

DOI: <https://doi.org/10.32689/2523-4536/80-15>
УДК 005.8:620.9

Мирошніченко Ю.О.

кандидат економічних наук, доцент,
Сумський державний університет;
дослідник-постдок,

Університет Падерборну, Німеччина

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0463-0347>

Матвєєва Ю.А.

кандидат економічних наук, доцент,
Сумський державний університет

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3082-5551>

Myroshnychenko Iuliia

Candidate of Economics, Associate Professor,
Sumy State University;

Postdoctoral Researcher,
Paderborn University, Germany

Matvieieva Yuliia

Candidate of Economics, Associate Professor,
Sumy State University

ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ЗАЛЕЖНО ВІД ЇХ ВИДУ¹

SPECIFICS OF RENEWABLE ENERGY PROJECT MANAGEMENT DEPENDING ON THEIR TYPE

Це дослідження визначає та аналізує відмінності у вимогах до управління проєктами для шести технологій відновлюваної енергетики: сонячної фотоелектричної енергії, наземної вітрової енергетики, морської вітрової енергетики, гідроенергетики, систем накопичення енергії та гібридних конфігурацій. Завдяки порівняльному аналізу п'яти основних галузей знань – обсягу, графіку, ризику, зацікавлених сторін та управління якістю – дослідження демонструє, що традиційні рамки управління проєктами потребують фундаментальної адаптації для вирішення багатовимірної регуляторної складності, властивої проєктам відновлюваної енергетики. Результати статті сприяють як теоретичному розвитку літератури з управління проєктами, так і практичному керівництву для практиків, які орієнтуються у дедалі складніших середовищах розвитку відновлюваної енергетики.

Ключові слова: управління проєктами, відновлювана енергетика, зберігання енергії, стейкхолдери, регуляторне середовище, фінансування проєктів, сталий розвиток.

The renewable energy sector represents one of the most dynamically evolving infrastructure domains, driven by unprecedented convergence of international climate commitments, regulatory frameworks, and technological advancement. This research addresses critical gaps in understanding how conventional project management principles must be reconfigured for renewable energy contexts. This study aims to identify and systematise project management requirements for six renewable energy technologies to create differentiated methodological frameworks considering the regulatory volatility, stakeholder complexity, and grid integration challenges inherent to each technology type. Examining solar photovoltaic, onshore wind, offshore wind, hydropower, energy storage, and hybrid systems, the study establishes that each technology category demands distinctive management approaches across scope definition, scheduling protocols, risk assessment mechanisms, stakeholder coordination strategies, and quality assurance frameworks. Solar installations enable relatively streamlined implementation through modularity, while offshore wind projects require sophisticated maritime expertise and extended planning horizons. Hydropower developments involve complex multi-stakeholder ecosystems spanning decades, whereas energy storage projects must accommodate rapidly shifting regulatory landscapes. The research proposes an enhanced lifecycle methodology encompassing resource evaluation, extended operational supervision aligned with long-term power purchase agreements, and obligatory decommissioning phases mandated by environmental commitments. These technology-specific adaptations provide essential guidance for managing projects within multilayered regulatory

¹ Робота виконана в рамках НДР «Післявоєнне відновлення енергетики України: оптимізація управління відходами з урахуванням здоров'я населення, екологічних, інвестиційних, податкових детермінант» (№ 0123U100112)

environments characterized by international climate obligations, national energy strategies, and local permitting requirements. The investigation results contribute to theoretical development of the project management literature and to practical guidance for practitioners.

Keywords: *project management, renewable energy, energy storage, stakeholders, regulatory environment, project financing, sustainable development.*

Постановка проблеми. Сектор відновлюваної енергетики є однією з найдинамічніших галузей розвитку інфраструктури у світі, що зумовлено безпрецедентною конвергенцією міжнародних кліматичних зобов'язань, регуляторних вимог та технологічного прогресу. Паризька угода встановила обов'язкові цілі щодо скорочення викидів, які стали каталізатором національних стратегій розгортання відновлюваної енергетики в усьому світі, а Європейська зелена угода та законодавчий пакет "Fit for 55" створили юридично зобов'язуючі рамки, що вимагають від держав-членів ЄС досягти щонайменше 42,5% споживання відновлюваної енергії до 2030 року [1, 2, 3]. Ці міжнародні та регіональні зобов'язання кардинально змінили ландшафт управління проектами з розвитку відновлюваних джерел енергії. Директива про відновлювані джерела енергії (ЄС) 2018/2001 встановлює комплексні регуляторні рамки для розробки проектів, інтеграції енергосистем та транскордонного співробітництва, а пакет «Чиста енергія для всіх європейців» запроваджує нові принципи формування ринку, які безпосередньо впливають на стратегії планування та реалізації проектів [4]. Згідно з прогнозом Міжнародного енергетичного агентства «World Energy Outlook», інвестиції в проекти з відновлюваної енергетики зараз перевищують 1,8 трлн доларів на рік, що значною мірою зумовлено вимогами щодо дотримання нормативних вимог, а не суто ринковими рішеннями [5].

