

SECTION 12. WORLD ECONOMY AND INTERNATIONAL ECONOMIC RELATIONS

DOI: 10.46299/ISG.2025.MONO.ECON.1.12.1

12.1 Розвиток відновлюваних джерел енергії - ключовий напрямок міжнародного інжинірингу

Світове зростання попиту на енергію, разом із обмеженими природними ресурсами, створює нагальну потребу в ефективному управлінні енергетичними ресурсами. Інжиніринг, як складова сучасного технологічного розвитку, відіграє вирішальну роль у розробці інноваційних рішень для оптимізації енергоспоживання та зменшення екологічного впливу. Також процеси глобалізації й інтеграції економік вимагають міжнародного співробітництва та обміну досвідом для впровадження найкращих практик у галузі енергетичної ефективності. Міжнародний інжиніринг сприяє обміну інноваціями, адаптації технологій до різних регіональних умов і розвитку комплексних проєктів, що допомагають скорочувати витрати енергетичних ресурсів на світовому рівні.

В умовах сучасної екологічної кризи та кліматичних змін раціональне використання енергії стає не лише економічною, але й етичною вимогою. Саме тому розвиток міжнародного інжинірингу для раціонального використання енергоресурсів відповідає світовим тенденціям до стійкого розвитку і переходу на відновлювані джерела енергії, роблячи дослідження цієї теми вкрай своєчасним і важливим для подальшого прогресу.

Питанням розвитку міжнародного інжинірингу у сфері раціонального використання енергоресурсів приділяють увагу як українські, так і зарубіжні науковці. Значний внесок у дослідження цієї теми зробили О. Якимчук [423], В. Парсяк [425], А. Чернявський [427], М. Згуровський [424], В. Білоцерківець [434], Є. Ковтун [436], а також зарубіжні фахівці, такі як Vaclav Smil [421], M. Wakil Shahzad [440], Konstantin Panasenko [441], Alabugin A. A. [442].

Амрти Сен [420] – лауреат Нобелівської премії з економіки, досліджував економічний розвиток і питання енергоефективності. Його підхід до розвитку

включає важливість стійкого використання ресурсів для забезпечення довгострокового добробуту.

Вацлав Сміл [421] – один з провідних дослідників у сфері енергетичних систем. Сміл приділяє велику увагу історії розвитку енергетики та майбутнім сценаріям раціонального використання енергії, досліджуючи, як новітні технології можуть допомогти зменшити залежність від традиційних джерел енергії.

Майкл Портера [422] – відомий дослідник з питань конкурентоспроможності та стратегії. Портер розробив концепцію «екологічної ефективності», де підкреслює роль інновацій в управлінні енергією для підвищення конкурентоспроможності підприємств на глобальному ринку. Джеффри Сакс – економіст, який вивчав питання сталого розвитку та економіки кліматичних змін. Він акцентує на міжнародному співробітництві в питаннях енергетики та важливості інновацій для раціонального використання енергії [423].

Михайло Згуровський [424] – академік НАН України, ректор КПІ ім. Ігоря Сікорського, відомий своїми розробками у сфері інжинірингу, пов'язаними з енергетичною безпекою України. Його роботи охоплюють стратегії розробки технологій для оптимізації енерговикористання, які відповідають на сучасні глобальні виклики, зокрема екологічні й економічні аспекти енергетичних систем. Він активно займається міжнародними проєктами, що включають впровадження передових інжинірингових рішень для підвищення енергоефективності та сталого розвитку енергетичного сектора в Україні та за її межами.

Проблема раціонального використання енергоресурсів та розвиток міжнародного інжинірингу для її вирішення привертає увагу багатьох дослідників, однак деякі аспекти, зокрема вплив інжинірингу на підвищення енергоефективності та оптимізацію споживання традиційних енергоресурсів,

залишаються недостатньо вивченими в контексті глобальних викликів, таких як кліматичні зміни та енергетична криза.

