх фінансових ресурсів, стикаються з труднощами в адаптації до нових стандартів [8]. Проте підтримка з боку Європейського фонду відновлення і структурних фондів допомагає зменшити цей розрив, надаючи фінансову допомогу на модернізацію застарілої інфраструктури та

сприяючи впровадженню нових екологічних технологій у регіональних ринках. У результаті вплив політики Зеленого курсу на регіональні будівельні ринки є суттєвим та всебічним. Він стимулює розвиток нових технологій, створює попит на екологічно чисті будівельні матеріали, підштовхує до рециркуляції відходів та модернізації застарілих будівель. Ці процеси формують нові стандарти будівництва на регіональному рівні, що поступово набувають глобального поширення й забезпечують конкурентоспроможність будівельних ринків в умовах енергетичного переходу та боротьби зі зміною клімату.

Успішні ініціативи та проекти з упровадження екологічних стандартів у будівництві демонструють значні досягнення в різних країнах світу, де пріоритетом стає зниження вуглецевого сліду та підвищення енергоефективності. Один з найвідоміших прикладів – це проект «Passivhaus» у Німеччині, який базується на принципі пасивного будинку. Проект передбачає будівництво будівель з мінімальним використанням енергоресурсів для опалення, охолодження та інших побутових потреб. Завдяки високоефективній ізоляції та сучасним вентиляційним системам такі будівлі споживають на 60–70% менше енергії порівняно з традиційними будинками [9]. Цей підхід набув широкого поширення в Європі, оскільки відповідає стандартам політики Зеленого курсу, спрямованого на досягнення кліматичної нейтральності. У Франції проект «Grand Paris» став ще одним прикладом успішного впровадження еко-стандартів на рівні урбаністичних ініціатив. Метою цього проекту є модернізація транспортної інфраструктури та будівництво нових екологічно стійких будівель у столичному регіоні. У рамках проекту було використано зелений бетон, що знижує викиди вуглецю на 30%, а також технології збирання та використання дощової води для зменшення споживання водних ресурсів [10]. Проект фінансується як за рахунок державних коштів, так і за рахунок приватних інвесторів, що є прикладом успішної співпраці між державою і бізнесом в реалізації екологічних ініціатив. У скандинавських країнах також спостерігається активне впровадження екологічних стандартів у будівництві. У Швеції успішно реалізується програма «Stockholm Royal Seaport», що є одним із найбільших екологічних містобудівних проектів у Європі. Цей проект передбачає будівництво житлових і комерційних будівель, що на 100% використовують відновлювану енергію. Особливістю проекту є те, що всі будівлі забезпечені системами енергетичного моніторингу. Це дозволяє знизити споживання енергії на 20–25% завдяки ефективному управлінню ресурсами [11]. Крім того, значна частина матеріалів, використаних у будівництві, підлягає рециркуляції, що знижує загальну кількість будівельних відходів. У Данії проект «Copenhagen Green Lighthouse» став першим публічним будинком у країні, який працює повністю на сонячній та геотермальній енергії. Цей об'єкт був розроблений у рамках національної стратегії щодо зменшення викидів парникових газів на 70% до 2030 року. У будівлі встановлені автоматичні системи контролю мікроклімату, які регулюють температуру залежно від погодних умов і заповненості приміщень, що дозволяє знизити енергоспоживання на 40% порівняно з аналогічними об'єктами [12]. Успіх цього проекту надихнув багато інших муніципалітетів Данії на впровадження подібних рішень. Великобританія також активно впроваджує екологічні стандарти через проекти на зразок «BedZED» (Beddington Zero Energy Development), який став першим у країні проектом з нульовим рівнем викидів вуглецю. Основна концепція проекту полягає в інтеграції відновлюваних джерел енергії, таких, як сонячні панелі та біомасові котли, з енергоефективними матеріалами. Завдяки ретельному проектуванню та використанню технологій рециркуляції води та відходів, будівлі споживають на 50% менше енергії, ніж стандартні будівлі у Великобританії [13]. Проект показує, що навіть у густонаселених міських районах можна досягти високих стандартів енергоефективності та екологічної стійкості. В Австралії успішним прикладом упровадження еко-стандартів є проект «Barangaroo South» у Сіднеї, який спрямований

на створення екологічно стійкої бізнес-інфраструктури. Усі будівлі проєкту сертифіковані за системою Green Star, що гарантує відповідність міжнародним стандартам екологічності. Проєкт передбачає використання інноваційних систем водопостачання, які на 80% знижують потребу у воді з міських систем завдяки збиранню та очищенню дощової води для побутових потреб [4]. Також у будівлях впроваджено «розумні» системи управління енергоспоживанням, що дозволяє досягти економії до 35% електроенергії порівняно з традиційними будівлями такого ж розміру.