Незважаючи на зростаючу складність регулювання та його прямий вплив на вимоги до управління проектами, наукова література виявляє значні прогалини в розумінні того, як традиційні принципи управління проектами повинні бути адаптовані до контексту відновлюваної енергетики. Більшість існуючих досліджень зосереджуються на технічній здійсненності, економічному аналізі або дотриманні політик, не беручи до уваги критичні операційні аспекти управління проектами, які визначають успішну реалізацію в умовах все більш жорстких регуляторних обмежень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичні основи управління проектами, встановлені Інститутом управління проектами (PMBOK Guide) та іншими професійними організаціями, забезпечують необхідні

рамки для управління життєвим циклом проектів [6, 7]. Однак ці рамки були розроблені в першу чергу для традиційних інфраструктурних проектів і неадекватно враховують багатовимірну регуляторну складність, притаманну проектам у сфері відновлюваної енергетики. Керцнер Г. і Тернер Дж. Р. пропонують систематичні підходи до управління проектами через визначені області знань та етапи життєвого циклу [8, 9]. Ці системи передбачають відносно стабільне операційне середовище, лінійний хід проекту та екосистеми зацікавлених сторін з чітко визначеними ролями та інтересами. Однак проекти у сфері відновлюваної енергетики мають характеристики, які фундаментально суперечать цим припущенням, що створює потребу в спеціалізованих підходах до управління проектами, які виходять за межі традиційних методологій. Традиційна теорія управління проектами зацікавлених сторін, розроблена Фріменом Р. Е. і вдосконалена наступними дослідниками, надає рамки для ідентифікації та залучення зацікавлених сторін [10].

Традиційне управління проектами вирішує питання технологій за допомогою стандартних процесів закупівель та забезпечення якості. Проекти з відновлюваної енергії вимагають складної інтеграції в енергосистему, що передбачає участь багатьох організацій з різними оперативними пріоритетами та регуляторними вимогами. Процеси підключення до енергосистеми, що регулюються стандартами, такими як кодекси ENTSO-E, створюють постійні вимоги до координації, які поширюються на весь життєвий цикл проекту, ставлячи під сумнів традиційні визначення меж проекту [11].

Традиційні рамки зосереджуються переважно на показниках часу, вартості та якості. Проекти з відновлюваної енергії вимагають багатовимірного вимірювання ефективності, що інтегрує технічні показники (коефіцієнти потужності, ефективність інтеграції в енергосистему), екологічні показники (скорочення викидів вуглецю) та показники соціального впливу (вигоди для громади). Дослідження Фтенакіс В. М. та Кім Х. Ч. демонструє, що ця складність вимірювання виходить за межі традиційного управління проектами [12]. Розрахунки середньої вартості електроенергії (LCOE) та структури договорів про купівлю електроенергії (PPA)

створюють вимоги до ефективності, що поширюються на весь 20–30-річний життєвий цикл експлуатації, що кардинально змінює концепції завершення проєктів.

Аналіз вітчизняної наукової літератури виявляє значну прогалину в дослідженнях управління проєктами відновлюваної енергетики. Існуючі роботи Кудрі С.О., Главатських В. та ін. зосереджуються переважно на технічних аспектах та політичних рамках, не розглядаючи специфічні вимоги до управління проєктами [13, 14]. Загальні підручники з управління проєктами (наприклад, Блага Н.В.) не враховують унікальні характеристики проєктів ВДЕ [15].

Таким чином, література з управління проєктами у сфері відновлюваної енергетики є фрагментованою, з істотними теоретичними та емпіричними прогалинами.

Метою нашого дослідження є визначення та систематизація вимог до управління проєктами, що стосуються шести технологій відновлюваної енергії (сонячна фотоелектрична енергія, наземна вітроенергетика, морська вітроенергетика, гідроенергетика, системи зберігання енергії та гібридні системи), з метою створення диференційованих методологічних рамок, що враховують нестабільність нормативно-правового регулювання, складність зацікавлених сторін та проблеми інтеграції в енергосистему, притаманні кожному типу технології.

Виклад основного матеріалу. Зростаюча кількість впровадження проєктів у сфері

відновлюваної енергетики виявляє безпрецедентні моделі зростання, що підкреслюють критичну важливість спеціалізованих підходів до управління проєктами (див. рис. 1).

Протягом 15-річного періоду частка відновлюваної енергії у світовому виробництві електроенергії зросла на 12,2 процентних пункти, збільшившись з 19,72% у 2010 році до 31,92% у 2024 році. Це становить приблизно 62% зростання від початкового рівня. Прискорення зростання в 2021 році відображає політичні стимули та зниження технологічних витрат. На рис. 2. представлена сукупна встановлена потужність відновлюваної енергетики у світі за регіонами у 2024 році.