Такі вчені, як Парсяк В., Жукова О., Левіт О., вважають, що інжиніринг являє собою сукупність технічних засобів, програмного забезпечення, методичних інструментів, а також співробітників, які їх використовують, та економічних відносин між проєктними бюро й замовниками цифрових інтелектуальних послуг щодо розробки електронної технічної документації, необхідної для виготовлення виробів або будівництва об'єктів [425, с. 72-76].

Наступні вчені вважають, що інжиніринг - це надання певних послуг чи виконання робіт. Серед них можна виділити професора Г.В. Черевко [456, с.391], який трактує інжиніринг як надання на комерційній основі різноманітних інженерно-консультаційних послуг (виконання технічних завдань, проведення перед проєктних робіт, наукових досліджень, техніко-економічних обґрунтувань, розробка технічної документації, проєктна та конструкторська розробка технічної документації, проєктна та конструкторська розробка об'єктів техніки, технології, консультації та нагляд під час монтажу, пусконаладжувальних робіт, консультування економічного, фінансового, маркетингового та іншого характеру).

Концепція інжинірингу зародилася у Великій Британії в другій половині XIX століття. Необхідність відновлення зруйнованих споруд і створення нової інфраструктури призвела до стрімкого зростання попиту на комплексні інжинірингові послуги, включаючи будівництво під ключ, технічний супровід і навчання персоналу. Так послуги інжинірингу стали більш різноманітними, а ринок інжинірингових послуг поділився на внутрішній і міжнародний, вузькоспеціалізований і багатопрофільний [455].

Міжнародний інжиніринг є важливою складовою глобальних економічних відносин, яка поєднує технічні знання, управлінські підходи та інновації для вирішення складних інфраструктурних і виробничих завдань у світовому масштабі. Його сутність полягає у забезпеченні технологічного обміну та інженерних рішень між країнами, що дозволяє розвивати новітні проєкти з

використанням передових знань та практик, інтегруючи досягнення різних регіонів світу.

Однією з ключових характеристик міжнародного інжинірингу є його здатність адаптувати інженерні рішення до умов різних ринків і культур. Це забезпечує ефективне використання ресурсів, підвищує рівень виробничих процесів і сприяє досягненню більш високого рівня енергоефективності. У сучасних умовах глобалізації, коли країни стикаються з нагальними викликами, такими як обмеженість природних ресурсів і зміни клімату, міжнародний інжиніринг стає інструментом, який сприяє стійкому розвитку економік.

Важливим аспектом міжнародного інжинірингу є його мультидисциплінарний підхід, який охоплює не лише технічні, але й економічні, екологічні та соціальні аспекти. Сучасні міжнародні проекти часто є результатом співпраці між урядами, приватним сектором та міжнародними організаціями, що вимагає глибокого розуміння законодавчих норм і стандартів різних країн [435].

Крім того, міжнародний інжиніринг активно сприяє раціональному використанню енергоресурсів. Завдяки впровадженню інноваційних технологій, таких як «розумні» енергетичні мережі та відновлювані джерела енергії, інжинірингові компанії допомагають країнам знижувати витрати на енергоспоживання, скорочуючи при цьому негативний вплив на довкілля.

ТОВ «ASTRA PROJECT» активно реалізує проекти з підвищення енергоефективності за рахунок оптимізації використання обладнання. Одним із прикладів є впровадження інноваційних систем, які дозволяють максимально використовувати відновлювані джерела енергії, а також ефективніше розподіляти навантаження між енергетичними системами. Наприклад, системи рекуперації тепла від холодильних машин допомагають використовувати відведене тепло для підігріву приміщень, що значно знижує загальні витрати на опалення. Завдяки впровадженню таких рішень, ТОВ «ASTRA PROJECT» вдалося знизити енергоспоживання на багатьох об'єктах у середньому на 30%,

що підтверджується практичним досвідом реалізації проектів у торговельних мережах і промислових об'єктах.

У цьому контексті міжнародний інжиніринг виконує функцію своєрідного мосту між наукою і промисловістю, дозволяючи новітнім науковим досягненням швидше знаходити практичне застосування в реальних проектах.