Нові матеріали й технології стають основою для зниження негативного впливу будівельної галузі на екологію, що відповідає глобальним тенденціям досягнення сталого розвитку. Біоматеріали, які здатні замінити традиційні будівельні ресурси, як-от бетон або сталь, стають популярними завдяки їхній здатності до природного відновлення і мінімального вуглецевого сліду. Наприклад, деревина, вирощена в спеціально контрольованих лісах, все більше використовується як екологічна альтернатива бетону в житловому будівництві. У Швеції до 2023 року було побудовано понад 35% нових багатоквартирних будинків з використанням дерев'яних конструкцій, що знизило викиди вуглецю від будівництва на 40% порівняно з використанням традиційних матеріалів [4].

Ще одним прикладом нових матеріалів є біополімери, які активно впроваджуються у виробництво будівельних елементів, таких, як ізоляційні матеріали та покриття. Біополімери виробляються з органічних відходів, що робить їх екологічно чистими та придатними до рециркуляції. Використання таких матеріалів у Нідерландах дозволило знизити обсяг відходів у будівельній галузі на 25% протягом останніх п'яти років, що позитивно вплинуло на екологічну ситуацію в регіоні [3]. Завдяки біоматеріалам, будівельні проєкти можуть досягти високого рівня енергоефективності й стійкості до зовнішніх впливів, що знижує потребу у використанні додаткових енергоресурсів протягом життєвого циклу будівлі.

Технологія 3D-друку є ще одним важливим інструментом для екологічної трансформації будівельної галузі. Вона дозволяє зменшити кількість відходів у процесі будівництва, оскільки використовує матеріали точково, лише там, де це необхідно. В Італії був реалізований проєкт будівництва житлових будинків за допомогою 3D-друку з використанням біорозкладних матеріалів. Ця технологія дозволила скоротити споживання будівельних матеріалів на 30% та зменшити час будівництва на 50%, що значно підвищує ефективність використання ресурсів [5]. Такі проєкти демонструють, що використання 3D-друку може стати однією з головних складових еко-стандартів у майбутньому. Крім того, 3D-друк дозволяє оптимізувати логістичні процеси, оскільки будівельні матеріали можуть бути виготовлені безпосередньо на будівельному майданчику, знижуючи потребу в транспортуванні, що також сприяє зменшенню викидів парникових газів. У Китаї були проведені експерименти зі створення великих будівельних об'єктів за допомогою 3D-принтерів, які використовували місцеву сировину. Це дозволило скоротити витрати на транспортування матеріалів на 15–20%, а також зменшити залежність від імпорتنих будівельних ресурсів [14]. Такий підхід демонструє економічну вигоду від використання новітніх технологій, що додатково сприяє зниженню загальних витрат на будівництво. Значення нових матеріалів та технологій, таких, як 3D-друк та біоматеріали, полягає також у підвищенні енергоефективності будівель. Будівлі, виготовлені з використанням цих технологій, потребують менше енергоресурсів для підтримання комфортного мікроклімату. В Австралії впровадження біоматеріалів у будівництві житлових будинків дозволило зменшити потребу в кондиціонуванні повітря на 35% завдяки природній ізоляційній здатності матеріалів [6].