Як видно із рис. 2, Азія домінує у світовій інфраструктурі відновлюваної енергетики з 2382,47 ГВт, що становить понад половину від загальної встановленої потужності світу та утричі більше, ніж Європа, яка посідає друге місце (848,63 ГВт). Три провідні регіони – Азія, Європа та Північна Америка (573,01 ГВт) – разом становлять приблизно 85% світової інфраструктури відновлюваної енергетики, що демонструє значну географічну концентрацію. Регіони, що розвиваються, демонструють значно нижчі потужності: Африка – лише 66,90 ГВт, Близький Схід – 40,22 ГВт, а Центральна Америка та Карибський басейн – лише 19,27 ГВт, незважаючи на те, що вони часто мають чудові ресурси відновлюваної енергетики. Ця нерівність підкреслює суттєвий інвестиційний розрив між розвиненими та країнами,

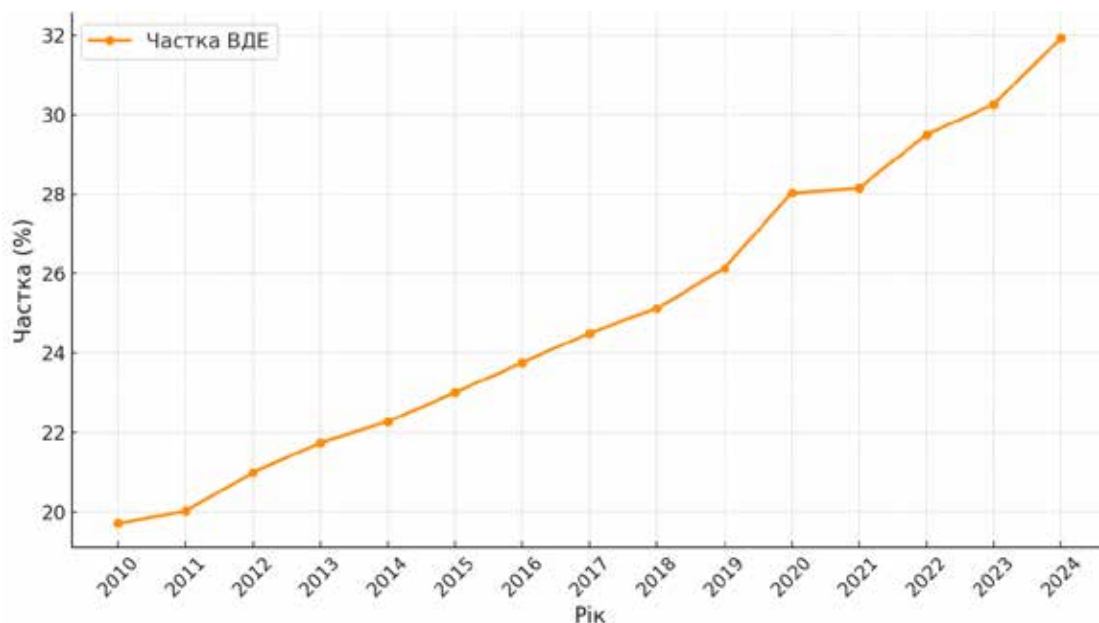


Рис. 1. Частка відновлюваної енергії у виробництві електроенергії в усьому світі з 2010 по 2024 рік

Джерело: сформовано авторами на основі [16]