Таким чином, сутність міжнародного інжинірингу полягає не лише у створенні інженерних рішень для конкретних проектів, але й у системному підході до вирішення глобальних проблем, зокрема тих, що стосуються ефективного використання ресурсів і забезпечення стійкого розвитку економік різних країн.

Міжнародний інжиніринг представлений різними формами, які залежать від характеру виконуваних проектів і специфіки взаємодії між замовниками та постачальниками послуг. Такими формами є:

- *проекткування*, коли інжинірингові компанії займаються розробкою технічних рішень для інфраструктурних, промислових або енергетичних об'єктів. Цей вид інжинірингу охоплює всі етапи проекту — від створення концептуального дизайну до детального планування і виконання креслень [436].

- *консалтинговий інжиніринг*, де компанії виконують роль радників і експертів, допомагаючи клієнтам обирати найефективніші технологічні та управлінські рішення. Такий підхід широко використовується у стратегічно важливих галузях, як-от енергетика, транспорт і телекомунікації, де необхідні глибокі знання міжнародних стандартів і врахування локальних особливостей.

- *управлінський інжиніринг*, за якого компанії виконують функції управління проектами, організовуючи робочі процеси, координуючи взаємодію між підрядниками та контролюючи дотримання строків і бюджету.

- *інжиніринг «під ключ» (turnkey project)*. У цьому випадку інжинірингова компанія бере на себе повну відповідальність за реалізацію проекту — від його планування до будівництва та введення об'єкта в експлуатацію. Такий підхід

дозволяє замовнику отримати готовий до використання об'єкт із мінімальним залученням до процесу [437, с. 50].

➤ *аутсорсинг інжинірингових послуг*. У цьому форматі компанії передають частину або всі інженерні завдання зовнішнім постачальникам із інших країн. Це сприяє зниженню витрат, оптимізації ресурсів і доступу до спеціалізованих знань, які можуть бути відсутні локально.

➤ *спільні підприємства (joint ventures)*, коли кілька компаній із різних країн об'єднуються для реалізації великих або складних проєктів. Така співпраця дозволяє ділити ризики, а також використовувати ресурси та експертні знання всіх учасників.

Таким чином, міжнародний інжиніринг пропонує широкий спектр форм, які дозволяють адаптуватися до специфіки проєктів і ринкових вимог. Це забезпечує гнучкість і ефективність у вирішенні складних технічних завдань на міжнародному рівні.

Міжнародний інжиніринг охоплює широкий спектр напрямків, кожен з яких є важливою ланкою глобальних економічних процесів, спрямованих на технологічний розвиток, інновації та стійкість (рис. 1.).