Біоматеріали також відіграють важливу роль у зниженні впливу на екосистеми. Вони можуть бути виготовлені з відходів сільського господарства, що зменшує потребу

у видобутку нових ресурсів та сприяє рециркуляції матеріалів. У Норвегії впроваджено проекти, де для будівництва використовуються відходи целюлозної промисловості, що дозволило знизити вартість будівельних матеріалів на 10–15% та зменшити залежність від викопної сировини [7]. Таким чином, нові матеріали не тільки сприяють зменшенню викидів, але й створюють економічні переваги для будівельної галузі. Технології, такі, як 3D-друк, також мають потенціал для швидшої адаптації будівельної галузі до вимог сталого розвитку. Це досягається за рахунок зниження матеріаломісткості будівництва, зменшення відходів та скорочення термінів будівництва. Наприклад, у США компанія, яка спеціалізується на 3D-друці будинків, за три місяці побудувала 50 будинків для місцевої громади, скоротивши споживання матеріалів на 25% [9]. Використання цієї технології дозволяє не тільки знизити вартість будівництва, але й зробити його екологічнішим.

Державна та міжнародна політика має взяти на себе передову роль у стимулюванні переходу до зеленого будівництва через розроблення та впровадження правових, економічних та інституційних механізмів, що спрямовані на зменшення впливу будівельної галузі на довкілля. Одним із найважливіших прикладів є Європейський зелений курс, що передбачає досягнення вуглецевої нейтральності до 2050 року. У рамках цього плану запроваджено регуляторні ініціативи, які вимагають від країн-членів ЄС розроблення національних планів з декарбонізації будівельної галузі. Зокрема, Директива 2010/31/ЄС про енергоефективність будівель зобов'язує, аби всі нові будівлі відповідали стандартам пасивного або майже нульового енергоспоживання до 2025 року, що стало поштовхом до масового впровадження еко-стандартів у проєктуванні та будівництві [7]. Для стимулювання цих процесів використовується цілий арсенал фінансових інструментів, зокрема програми субсидій та податкових пільг. Наприклад, у Франції діє програма «MaPrimeRenov», яка надає державну допомогу для реновації будівель, зокрема для впровадження енергоефективних технологій та екологічних матеріалів. Завдяки цьому інструменту у 2023 році понад 40% будівельних компаній скористалися субсидіями для модернізації своїх об'єктів, що призвело до скорочення викидів CO₂ на 25% [4]. Подібні заходи також реалізовані в Німеччині, де держава пропонує пільгові кредити через банк KfW для проєктів з будівництва «зелених» будівель, що відповідають міжнародним стандартам енергоефективності.

Міжнародні організації також сприяють поширенню екологічних стандартів у будівництві, встановлюючи загальні рамки та рекомендації для країн усього світу. Програма ООН з довкілля (UNEP) активно підтримує глобальну ініціативу «Зелені будівлі для сталого майбутнього», яка спрямована на розроблення глобальних стандартів енергоефективності та декарбонізації будівельної галузі. Ця ініціатива передбачає підготовку технічних рекомендацій для країн щодо впровадження законодавчих змін, що регулюють використання відновлюваних джерел енергії у будівництві та реконструкції об'єктів. Завдяки цій програмі до 2022 року понад 50 країн ухвалили національні плани з підвищення енергоефективності, зокрема через використання відновлюваної енергії та екологічних матеріалів [7].

Ключовим інструментом державного втручання є впровадження стандартів будівництва, таких, як системи сертифікації будівель LEED та BREEAM, що регулюють використання матеріалів, енергоефективність і вплив будівель на довкілля. Ці системи стали обов'язковими для багатьох країн ЄС, що призвело до масового перегляду будівельних норм і стандартів. Наприклад, Великобританія у 2020 році запровадила національний стандарт, згідно з яким усі нові будівлі мають отримувати сертифікацію BREEAM не нижче рівня «Very Good», що підвищує вимоги до енергоефективності та екологічності будівель [3]. Фінансові стимули також відіграють важливу роль у стимулюванні переходу до зеленого будівництва. Європейський Союз створив Фонд