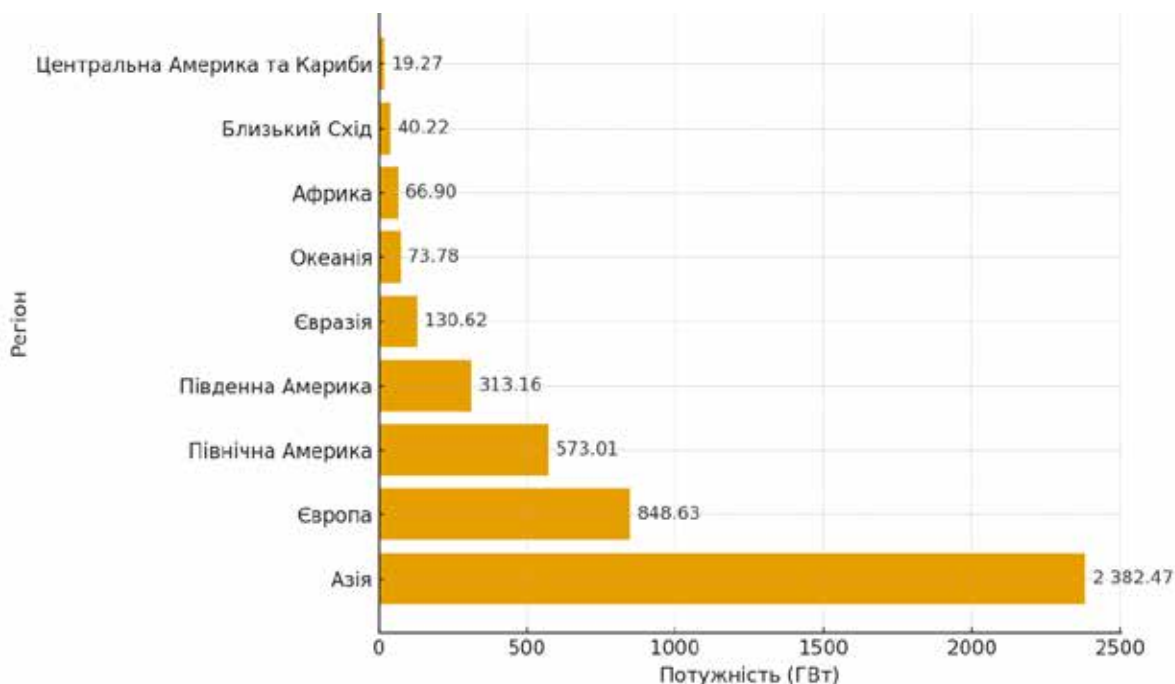


Рис. 2. Сукупна встановлена потужність відновлюваної енергетики у світі за регіонами у 2024 році (ГВт)

Джерело: сформовано авторами на основі [17]

що розвиваються, причому потужності Азії більш ніж у 35 разів більші, ніж потужності Африки чи Центральної Америки.

Глобальний сектор відновлюваної енергетики демонструє значну технологічну різноманітність, причому в реалізації проєктів переважають сонячні фотоелектричні та вітрові технології. На рис. 3 представлено розподіл проєктів у сфері відновлюваної

енергетики за шістьма основними технологічними категоріями у 2024 році.

Гідроенергетика домінує у структурі відновлюваної енергетики (44,9%), випереджаючи вітрову (25,5%), сонячну (21,7%), біоенергетику (7,1%) та інші джерела (0,9%).

На відміну від традиційних інфраструктурних проєктів, проєкти з розвитку відновлюваної енергетики повинні орієнтуватися в цьому



Рис. 3. Глобальне виробництво електроенергії з відновлюваних джерел у 2024 році, за видами (% від загального обсягу, TWh)

Джерело: сформовано авторами на основі [18]

багатошаровому регуляторному середовищі, одночасно управляючи змінними залежностями від ресурсів, складними вимогами до інтеграції в енергомережу та різноманітними екосистемами зацікавлених сторін. Регуляторні рамки створюють як можливості через механізми підтримки, так і обмеження через вимоги до дотримання, які суттєво впливають

на планування, виконання та оцінку ефективності проєктів. В табл. 1 представлена матриця регуляторних взаємозв'язків у проєктах відновлюваної енергетики.

Проєкти з відновлюваної енергетики мають значні відмінності у вимогах до управління проєктами залежно від типу технології, середовища впровадження та

Таблиця 1

Матриця регуляторних взаємозв'язків у проєктах відновлюваної енергетики

Категорія	Міжнародний рівень	Національний рівень	Локальний / Проєктний рівень
Регуляторні рамки	• UNFCCC, Паризька угода (2015) • EU Green Deal (2019) • Fit for 55 (2021) • IFC Performance Standards (2012) • ISO 14001:2015, ISO 50001:2020 • CBAM (2023)	• RED II (2018/2001), RED III (2023/2413) • NECPs (National Energy & Climate Plans) • TEN-E Regulation (2022/869) • Національні регулятори енергоринку • EU ETS (Emissions Trading System) • Податкові стимули та субсидії	• Місцеві дозвільні процедури • Земельне законодавство • Муніципальні стратегії сталого розвитку • Smart City initiatives • Будівельні норми та регламенти
Фінансові механізми	• Green Climate Fund (GCF) • EU Taxonomy (Reg. 2020/852) • SFDR (Reg. 2019/2088) • JETP (Just Energy Transition Partnerships) • EIB, World Bank, EBRD • Green Bond Principles (ICMA)	• Feed-in Tariffs (FiT) • Capacity auctions • CfD (Contracts for Difference) • Державні гарантії • PPA механізми • Renewable Energy Certificates (RECs) • Податкові кредити	• Місцеві субсидії та гранти • Комерційне банківське фінансування • Муніципальні green bonds • Кооперативні та громадські інвестиції • Краудфандинг платформи
Технічні стандарти	• IEC Standards (electrical equipment) • ENTSO-E Network Codes • NERC Standards (North America) • ISO 26000:2010 (CSR guidance) • IEEE Standards • TCFD Recommendations	• Національні мережеві коди • Grid connection requirements • Smart Grid standards • Кібербезпека критичної інфраструктури • Стандарти якості електроенергії • REMIT compliance (EU)	• Локальні технічні умови (ТУ) • Точки підключення до мережі • Шумові обмеження та карти • Вимоги до екологічного моніторингу • Протоколи аварійного реагування
Зацікавлені сторони	• UNFCCC, IEA, IRENA • Міжнародні банки розвитку (EBRD, ADB, AfDB) • Світовий банк, GEF • Міжнародні НУО (WWF, Greenpeace) • Technology providers (global)	• Центральний уряд, міністерства • Регулятори енергоринку • Національні асоціації ВДЕ • Оператори систем передачі (ОСП) • Профспілки • Інституційні інвестори • Страхові компанії	• Місцеві громади та жителі • Землевласники • Місцеві бізнес-асоціації • Освітні заклади • Локальні екологічні групи • Місцеві ЗМІ • Туристичний сектор
Вимоги до управління проєктами	• TCFD disclosure requirements • ESG compliance frameworks • GRI Standards reporting • Моніторинг SDGs (особливо 7, 13) • OECD Due Diligence Guidelines • UN Guiding Principles (Business & HR)	• Національне ліцензування • EIA/SEA процедури • Публічні консультації • Податкові пільги та звітність • Фінансове закриття проєкту • Угоди про підключення до мережі • Вимоги до страхування	• Програми залучення громади • Угоди про вигоди для громади • Соціальний діалог та консультації • Локальні угоди про зайнятість • Механізми компенсації • Вимоги до місцевого вмісту