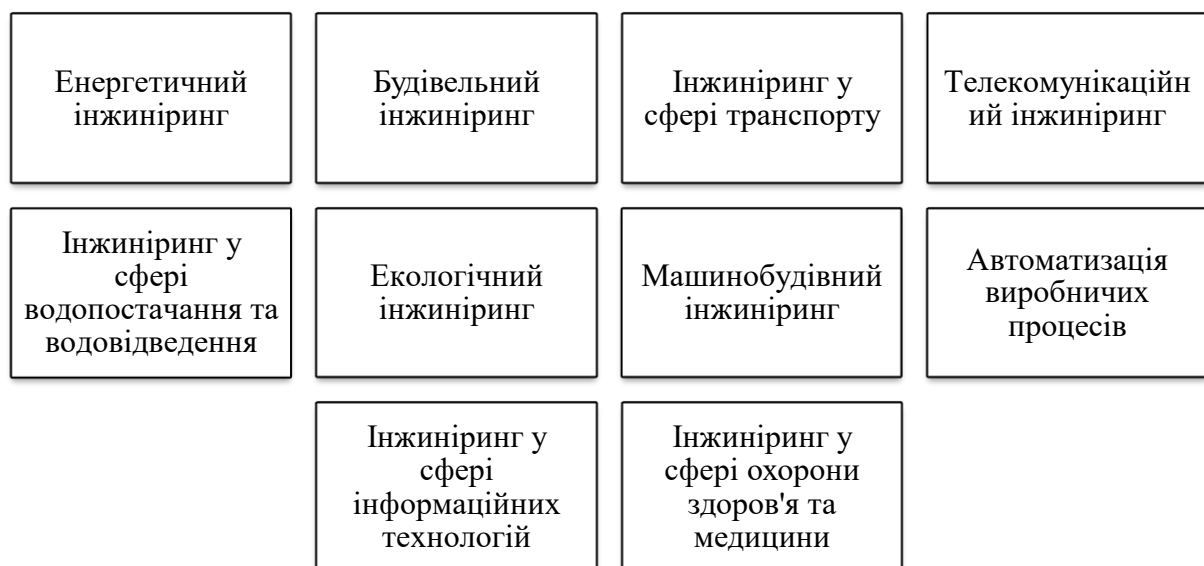


Рисунок 1 – Напрямки міжнародного інжинірингу

Джерело: власна розробка автора

Одним із ключових напрямків є *енергетичний інжиніринг*. У сучасних умовах, коли питання раціонального використання енергоресурсів стає дедалі актуальнішим, енергетичний інжиніринг спрямований на впровадження нових технологій для підвищення енергоефективності, розробку альтернативних джерел енергії та оптимізацію традиційних енергетичних систем. Це включає не лише проєкти з розбудови електростанцій, але й розробку "розумних" мереж, що здатні адаптуватися до змін у попиті та пропозиції енергії.

Будівельний інжиніринг, своєю чергою, охоплює всі аспекти створення інфраструктурних об'єктів, від планування та проєктування до завершення будівництва. Цей напрямок має велике значення для реалізації міжнародних проєктів, оскільки інжинірингові компанії часто залучаються до спорудження складних об'єктів, таких як мости, аеропорти та заводи, що вимагають глибокого знання місцевих умов та глобальних стандартів.

Інжиніринг у сфері транспорту також відіграє важливу роль у забезпеченні ефективного переміщення людей та товарів у світовій економіці. Це включає розробку нових транспортних систем, таких як швидкісні залізниці, системи громадського транспорту та інфраструктура для електромобілів, що стає дедалі актуальнішою у зв'язку з тенденцією до зменшення викидів вуглецю.

Телекомунікаційний інжиніринг є невід'ємною частиною сучасного світу, який швидко переходить до цифрової економіки. Розвиток новітніх комунікаційних систем, таких як 5G, супутникові мережі та оптоволоконні інфраструктури, є основою для глобального зв'язку та передачі даних, що підтримує функціонування міжнародних бізнес-процесів, наукових досліджень та державних систем [426, с. 78].

Важливим напрямком є *інжиніринг у сфері водопостачання та водовідведення*. В умовах зміни клімату та глобального дефіциту водних ресурсів цей напрямок спрямований на створення систем, які забезпечують раціональне використання води, очищення стічних вод та впровадження технологій повторного використання водних ресурсів. Він є критично важливим для забезпечення стійкості міських та сільських районів у всьому світі.

Екологічний інжиніринг фокусується на впровадженні рішень, спрямованих на зменшення впливу людської діяльності на довкілля. Цей напрямок охоплює такі сфери, як управління відходами, рекультивация земель, зменшення викидів шкідливих речовин та впровадження систем стійкого виробництва.

Машинобудівний інжиніринг займається розробкою та вдосконаленням механічних систем і обладнання для різних галузей, таких як промисловість, сільське господарство, транспорт та енергетика. Інновації у цій сфері сприяють підвищенню ефективності виробництва та зниженню витрат на утримання обладнання.

Автоматизація виробничих процесів є ще одним важливим напрямком міжнародного інжинірингу. Вона дозволяє оптимізувати робочі процеси на підприємствах, скорочуючи витрати на ручну працю, підвищуючи точність та надійність виробничих операцій і забезпечуючи безперервне функціонування виробництва в умовах глобальних ланцюгів постачання.

Інжиніринг у сфері інформаційних технологій забезпечує розвиток інфраструктури для обробки, зберігання та передачі даних. Це включає як розробку систем кібербезпеки, так і впровадження хмарних рішень та технологій обробки великих даних, що є важливими для міжнародних корпорацій та державних установ.