справедливого переходу (Just Transition Fund), який виділяє кошти для підтримання регіонів, що найбільше постраждають від переходу на зелені технології, включаючи будівельний сектор. Наприклад, у Польщі цей фонд фінансує модернізацію старих промислових будівель з метою зниження їх енергоспоживання та підвищення екологічних стандартів. У 2023 році за рахунок фонду було профінансовано понад 200 проєктів на суму близько 1,5 млрд євро, що сприяло зниженню викидів на 18% [6]. Крім того, міжнародні організації, такі, як Світовий банк та Міжнародна фінансова корпорація (IFC), активно сприяють фінансуванню проєктів зеленого будівництва у країнах, що розвиваються. IFC впровадила програму «Excellence in Design for Greater Efficiencies» (EDGE), яка стимулює будівництво енергоефективних будівель у таких країнах, як Індія, Південна Африка та Бразилія. Ця програма передбачає надання пільгового фінансування для будівельних компаній, які готові впроваджувати екологічні стандарти. У 2021 році завдяки EDGE було сертифіковано понад 10 мільйонів квадратних метрів житла у країнах, що розвиваються, це дозволило знизити енергоспоживання об'єктів на 30% [12].

Національні уряди також використовують інструменти регулювання для стимулювання переходу до зеленого будівництва. У США прийнято Закон про зниження інфляції (Inflation Reduction Act), який передбачає надання податкових пільг для проєктів зеленого будівництва. У рамках цього закону компанії, що інвестують у енергоефективні технології та використовують відновлювані джерела енергії при будівництві або реконструкції будівель, можуть отримати податкові відрахування до 26% від вартості проєкту. Це сприяло значному зростанню інвестицій у зелене будівництво: за перші два роки після прийняття закону обсяг інвестицій збільшився на 40% [14]. У цілому роль державної та міжнародної політики в стимулюванні зеленого будівництва полягає у створенні правових та фінансових механізмів, які роблять упровадження екологічних стандартів економічно вигідним для бізнесу. Це досягається за рахунок поєднання регуляторних вимог, фінансових стимулів та інструментів міжнародного співробітництва, які сприяють швидкому переходу до сталих будівельних практик.

Упровадження Зеленого курсу стикається з численними бар'єрами та перешкодами, які можуть значно сповільнити або навіть заблокувати його реалізацію на тривалі роки. Однією з основних проблем є високі початкові інвестиційні витрати на впровадження екологічних технологій у будівельній галузі. Перехід на енергоефективні матеріали й технології, такі, як відновлювані джерела енергії, пасивні будинки чи системи зменшення викидів вуглецю, вимагає значних фінансових ресурсів, що ускладнює цей процес для малих і середніх підприємств. У країнах Центральної та Східної Європи, зокрема в Україні, відсутність достатніх фінансових інструментів для підтримання таких ініціатив може призвести до затримання або навіть до відмови від масштабного впровадження екологічних стандартів у будівництві [8].

Іншою проблемою є слабка інституційна спроможність державного сектора щодо координації та впровадження екологічних реформ. У деяких країнах уряди не мають чіткої стратегії або достатньої кількості фахівців, здатних забезпечити контроль та дотримання нових екологічних стандартів. Відсутність інституційної підтримки може призвести до того, що на практиці закони, які передбачають декарбонізацію будівель, не будуть виконуватися належним чином, що знизить ефективність політики Зеленого курсу [6]. Окрім цього, складність регулювання й відсутність уніфікованих міжнародних стандартів створює додаткові бар'єри для компаній, які працюють на глобальних ринках, змушуючи їх адаптуватися до різних вимог у різних країнах.

Проблема соціальної та політичної підтримки також є значним бар'єром для реалізації Зеленого курсу. У деяких країнах громадськість та окремі політичні групи не підтримують екологічні реформи через побоювання, що вони призведуть до втрати

робочих місць, підвищення вартості будівельних матеріалів і загального зростання цін на нерухомість. У Франції, наприклад, протести проти нових екологічних податків на вуглецеві викиди в будівельному секторі призвели до перегляду деяких положень Зеленого курсу [5]. Політична нестабільність або зміна урядів може вплинути на довготривалу реалізацію програми, оскільки нові політичні лідери можуть зменшити або навіть скасувати фінансування екологічних ініціатив.

Також варто згадати про технічні перешкоди. Інфраструктура багатьох країн не готова до масштабного впровадження відновлюваних джерел енергії та систем збереження енергії. Для прикладу, мережі електропостачання в деяких регіонах Європи не можуть підтримувати інтеграцію великої кількості енергії з відновлюваних джерел, що перешкоджає будівництву енергоефективних будівель [3]. Відсутність необхідної технічної бази для зберігання та передавання енергії, виробленої за допомогою відновлюваних джерел, створює додаткові виклики.