Джерело: сформовано авторами

складності інтеграції. Традиційні області знань з управління проєктами забезпечують стандартизовані рамки для управління обсягом, графіком, ризиками, зацікавленими сторонами та якістю. У табл. 2 наведено комплексне порівняння того, як п'ять основних областей знань з управління проєктами повинні бути модифіковані для шести технологій відновлюваної енергії. Ця структура демонструє, що ефективне управління проєктами у сфері відновлюваної енергії не може покладатися на уніфіковані методології, а повинно використовувати індивідуальні підходи, що відповідають особливим технічним, екологічним, нормативним вимогам та вимогам зацікавлених сторін для кожного типу технології.

Систематизація цих технологічно-специфічних відмінностей у вимогах до управління проєктами має практичне значення для розуміння того, як адаптації п'яти областей знань реалізуються протягом життєвого циклу проєкту. Традиційні методології управління проєктами визначають універсальну структуру життєвого циклу, яка охоплює фази ініціації, планування, виконання, моніторингу та закриття [6]. Порівняння показує, що традиційна п'ятифазна модель управління проєктами [6] потребує розширення для проєктів відновлюваної енергетики через три принципові фактори:

1) Фаза ініціації вимагає специфічної оцінки відновлюваних ресурсів (інсоляція, вітровий потенціал, гідрологічні дані), відсутньої в традиційних проєктах;

2) Фаза експлуатації (25–30 років) не може розглядатися як пост-проєктна діяльність через вимоги довгострокових контрактів РРА, постійний моніторинг продуктивності та необхідність технологічних апгрейдів;

3) Фаза деактивації (демонтаж, рециклінг, рекультивація) є обов'язковою частиною життєвого циклу через екологічні зобов'язання та вимоги регуляторів.

Для проєктів сонячної фотоелектричної енергетики модульний підхід до управління обсягом та стандартизовані ланцюги постачання дозволяють реалізувати відносно короткий цикл розробки (18–24 місяці від ініціації до введення в експлуатацію). Натомість морські вітрові та гідроелектричні проєкти через складність координації зацікавлених сторін та екологічні обмеження мають суттєво подовжені фази планування та реалізації (48–72+ місяці). Ці відмінності систематично впливають із технологічних особливостей, що підтверджує необхідність технологічно-специфічних методологічних адаптацій.

Рис. 4 ілюструє життєвий цикл проєкту сонячної електростанції як базову модель для демонстрації того, як виявлені адаптації областей знань інтегруються в послідовні фази проєкту. Вибір саме цієї технології обумовлений її найвищою поширеністю (58% глобальних проєктів ВДЕ у 2023 році) та відносною стандартизацією процесів, що робить її репрезентативним прикладом для методологічного аналізу.

Систематичний аналіз вимог до управління проєктами у сфері відновлюваної енергетики показує, що фактори успіху значно різняться залежно від типу технології, що вимагає диференційованого підходу до управління. На основі порівняльної таблиці, наведеної в табл. 2, та моделі життєвого циклу, зображеної на рис. 4, ми можемо визначити профілі критичних факторів успіху для кожної категорії технологій.

Проєкти у сфері сонячної фотоелектричної енергетики демонструють найвищий потенціал стандартизації завдяки модульній архітектурі та зрілим ланцюгам постачання. Критичні фактори успіху включають: (1) швидке отримання дозволів завдяки стандартизованим процесам затвердження; (2) оптимізацію ланцюгів постачання для зменшення ризиків, пов'язаних з доступністю компонентів; (3) координацію термінів підключення до електромережі з операторами комунальних послуг; та (4) оптимізацію коефіцієнта продуктивності за допомогою протоколів контролю якості. Відносно короткий термін розробки (18–24 місяці) дозволяє швидше вирішувати ризики, але вимагає інтенсивного попереднього планування, щоб уникнути ланцюгових затримок під час етапів будівництва.