Нарешті, *інжиніринг у сфері охорони здоров'я та медицини* спрямований на впровадження новітніх медичних технологій, таких як роботизовані хірургічні системи, медичне обладнання та інформаційні системи для моніторингу стану здоров'я пацієнтів. Цей напрямок відіграє важливу роль у забезпеченні доступу до сучасних медичних послуг у різних країнах.

Таким чином, міжнародний інжиніринг охоплює різноманітні напрямки, кожен з яких спрямований на вирішення специфічних завдань у глобальній економіці, використовуючи найсучасніші технологічні рішення для підвищення ефективності та стійкості в різних сферах людської діяльності.

Міжнародна торгівля інжиніринговими послугами є складним і

багатогранним явищем, яке об'єднує різні форми надання спеціалізованих технічних, інженерних та консалтингових послуг на глобальному ринку. Однією з ключових особливостей цього процесу є необхідність адаптації технічних рішень до місцевих умов та законодавчих вимог, що варіюються в залежності від регіону. Наприклад, технології, які ефективно функціонують в умовах європейських ринків, можуть вимагати значної модифікації для впровадження в країнах Азії чи Африки через різницю в кліматичних, економічних та культурних факторах.

Ще однією суттєвою характеристикою міжнародної торгівлі інжиніринговими послугами є глобальна інтеграція науково-технічного прогресу [440, с. 6], де провідні інжинірингові компанії грають роль ключових агентів інновацій. Вони не тільки розробляють нові технологічні рішення, але й беруть на себе відповідальність за їх поширення у глобальних масштабах [434]. Це забезпечує ефективну передачу знань та технологій між країнами, сприяючи швидкому розвитку нових інфраструктурних проєктів, особливо у галузях енергетики, будівництва, транспорту та охорони здоров'я.

Важливою характеристикою міжнародної торгівлі інжиніринговими послугами є високий рівень конкуренції на ринку. Компанії з різних країн змагаються за великі міжнародні контракти, пропонуючи інноваційні рішення та конкурентоспроможні ціни. Це змушує компанії постійно вдосконалювати свої технології та знижувати витрати на послуги, що часто досягається через впровадження цифрових технологій і автоматизації процесів. Крім того, міжнародна торгівля інжиніринговими послугами залежить від здатності компаній забезпечувати бездоганну комунікацію між різними учасниками процесу, що нерідко включає клієнтів, підрядників, субпідрядників і урядові організації різних країн.

Фінансова сторона міжнародної торгівлі інжиніринговими послугами також є надзвичайно складною. Міжнародні контракти часто укладаються на великі суми та вимагають значних інвестицій. Вони можуть включати використання кредитів міжнародних фінансових установ або механізмів

державного фінансування, зокрема, у випадках реалізації масштабних інфраструктурних проєктів у країнах, що розвиваються. Це вимагає від інжинірингових компаній глибокого розуміння фінансових ризиків, а також здатності ефективно керувати бюджетами в умовах різних валютних та економічних режимів.

Окремої уваги заслуговує аспект регулювання ринку інжинірингових послуг на міжнародному рівні. Кожна країна має свої специфічні вимоги та стандарти, що стосуються як безпеки, так і якості інжинірингових рішень. Для компаній, що надають свої послуги на міжнародних ринках, це означає необхідність дотримання складних юридичних норм і сертифікаційних процедур, що вимагає значного юридичного супроводу та постійної адаптації до змін у законодавчій базі різних країн.

Міжнародна торгівля інжиніринговими послугами також виступає важливим інструментом економічної дипломатії [433], через яку країни можуть поглиблювати свої економічні зв'язки та обмінюватися технологічними досягненнями. Це сприяє не лише економічному зростанню, але й зміцненню міжнародних відносин, що є критично важливим для сучасного світу, де глобальна співпраця стає все більш значущою в контексті вирішення загальносвітових викликів, таких як зміни клімату та енергетична криза.