Юридичні питання також створюють серйозні перешкоди. Відсутність чіткої та узгодженої правової бази для впровадження зелених стандартів у будівництві ускладнює реалізацію міжнародних проєктів. Багато країн не мають розроблених нормативно-правових актів, які б чітко регулювали вимоги щодо використання екологічних матеріалів і технологій у будівництві. Це призводить до юридичних прогалин та неузгодженості в підходах до декарбонізації будівельного сектора [15]. Наприклад, у багатьох країнах немає законодавства, яке вимагало б від забудовників відповідати певним стандартам енергоефективності, що створює перешкоди для досягнення цілей Зеленого курсу. На додачу, проблеми міжнародної співпраці можуть також стати бар'єром. Реалізація Зеленого курсу вимагає тісної співпраці між країнами, проте нерівномірний рівень розвитку економік та екологічних стандартів може ускладнити координацію зусиль. Країни з низьким рівнем доходів можуть відставати в упровадженні зелених стандартів через відсутність ресурсів для реалізації екологічних проєктів. Це створює ризик асиметричного розвитку, де деякі регіони досягнуть екологічних цілей, тоді як інші відставатимуть [7]. Слід також звернути увагу на проблему корупції, яка може стати перешкодою для реалізації програм Зеленого курсу, зокрема у країнах з перехідною економікою. Корупційні схеми можуть блокувати належний розподіл фінансових ресурсів, виділених для екологічних проєктів, що значно сповільнить їх реалізацію [16]. В умовах відсутності прозорих процедур фінансування й контролю державних програм забезпечення ефективної реалізації екологічних ініціатив стає майже неможливим. Фінансові перешкоди також є суттєвим фактором. Попри наявність європейських і міжнародних фондів, такі країни, як Греція та Італія, можуть відчувати дефіцит фінансових ресурсів для впровадження масштабних екологічних реформ. Це призводить до відтермінування проєктів та зниження темпів реалізації Зеленого курсу на національному рівні. Також рецесії або економічні кризи можуть значно знизити рівень інвестицій в екологічні проєкти через пріоритетність інших секторів економіки.

Висновки. Впровадження політики Зеленого курсу є складним і багатогранним процесом, який вимагає значних фінансових, технічних та інституційних ресурсів. Основні труднощі полягають у високих початкових витратах, відсутності достатньої правової бази та проблемах з інтеграцією екологічних стандартів у будівельний сектор на глобальному рівні. Проте перехід до зеленого будівництва відкриває нові можливості для підвищення енергоефективності, скорочення викидів і покращення екологічної стійкості будівельної галузі. Перспективи розвитку будівельної індустрії у світлі поглиблення політики Зеленого курсу включають активне використання нових технологій, таких, як 3D-друк і біоматеріали, а також розширення ринку відновлюваних джерел енергії. Подальші дослідження мають бути спрямовані на вдосконалення законодавчої бази, що регулює використання екологічних матеріалів і технологій, а

також на розроблення нових механізмів фінансового підтримання для будівельних компаній. Важливо також оцінити можливості широкого впровадження інноваційних технологій у різних країнах з урахуванням їхніх економічних і технічних можливостей. Міжнародна кооперація відіграє вирішальну роль у прискоренні процесу переходу до сталого будівництва, адже обмін досвідом і технологіями дозволить країнам ефективніше досягати глобальних цілей сталого розвитку.

Conclusions. The implementation of the Green Deal policy is a complex and multifaceted process that requires significant financial, technical, and institutional resources. The main challenges lie in high initial costs, the lack of a sufficient legal framework, and issues with integrating environmental standards into the construction sector on a global scale. However, the transition to green construction opens new opportunities for enhancing energy efficiency, reducing emissions, and improving the environmental sustainability of the construction industry. The prospects for the development of the construction industry in light of the deepening of the Green Deal policy include the active use of new technologies such as 3D printing and biomaterials, as well as the expansion of the renewable energy market. Further research should focus on improving the legislative framework that regulates the use of eco-friendly materials and technologies, as well as developing new financial support mechanisms for construction companies. It is also essential to assess the potential for widespread adoption of innovative technologies in different countries, taking into account their economic and technical capacities. International cooperation plays a crucial role in accelerating the transition to sustainable construction, as the exchange of experience and technologies will enable countries to more effectively achieve global sustainable development goals.

