УДК 621.35.048

В. А. Іщенко, І. М. Меть

ЗЕЛЕНЕ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ ПРОЕКТУВАННЯ БУДІВЕЛЬ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто передумови, концепцію та перші результати реалізації міжнародного проекту програми Європейського Союзу Еразмус+ «Зелене та енергоефективне проектування будівель для відновлення України» (GreenBUILD) у Вінницькому національному технічному університеті. Проаналізовано масштаби повоєнних руйнувань житлового та інфраструктурного фонду України та обґрунтовано необхідність переходу до принципів Європейського зеленого курсу, стандартів будівель з майже нульовим споживанням енергії і циркулярної економіки. Представлено структуру модернізації магістерської освітньої програми «Будівництво та цивільна інженерія» шляхом інтеграції 10 інноваційних модулів, створення спеціалізованої лабораторії Green Building Lab та впровадження масового відкритого онлайн-курсу. Узагальнено результати академічної мобільності науковців університету до партнерських закладів вищої освіти Швеції, Естонії, Італії та Туреччини.

Ключові слова: зелене будівництво, енергоефективність, повоєнна відбудова, Еразмус+, вища інженерна освіта, сталий розвиток, BIM-технології, циркулярна економіка.

Abstract

The paper examines the prerequisites, concept, and initial implementation results of the international European Union Erasmus+ project "Green & Energy-Efficient Building Design for UA Renovation" (GreenBUILD) at Vinnytsia National Technical University. The scale of post-war destruction of Ukraine's residential and infrastructural stock is analyzed, substantiating the necessity of transitioning toward the European Green Deal principles, Nearly Zero-Energy Building standards, and the circular economy. The modernization framework for the Master's degree program "Construction and Civil Engineering" through the integration of 10 innovative modules, the establishment of a specialized Green Building Lab, and the launch of a Massive Open Online Course (MOOC) is presented. The outcomes of academic mobility visits by university researchers to partner higher education institutions in Sweden, Estonia, Italy, and Türkiye are summarized.

Keywords: green building, energy efficiency, post-war reconstruction, Erasmus+, higher engineering education, sustainable development, BIM technologies, circular economy.

Вступ

В умовах масштабних руйнувань житлового фонду, об’єктів соціальної та критичної інфраструктури України внаслідок воєнних дій надзвичайно актуальним стає завдання підготовки фахівців нового покоління у галузі будівництва та архітектури. За оцінками Світового банку, в Україні пошкоджено або зруйновано понад 213 тисяч будівель і споруд, а понад 4,6 мільйона внутрішньо переміщених осіб потребують сучасного, безпечного та енергоефективного житла [1]. Водночас світовий досвід ліквідації наслідків природних і техногенних катастроф (зокрема землетрусів у Туреччині 2023 року, де постраждало понад 214 тисяч будівель, а також щорічних кліматичних збитків у країнах ЄС обсягом близько 12 млрд євро [2]) підтверджує необхідність відбудови за принципом «Build Back Better» — з урахуванням вимог кліматичної стійкості, ресурсозбереження та безбар’єрності.

Чинні освітні програми підготовки будівельників в Україні потребують системного оновлення в частині інтеграції європейських директив з енергетичної ефективності будівель, стандартів будівель з майже нульовим споживанням енергії, оцінки життєвого циклу конструкцій та цифрового інформаційного моделювання. Саме на розв’язання цих завдань спрямований трирічний проект програми ЄС Еразмус+ «Зелене та енергоефективне проектування будівель для відновлення України» (GreenBUILD), який реалізується у 2026–2028 роках за участю дев’яти університетів із Туреччини (координатор — Університет Кютахія Думлупінар), Швеції (Лундський університет), Естонії

(Талліннський технологічний університет), Італії (Університет Парми) та п’яти університетів України, зокрема Вінницького національного технічного університету (ВНТУ).

Результати дослідження

Попередній аналіз потреб ринку праці, проведений шляхом опитування та інтерв’ю з представниками будівельних підприємств, проектних організацій і академічної спільноти, виявив шість ключових пріоритетів модернізації інженерної освіти: посилення практичної орієнтації через проектне навчання; наскрізна інтеграція цифрових інструментів (BIM, EnergyPlus, TRNSYS, VR/AR); впровадження принципів циркулярної економіки та рециклінгу будівельних відходів руйнувань; гармонізація змісту дисциплін зі стандартами ЄС (nZEB, LEED, BREEAM, ESG); фокус на обстеженні та швидкій реновації пошкоджених будівель; розвиток міждисциплінарних навичок командної роботи.

Відповідно до визначених пріоритетів, на факультеті будівництва, цивільної та екологічної інженерії ВНТУ здійснюється модернізація освітньо-професійних програм підготовки магістрів за спеціальністю «Будівництво та цивільна інженерія». До структури освітньої програми інтегруються 10 нових інноваційних модулів загальним обсягом 50 кредитів ЄКТС , згрупованих за чотирма тематичними напрямами (табл. 1).