Міжнародна торгівля інжиніринговими послугами є частиною ширших міжнародних економічних відносин (МЕВ) і відіграє особливу роль у сучасній глобалізованій економіці. Цей процес включає обмін інженерними знаннями та технологіями між країнами, що не тільки сприяє розвитку інфраструктури, але й сприяє зміцненню економічних зв'язків між державами. Однією з ключових особливостей МЕВ у цій сфері є те, що інжинірингові послуги часто включають не тільки проєктування і будівництво, але й комплексні рішення, що включають дослідження, консалтинг, керування проєктами та післяпроєктну підтримку.

Компанії, що беруть участь у міжнародній торгівлі інжиніринговими послугами, часто вступають у стратегічні партнерства з місцевими підрядниками або державними структурами, щоб адаптувати свої рішення до регіональних

вимог. Це створює унікальний симбіоз між глобальними гравцями, які привносять інновації та досвід, і локальними компаніями, які розуміють специфіку національних ринків. Важливу роль у таких відносинах відіграють міждержавні угоди та торговельні блоки, які знижують бар'єри для входу іноземних компаній на локальні ринки, сприяючи трансферу технологій.

Отже, МЕВ у сфері інжинірингових послуг відображають глобальні тенденції до інтеграції і кооперації в міжнародній економіці, забезпечуючи країнам доступ до новітніх технологій і сприяючи їхньому сталому розвитку. МЕВ у сфері інжинірингових послуг відображають глобальні тенденції до інтеграції і кооперації в міжнародній економіці, забезпечуючи країнам доступ до новітніх технологій і сприяючи їхньому сталому розвитку. Важливу роль в цьому відіграють міжнародні інвестиції, що здійснюються іноземними контрагентами через створення іноземних, спільних та міжнародних інжинірингових компаній. Такий підхід дозволяє залучити капітал, технології та експертизу з різних країн, що сприяє підвищенню конкурентоспроможності та ефективності інжинірингових послуг.

Крім того, участь країн у міжнародних організаціях та проектах, які координують світовий інжиніринговий сектор, таких як Міжнародна федерація консультантів-інженерів (FIDIC) чи Європейська інжинірингова асоціація (EFCA), дозволяє встановлювати загальні стандарти, обмінюватися найкращими практиками та інтегруватися у глобальні ланцюги доданої вартості.

CDM Engineering Ukraine є частиною міжнародної інженерної групи, що спеціалізується на комплексних проєктних рішеннях в будівельному та екологічному секторах. Компанія працює в Україні з 2013 року, залучаючи іноземні інвестиції та інтегруючи передові інженерні рішення. Її діяльність включає управління будівельними проєктами, технічний нагляд, екологічні оцінки, відповідність стандартам ISO, що забезпечує прозорість і якість реалізації проєктів.

Прикладом співпраці є проєкти модернізації промислових підприємств у партнерстві з міжнародними фінансовими установами, такими як Європейський

банк реконструкції та розвитку (ЄБРР).

Одним з успішних проєктів є модернізація системи водопостачання для заводу, що дозволило знизити споживання води на 30%, зменшити викиди забруднюючих речовин і підвищити ефективність виробництва. CDM Engineering також працювала над проєктами по зменшенню викидів CO₂ шляхом інтеграції більш екологічних технологій на підприємствах енергетичного та промислового секторів, допомагаючи компаніям дотримуватися міжнародних екологічних стандартів.

Також компанія активно займається розробкою інфраструктурних проєктів, що фінансуються міжнародними донорами, включаючи будівництво сучасних систем поводження з відходами. Співпраця з місцевими органами влади та іноземними інвесторами дозволила створити понад 50 успішних проєктів по всій країні, в тому числі в Києві, Львові та Харкові.

CDM Engineering демонструє, як міжнародні компанії можуть ефективно інтегрувати сучасні технології та стандарти у місцеві проєкти, забезпечуючи розвиток інфраструктури та збереження екологічного балансу. Завдяки досвіду у реалізації складних проєктів, компанія допомагає підвищувати конкурентоспроможність українських підприємств на глобальному ринку, забезпечуючи їм доступ до нових технологій та фінансових ресурсів [429].