Список використаних джерел

1. С. В. Федоренко та ін. Еволюція будівельної галузі. Перспективи розвитку зеленого будівництва в Україні. Ефективна економіка. 2023. № 4. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2023.4.28>
2. Дармограй Д. Вплив європейського зеленого курсу на трансформацію інвестиційної політики ЄС. Економіка та суспільство. 2024. № 64. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-64-48>
3. Сагайдак Ю. А., Харченко Т. Б. Упровадження екологічних інновацій як імпульс переходу до глобального зеленого курсу. Підприємництво і торгівля. 2021. № 29. С. 61–65. DOI: <https://doi.org/10.36477/2522-1256-2021-29-10>
4. Соколовська К., Касич А. Тенденції у розвитку підприємств будівельної галузі. Економіка та суспільство. 2022. № 41. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-41-34>
5. Соломніков І. В., Овсяннікова І. В., Проценко В. О. Інноваційні перспективи розвитку будівельної галузі в сучасних умовах господарювання. Вісник економіки транспорту і промисловості. 2023. № 83. С. 147–157. DOI: <https://doi.org/10.18664/btie.83.300379>
6. Чернов С. І. Роль України в новій стратегії росту ЄС – європейський зелений курс. Зелена економіка та низьковуглецевий розвиток: глобальні виклики та реалії за умов повоєнного часу. 2022. Doi: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-285-5-29>.
7. European Commission. The European Green Deal. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640> (дата звернення: 21.10.2024)
8. Grand Paris Express. 2021 Green Bond Report. URL: https://media-mediathèque.sgp.fr/pm_12814_182_182962-ty9cx5xdw.pdf?_gl=1*v2dtfy*_ga*NjZMDUwMDEwLjE3Mjk1MDIzMjE.*_ga_6541VBRHTX*MTcyOTUwMjMyMC4xLjEuMTcyOTUwMjQ5MS4wLjAuMA (дата звернення: 21.10.2024).
9. Чугунов І., Канєва Т., Любчак І. Фінансові інструменти реалізації Європейського Зеленого Курсу в Україні. Економіка та суспільство. 2023. № 56. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-56-141>
10. Informationen zum Passivhaus – Was ist ein Passivhaus? Passivhaus Institut. URL: https://passiv.de/de/02_informationen/01_wasistpassivhaus/01_wasistpassivhaus.htm (дата звернення: 21.10.2024).
11. Stockholm Royal Seaport. Sustainability Report. URL: <https://www.norradjurgardsstaden2030.se/results> (дата звернення: 21.10.2024).
12. The international Active House Alliance. Green Lighthouse. URL: <https://www.activehouse.info/cases/green-lighthouse/#> (дата звернення: 21.10.2024).
13. Bioregional. BedZED. URL: <https://www.bioregional.com/projects-and-services/case-studies/bedzed-the-uks-first-large-scale-eco-village> (дата звернення: 21.10.2024).
14. United Nations Environment Programme. URL: <https://www.unep.org/> (дата звернення: 21.10.2024).

15. Яковенко Р. Теоретико-економічне обґрунтування проблем розвитку будівельної галузі. Галицький економічний вісник. 2019. № 3 (58). С. 48–53. DOI: https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2019.03.048
16. Латишева О. В., Сайко А. Д. Будівельна галузь України: сучасний стан та її роль у забезпеченні сталого розвитку національної економіки. Економічний вісник Донбасу. 2019. № 2 (56). С. 66–73. DOI: [https://doi.org/10.12958/1817-3772-2019-2\(56\)-66-73](https://doi.org/10.12958/1817-3772-2019-2(56)-66-73)