Таблиця 1 – Структура інноваційних модулів магістерської програми у межах проекту GreenBUILD

Тематичний напрям	Назва навчального модуля
I. Енергоефективність та сталий розвиток	1. Енергоефективність та мікроклімат будівель 2. Інтегровані сонячні енергетичні системи будівель 3. Сталий розвиток у проектуванні будівель 4. Цифрові технології для зеленого проектування будівель 5. Енергетика та міське планування
II. Будівельні технології	6. Вентиляційні технології та якість повітря в будівлях 7. Природне та штучне освітлення
III. Зелені матеріали та конструкції	8. Новітні екоматеріали в будівництві 9. Демонтаж будівель та реновація
IV. Безпека та комфорт	10. Системи забезпечення надійності та безпеки будівель (на базі VR/AR)

Важливим етапом імплементації проекту у 2026 році стала серія навчальних візитів та координаційних зустрічей за участю науковців кафедр промислового та цивільного будівництва, екології, хімії та технологій захисту довкілля, міського будівництва та архітектури ВНТУ. Під час стажування у Лундському університеті (Швеція) вивчено досвід організації студентських експериментальних досліджень на базі економічно ефективних лабораторних стендів та цифрового оцінювання групової роботи у середовищі Canvas. Візит до Талліннського технологічного університету (Естонія) дозволив адаптувати практики префабрикованої енергоефективної реновації житлового фонду та дослідження будівельної фізики. В Університеті Парми (Італія) опрацьовано технології рециклінгу будівельних і полімерних відходів для виробництва бетону та асфальту в технопарку Technopole, а також педагогічну модель структурування інженерних занять «Presentation–Practice–Application» і застосування фотограмметрії та штучного інтелекту. Під час візиту до Університету Кютахія Думлупінар (Туреччина) засвоєно методики розробки масових відкритих онлайн-курсів, VR-моделювання безпеки будівель і цифрових інструментів Web 2.0/3.0 для роботи в умовах обмеженої пропускної здатності мережі.

Окрім оновлення змісту магістерської підготовки, проект передбачає формування цілісної освітньо-інноваційної екосистеми у ВНТУ, ключові кількісні та якісні індикатори якої наведено у табл. 2.

Таблиця 2 – Ключові цільові показники та очікувані результати реалізації проекту GreenBUILD

Напрям діяльності	**Інструмент реалізації**	**Цільовий показник (2026–2028 рр.)**
Модернізація магістратури	Інтеграція 10 нових курсів в освітні програми ВНТУ	Набір 20–30 магістрів щороку у ВНТУ (понад 100 осіб/рік по консорціуму ЗВО України)
Матеріально-технічна база	Створення спеціалізованого ресурсного центру Green Building Lab	5 лабораторій в Україні (1 у ВНТУ), оснащених BIM, IoT та енергомоделюючими стендами
Підвищення кваліфікації НПП	Міжнародні тренінги, літні школи та навчальні візити	Підготовка щонайменше 50 викладачів ЗВО України (по 10 від кожного університету)
Неперервна освіта та цифрові сервіси	Запуск відкритого онлайн-курсу GreenBUILD Academy та Цифрових карт	Навчання понад 100 фахівців галузі та представників громад із рівнем задоволеності ≥ 85 %
Інклюзивність та гендерний баланс	Впровадження принципів універсального дизайну та підтримка жінок у STEM	Збільшення частки жінок серед здобувачів будівельних спеціальностей з 20 % до 30 %

Висновки

Реалізація проекту Еразмус+ GreenBUILD у Вінницькому національному технічному університеті забезпечує системну трансформацію підготовки інженерів-будівельників відповідно до європейських стандартів сталого розвитку, енергоефективності та циркулярної економіки. Поєднання оновлених магістерських модулів, сучасної лабораторної бази Green Building Lab та міжнародного досвіду партнерів із ЄС і Туреччини створює потужне підґрунтя для підготовки фахівців, здатних забезпечити якісну, інклюзивну та кліматично нейтральну відбудову України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ukraine Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA3) : February 2022 – December 2023 / World Bank, Government of Ukraine, European Union, United Nations. – Washington, DC : World Bank, 2024. – 184 p.

2. Directive (EU) 2024/1275 of the European Parliament and of the Council of 24 April 2024 on the energy performance of buildings (recast) // Official Journal of the European Union. – 2024. – L 1275. – P. 1–68.

Іщенко Віталій Анатолійович – докт. техн. наук, доцент, завідувач кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ischenko.v.a@vntu.edu.ua

Меть Іван Миколайович – канд. техн. наук, доцент, декан факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: met@vntu.edu.ua

Ishchenko Vitalii A. – Dr.Sc., Assoc. Prof., Head of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ischenko.v.a@vntu.edu.ua

Met Ivan M. – Ph.D., Assoc. Prof., Dean of the Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: met@vntu.edu.ua