Global Energy Company спеціалізується на модернізації енергетичних та промислових об'єктів як в Україні, так і за кордоном. Її послуги "під ключ" включають проєктування, постачання обладнання, монтаж та програмування автоматизованих систем управління (АСУТП). Завдяки комплексному підходу компанія підвищує енергоефективність виробничих процесів і знижує витрати на енергоресурси для клієнтів.

Прикладом діяльності Global Energy є проєкт модернізації теплоелектростанції в Україні, де було встановлено сучасні котли та автоматизовані системи управління, що зменшило споживання палива на 15%. Компанія також працює з великими підприємствами нафтогазового сектору, допомагаючи їм оптимізувати процеси видобутку та переробки. Її рішення

спрямовані на зменшення втрат енергії, збільшення терміну служби обладнання та зниження екологічного впливу.

На міжнародному рівні Global Energy реалізувала проєкти в Польщі, Туреччині та Грузії. Один з успішних кейсів — впровадження системи управління для цементного заводу в Туреччині, що дозволило знизити викиди CO₂ на 10% і підвищити продуктивність на 20%. Компанія має партнерства з такими виробниками обладнання, як Siemens і Schneider Electric, що дозволяє забезпечувати сучасні та надійні рішення для клієнтів.

У 2023 році Global Energy виконала понад 30 великих проєктів у Європі, що свідчить про високий рівень довіри з боку замовників. Завдяки глибокому розумінню технологічних процесів та інноваційному підходу, компанія займає провідні позиції серед постачальників інженерних послуг на ринку [430].

S-Engineering — це провідний EPC-підрядник в Україні, який спеціалізується на автоматизації виробничих процесів та впровадженні рішень для енергетичного та промислового секторів. Співпрацюючи зі світовими брендами, такими як Siemens та ENOC, компанія інтегрує свої інноваційні технології на українських підприємствах, дозволяючи їм долучатися до глобальних ланцюгів постачання. Особливість S-Engineering — використання власних запатентованих рішень для оптимізації енергетичних систем, що знижує енергоспоживання та підвищує ефективність управління виробництвом.

Прикладом успішної співпраці стала реалізація проєкту для ENOC, де S-Engineering впровадила систему автоматизації на нафтопереробному заводі, що дозволило скоротити витрати на електроенергію на 15%. Інший важливий кейс — партнерство із Siemens, в рамках якого компанія інтегрувала рішення для оптимізації роботи мережі в одному з великих металургійних підприємств України, що сприяло підвищенню ефективності виробництва на 20%.

Протягом останніх років S-Engineering значно розширила свою діяльність завдяки активній участі у великих інфраструктурних проєктах в Україні та за кордоном. У 2023 році компанія завершила понад 25 проєктів у різних галузях, що демонструє її здатність реалізовувати масштабні та складні рішення.

Компанія використовує сучасні технології та розробляє власні патенти, що дозволяє їй пропонувати клієнтам унікальні послуги для оптимізації енергетичних процесів та інтеграції в міжнародні стандарти управління енергією [431].

Egis Group, французька інжинірингова компанія, працює в Україні з 1993 року, реалізуючи масштабні інфраструктурні проекти, що охоплюють управління водними ресурсами, транспортну інфраструктуру та енергетичну ефективність. Компанія активно співпрацює з місцевими партнерами та міжнародними організаціями, впроваджуючи сучасні європейські стандарти. Наприклад, Egis бере участь у проекті оновлення систем водопостачання в Маріуполі, який фінансується французьким урядом. Ця ініціатива спрямована не лише на поліпшення інфраструктури, але й на підвищення енергоефективності та збереження водних ресурсів.

Компанія також працює над проектами модернізації транспортної інфраструктури, включаючи будівництво доріг, мостів, аеропортів та розвиток залізничної мережі. Це дозволяє покращити логістику та економічні зв'язки всередині країни, а також сприяє інтеграції українських транспортних шляхів із європейськими маршрутами.

Один із прикладів — участь у реконструкції доріг, що з'єднують ключові міста України, фінансованої Європейським інвестиційним банком. Завдяки Egis реалізовано проекти з розвитку інфраструктури в більш ніж 15 містах України, де впроваджувалися системи, що знижують енергоспоживання на 10-15%, а також підвищують ефективність використання ресурсів на рівні місцевих громад [432].