Проєкти наземних вітрових електростанцій характеризуються підвищеною складністю зацікавлених сторін, що вимагає спеціалізованих механізмів взаємодії. Ключові фактори успіху включають: (1) протоколи раннього та постійного консультування з громадою протягом усього життєвого циклу проєкту; (2) стратегії зменшення впливу на навколишнє середовище, що враховують проблеми птахів/диких тварин; (3) управління дотриманням норм шуму за допомогою оптимізації розміщення турбін; та (4) координація з авіаційними органами для отримання дозволу на використання повітряного простору. Розширені вимоги до консультацій (зазвичай 24–36 місяців до початку будівництва) вимагають спеціальних ресурсів для управління зацікавленими сторонами та адаптивних можливостей планування.

Проєкти з будівництва морських вітрових електростанцій представляють найвищу

Таблиця 2

Порівняльний аналіз особливих вимог до управління проєктами з урахуванням особливостей технологій

Область знань з управління проєктами	Адаптації для сонячної енергетики	Адаптації для наземних вітрових електростанцій	Адаптації для морських вітрових електростанцій	Адаптації гідроенергетики	Адаптації систем зберігання енергії	Гібридні адаптації
Управління обсягом	- Модульний підхід - Поетапне розширення - Адаптивне розміщення	- Екологічні обмеження - Угоди з громадою - Дотримання норм щодо шуму	- Морське середовище - Погодні вікна - Координація суден	- Інтеграція екосистеми - Соціальні програми - Довгострокові наслідки	- Визначення послуг енергомережі - Участь у ринку - Оптимізація доходів	- Мультитехнології - Інтегровані системи - Перехресна оптимізація
Управління графіком	- Синхронізація ланцюга поставок - Час підключення до мережі - Погодні сезони	- Екологічні сезони - Консультації з громадою - Залежність від погоди	- Морські погодні вікна - Доступність суден - Сезонні обмеження	- Екологічні потоки - Багаторічне планування - Процеси зацікавлених сторін	- Готовність енергомережі - Вихід на ринок - Постачання технологій	- Координація різних технологій - Інтегроване введення в експлуатацію - Системна синхронізація
Управління ризиками	- Технологічний ризик - Ризик ланцюга поставок - Ризик ефективності	- Опір громади - Вплив на навколишнє середовище - Залежність від погодних умов	- Морське середовище - Складність технології - Логістичні виклики	- Ризик соціального впливу - Екологічний та політичний ризик	- Зміни ринкових правил - Технологічна еволюція - Інтеграція в енергосистему	- Інтеграція систем - Взаємодія технологій - Оптимізація продуктивності
Управління зацікавленими сторонами	- Оператори енергомереж - Постачальники - Регулюючі органи	- Громади - Екологічні групи - Авіаційні органи	- Морські органи - Рибальські громади - Екологічні агентства	- Корінні громади - Екологічні групи - Міжнародні організації	- Оператори енергомереж - Оператори ринку - Покупці послуг	- Багато постачальників - Системні інтегратори - Операційні команди
Управління якістю	- Тестування модулів - Перевірка продуктивності - Відповідність вимогам енергосистеми	- Продуктивність турбін - Відповідність екологічним вимогам - Норми шуму	- Морське обладнання - Підводні системи - Екологічні стандарти	- Безпека дамб - Екологічні потоки - Рибні проходи	- Ефективність акумуляторів - Якість послуг енергомережі - Стандарти безпеки	- Інтеграція системи - Оптимізація продуктивності - Міжсистемна якість

Джерело: сформовано авторами

категорію технічної складності, що вимагає спеціалізованих компетенцій з управління морськими проєктами. Ключові фактори успіху включають: (1) управління ризиками для морського середовища, включаючи оптимізацію погодних умов та координацію суден; (2) планування прокладання підводних кабелів, що вимагає спеціалізованого обладнання та досвіду; (3) координацію рибальських та морських зацікавлених сторін у різних юрисдикціях; та (4) логістику ланцюга постачання спеціалізованих морських компонентів. Терміни розробки, що тривають 48-72 місяці, вимагають постійної

організаційної відданості та складних систем управління ризиками.

Гідроелектричні проєкти передбачають найскладніші довгострокові екосистеми зацікавлених сторін та вимоги щодо інтеграції з навколишнім середовищем. Ключові фактори успіху включають: (1) залучення корінних громад та механізми розподілу вигод; (2) управління потоками екосистеми, що забезпечує баланс між виробництвом енергії та захистом навколишнього середовища; (3) багаторічну оцінку гідрологічних ризиків та планування адаптації до зміни клімату; та (4) міжнародну координацію транскордонних