References

1. S. V. Fedorenko ta in. (2023) Evoliutsiia budivelnoi haluzi. perspektyvy rozvytku zelenoho budivnytstva v Ukraini [Evolution of the construction industry. Prospects for the development of green construction in Ukraine]. *Efektivna ekonomika*, no. 4. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2023.4.28>
2. Darmohrai D. (2024) Vplyv yevropeiskoho zelenoho kursu na transformatsiiu investytsiinoi polityky YeS [The influence of the european green course on the transformation of EU investment policy]. *Ekonomika ta suspilstvo*, no. 64. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-64-48>
3. Sahaidak Yu. A., Kharchenko T. B. (2021) Uprovadzhenia ekolohichnykh innovatsii yak impuls perekhodu do hlobalnoho zelenoho kursu [Implementation of environmental innovations as an impulse for the transition to the global green course]. *Pidpriemnytstvo i torhivlia*, no. 29, pp. 61–65. DOI: <https://doi.org/10.36477/2522-1256-2021-29-10>
4. Sokolovska K., Kasych A. (2022) Tendentsii u rozvytku pidpriemstv budivelnoi haluzi [Trends in the development of construction industry enterprises]. *Ekonomika ta suspilstvo*, no. 41. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-41-34>
5. Solomnikov I. V., Ovsianikova I. V., Protsenko V. O. (2023). Innovatsiini perspektyvy rozvytku budivelnoi haluzi v suchasnykh umovakh hospodariuvannia [Innovative perspectives of the development of the construction industry in the modern economic conditions]. *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti*, no. 83, pp. 147–157. DOI: <https://doi.org/10.18664/btie.83.300379>
6. Chernov S. I. (2022) Rol Ukrainy v novii stratehii rostu YeS – yevropeyskyi zelenyi kurs [The role of Ukraine in the new EU growth strategy – the european green course]. *Zelena ekonomika ta nyzkovuhletsevyi rozvytok: hlobalni vyklyky ta realii za umov povoiennoho chasu*. Doi: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-285-5-29>.
7. European Commission. The European Green Deal. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640> (accessed: 21 October 2024).
8. Grand Paris Express. 2021 Green Bond Report. Available at: https://media-mediathèque.sgp.fr/pm_12814_182_182962-ty9cx5xdw.pdf?_gl=1*v2dtfy*_ga*NjIzMDUwMDEwLjE3Mjk1MDIzMjE.*ga_6541VBRHTX*MTcyOTUwMjMyMC4xLjEuMTcyOTUwMjQ5MS4wLjAuMA (accessed: 21 October 2024).
9. Chuhunov I., Kanieva T., Liubchak I. (2023) Finansovi instumenty realizatsii yevropeiskoho zelenoho kursu v Ukraini [Financial tools for the implementation of the european green course in Ukraine]. *Ekonomika ta suspilstvo*, no. 56. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-56-141>
10. Information about passive houses – What is a passive house? Passive House Institute. Available at: https://passiv.de/de/02_informationen/01_wasistpassivhaus/01_wasistpassivhaus.htm (accessed: 21 October 2024).
11. Stockholm Royal Seaport. Sustainability Report. Available at: <https://www.norradjurgardsstaden2030.se/results> (accessed: 21 October 2024).
12. The international Active House Alliance. Green Lighthouse. Available at: <https://www.activehouse.info/cases/green-lighthouse/#> (accessed: 21 October 2024).
13. Bioregional. BedZED. Available at: <https://www.bioregional.com/projects-and-services/case-studies/bedzed-the-uks-first-large-scale-eco-village> (accessed: 21 October 2024).
14. United Nations Environment Programme. Available at: <https://www.unep.org/> (accessed: 21 October 2024).
15. Yakovenko R. (2019) Teoretyko-ekonomichne obhruntuvannia problem rozvytku budivelnoi haluzi [Theoretical and economic justification of the problems of development of the construction industry] *Halytskyi ekonomichnyi visnyk*, no. 3 (58), pp. 48–53. [In Ukrainian]. DOI: https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2019.03.048
16. Latysheva O., Saiko A. (2019) Budivelna haluz Ukrainy: suchasnyi stan ta yii rol u zabezpechenni staloho rozvytku natsionalnoi ekonomiky [Construction industry of Ukraine: the current state and its role in ensuring the sustainable development of the national economy]. *Ekonomichnyi visnyk Donbasu*, no. 2 (56), pp. 66–73. DOI: [https://doi.org/10.12958/1817-3772-2019-2\(56\)-66-73](https://doi.org/10.12958/1817-3772-2019-2(56)-66-73)