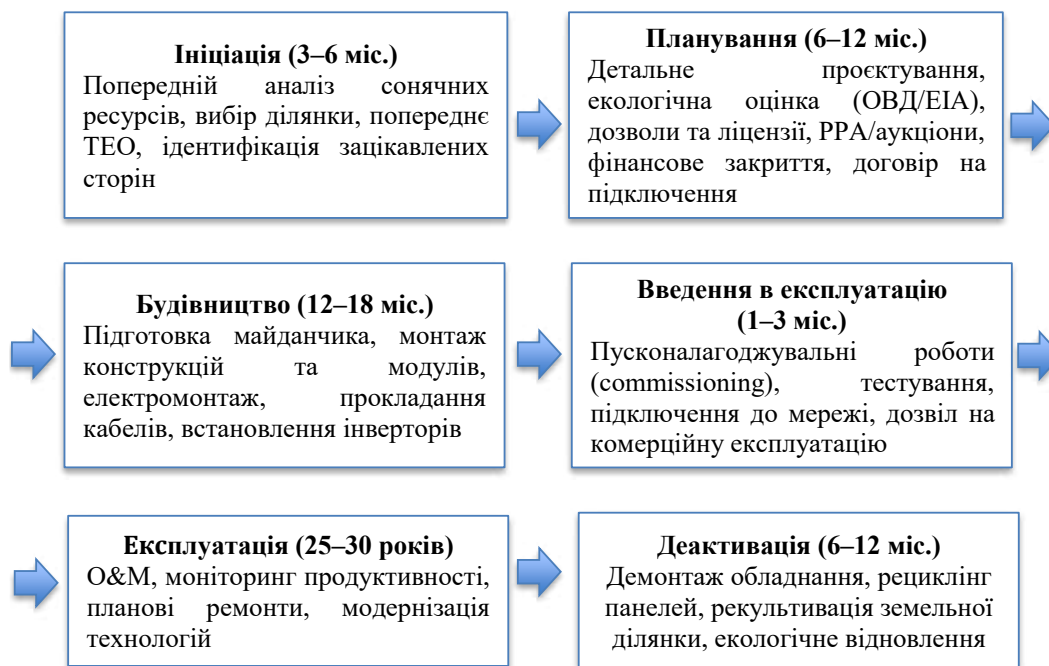


Рис. 4. Життєвий цикл проєкту сонячної електростанції (приклад)

Джерело: сформовано авторами

річкових проєктів. Термін реалізації 5–10 років та операційний горизонт понад 50 років вимагають інституційних підходів до управління проєктами, що виходять за межі традиційних моделей тимчасової організації.

Проєкти з зберігання енергії стикаються з швидкозмінними регуляторними рамками та викликами у сфері ринкового дизайну. Ключові фактори успіху включають: (1) регуляторну навігацію між різними потоками вартості (енергетичний арбітраж, регулювання частоти, послуги з потужності); (2) вибір технологій, що збалансують вартість, продуктивність та характеристики деградації; (3) координацію між операторами мереж для взаємозв'язку та операційних протоколів; та (4) оптимізацію доходів у мінливих ринкових структурах. Регуляторна невизначеність вимагає адаптивних рамок управління проєктами, здатних враховувати коригування обсягу проєкту в процесі його реалізації.

Гібридні відновлювані системи ставлять завдання інтеграції, що вимагають одночасної координації багатьох технологічних вимог. Ключові фактори успіху включають: (1) міжтехнологічну оптимізацію, що збалансовує доповнювальні профілі генерації; (2) розробку інтегрованої системи управління, що координує багато генераційних і накопичувальних активів; (3) консолідоване залучення зацікавлених сторін для вирішення питань,

пов'язаних із сукупним впливом проєктів; та (4) уніфіковане міжмережеве з'єднання, що управляє складними технічними вимогами. Складність управління вимагає експертизи в галузі системної інтеграції, що виходить за межі традиційних компетенцій управління проєктами

Висновки. Комплексний аналіз, представлений у цьому дослідженні, демонструє, що проєкти з відновлюваної енергетики вимагають систематичної адаптації традиційних систем управління проєктами з урахуванням специфічних технологічних особливостей. Регуляторне середовище проєктів з відновлюваної енергетики створює як можливості завдяки механізмам підтримки, так і обмеження через вимоги до дотримання норм, що фундаментально формують планування, виконання та оцінку ефективності проєктів у спосіб, безпрецедентний для традиційного розвитку інфраструктури. Розширена модель життєвого циклу, що включає оцінку ресурсів, подовжені етапи експлуатації та обов'язкове виведення з експлуатації, є більш точною структурою для управління проєктами у сфері відновлюваної енергетики, ніж традиційні п'ятифазні моделі. Ці висновки є як теоретичним внеском у літературу з управління проєктами, так і практичним керівництвом для фахівців галузі, які працюють у дедалі складніших умовах розвитку відновлюваної енергетики.

Список використаних джерел:

1. Paris Agreement. United Nations Framework Convention on Climate Change, 2015. URL: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement> (дата звернення: 01.10.2025).
2. The European Green Deal : Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brussels : European Commission, 2019. COM(2019) 640 final.
3. 'Fit for 55': delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality : Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brussels : European Commission, 2021. COM(2021) 550 final.
4. Clean Energy for All Europeans Package. Brussels : European Commission, 2016–2019. URL: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans-package_en (дата звернення: 01.10.2025).
5. World Energy Outlook 2023. Paris : International Energy Agency, 2023. 524 p.
6. A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide). 7th ed. Newtown Square : Project Management Institute, 2021. 274 p.
7. Performance Standards on Environmental and Social Sustainability. Washington, DC : International Finance Corporation, 2012. 88 p.
8. Kerzner H. Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. 12th ed. Hoboken : John Wiley & Sons, 2017. 1264 p.
9. Turner J.R. The Handbook of Project-Based Management. 3rd ed. New York : McGraw-Hill, 2014. 467 p.
10. Freeman R.E. Strategic Management: A Stakeholder Approach. Boston : Pitman, 1984. 276 p.
11. Network Code on Requirements for Grid Connection of Generators. Brussels : ENTSO-E, 2016.
12. Fthenakis V.M., Kim H.C. Land use and electricity generation: A life-cycle analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2009. Vol. 13. № 6-7. P. 1465–1474.
13. Відновлювані джерела енергії / за заг. ред. С.О. Кудрі. Київ : Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. 392 с.
14. Главатських В., Андрієвська В. Особливості професійної підготовки та сертифікації проєктних менеджерів в Україні. *Економічний простір*. 2024. № 190. С. 232–236.
15. Блага Н.В. Управління проєктами : навчальний посібник. Львів : Львівський державний університет внутрішніх справ, 2021. 152 с.
16. Share of renewable energy in electricity generation globally from 2010 to 2024. *Statista*. 2025. URL: <https://www.statista.com/statistics/489131/share-of-renewables-in-power-generation-globally/> (дата звернення: 01.10.2025).
17. Cumulative renewable energy capacity worldwide in 2024, by region (in gigawatts). *Statista*. 2025. URL: <https://www.statista.com/statistics/1394190/global-renewable-capacity-cumulative-by-region/> (дата звернення: 01.10.2025).
18. Electricity generation from renewable sources worldwide in 2024, by source (in terawatt hours). *Statista*. 2025. URL: <https://www.statista.com/statistics/1394179/renewable-electricity-generation-by-source-worldwide/> (дата звернення: 01.10.2025).

References:

1. United Nations Framework Convention on Climate Change (2015) *Paris Agreement*. Available at: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement> (accessed October 1, 2025).
2. European Commission (2019) *The European Green Deal: Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions* (COM(2019) 640 final). Brussels. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52019DC0640> (accessed October 1, 2025).
3. European Commission (2021) *'Fit for 55': Delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions* (COM(2021) 550 final). Brussels. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52021DC0550> (accessed October 1, 2025).
4. European Commission (2016-2019) *Clean Energy for All Europeans Package*. Brussels. Available at: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans-package_en (accessed October 1, 2025).
5. International Energy Agency (2023) *World Energy Outlook 2023*. Paris: IEA. Available at: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023> (accessed October 1, 2025).
6. Project Management Institute (2021) *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide)* (7th ed.). Newtown Square: PMI.
7. International Finance Corporation (2012) *Performance Standards on Environmental and Social Sustainability*. Washington, DC: IFC.
8. Kerzner H. (2017) *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* (12th ed.). Hoboken: John Wiley & Sons.
9. Turner J. R. (2014) *The Handbook of Project-Based Management* (3rd ed.). New York: McGraw-Hill.

10. Freeman R. E. (1984) *Strategic Management: A Stakeholder Approach*. Boston: Pitman.
11. ENTSO-E (2016) Network Code on Requirements for Grid Connection of Generators. Brussels.
12. Fthenakis V. M., Kim H. C. (2009) Land use and electricity generation: A life-cycle analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 13, no. 6-7, pp. 1465–1474.
13. Kudria S. O. (ed.) (2020) *Vidnovliuvani dzherela enerhii* [Renewable energy sources]. Kyiv: Instytut vidnovliuvanoi enerhetyky NANU. (in Ukrainian)
14. Hlavatskykh V., Andriievskaya V. (2024) Osoblyvosti profesiinoi pidhotovky ta sertyfikatsii proiektnykh menedzheriv v Ukraini [Features of professional training and certification of project managers in Ukraine]. *Ekonomichnyi prostir – Economic Space*, no. 190, pp. 232–236. (in Ukrainian)
15. Blaha N. V. (2021) *Upravlinnia proiektamy: navchalnyi posibnyk* [Project management: textbook]. Lviv: Lvivskyi derzhavnyi universytet vnutrishnikh sprav. (in Ukrainian)
16. Statista (2025) *Share of renewable energy in electricity generation globally from 2010 to 2024*. Available at: <https://www.statista.com/statistics/489131/share-of-renewables-in-power-generation-globally/> (accessed October 1, 2025).
17. Statista (2025) *Cumulative renewable energy capacity worldwide in 2024, by region (in gigawatts)*. Available at: <https://www.statista.com/statistics/1394190/global-renewable-capacity-cumulative-by-region/> (accessed October 1, 2025).
18. Statista (2025) *Electricity generation from renewable sources worldwide in 2024, by source (in terawatt hours)*. Available at: <https://www.statista.com/statistics/1394179/renewable-electricity-generation-by-source-worldwide/>

Стаття надійшла: 12.09.2025

Стаття прийнята: 20.10.2025

Стаття опублікована: 24.11.2025