ТОВ «ASTRA PROJECT» також є важливим гравцем на українському ринку інжинірингових послуг, спеціалізуючись на розробці та впровадженні проектів у сфері енергетики та промисловості. Компанія активно залучає іноземних партнерів і використовує сучасні технології для підвищення енергоефективності та оптимізації технологічних процесів. Вона забезпечує повний цикл послуг — від концептуального проектування до запуску об'єктів

«під ключ». Завдяки участі в міжнародних проєктах, ТОВ «ASTRA PROJECT» інтегрує передові інженерні рішення в локальні проєкти, що сприяє зростанню конкурентоспроможності українських підприємств на світовому ринку.

Таким чином, міжнародні інжинірингові компанії, що діють в Україні та за її межами, сприяють поширенню новітніх технологій, підвищують ефективність промислових і енергетичних систем, а також допомагають інтегрувати місцеві ринки в глобальну економіку.

Міжнародний інжиніринг у сфері раціонального використання енергоресурсів набуває дедалі більшого значення в умовах глобальної енергетичної кризи та кліматичних викликів, з якими стикаються сучасні економіки (рис. 2).

Головною метою цієї галузі є впровадження технологічних рішень, спрямованих на підвищення ефективності використання енергоресурсів, зниження залежності від викопного палива та інтеграцію відновлюваних джерел енергії. Значну увагу приділяють також запровадженню енергозберігаючих технологій, які сприяють раціональному використанню енергії та скороченню її споживання. До таких технологій належать модернізація обладнання, впровадження розумних систем управління енергоспоживанням, а також використання інноваційних матеріалів і технологій, що забезпечують мінімізацію енергетичних втрат у виробничих процесах [442].

1. Впровадження технологічних рішень:

- Оптимізація використання енергетичних ресурсів.
- Зменшення залежності від викопних видів палива.
- Інтеграція відновлюваних джерел енергії.

2. Технологічні та екологічні інновації:

- Модернізація енергетичних систем.
- Проектування енергоефективних будівель.
- Розробка систем зберігання енергії (акумулятори, інші технології).

3. Інтеграція відновлюваних джерел енергії:

- Розширення проектів сонячної, вітрової та гідроенергії.
- Підвищення ефективності систем і зниження вартості експлуатації.

4. Соціально-економічні аспекти:

- Вплив на економічну стабільність країн.
- Співпраця для скорочення енергетичних витрат і підвищення енергоефективності.

5. Виклики та проблеми:

- Гармонізація міжнародних стандартів і законодавства.
- Інтеграція нових технологій в існуючі системи.
- Фінансова доступність інноваційних рішень.

6. Стратегічна роль:

- Забезпечення технічних рішень для сталого розвитку.
- Збереження ресурсів для майбутніх поколінь.

Рисунок 2 – Основні аспекти міжнародного інжинірингу в сфері
раціонального використання енергоресурсів

Джерело: [455]

Міжнародний інжиніринг у сфері раціонального використання енергоресурсів інтегрує передові технології, екологічні стандарти та економічну вигоду. Це сприяє створенню рішень, які оптимізують енергетичні витрати, зменшують викиди CO₂ та забезпечують економічну рентабельність. Наприклад, технології когенерації, що дозволяють одночасно виробляти тепло й електроенергію, скорочують енергоспоживання до 40%. Такі компанії, як Siemens і Schneider Electric, розробляють інтелектуальні енергосистеми, які підвищують енергоефективність промислових об'єктів на 15-20%, одночасно зменшуючи їхній екологічний вплив.

Прикладом успішного впровадження є використання відновлюваних

джерел енергії, таких як сонячні панелі та вітрові турбіни, які активно впроваджуються в усьому світі завдяки міжнародним проєктам. За даними Міжнародного агентства з відновлюваної енергетики (IRENA), у 2023 році кількість сонячних установок зросла на 19% порівняно з попереднім роком, що підтверджує зростаючу популярність цих технологій в енергетичному секторі.

Крім того, компанії, такі як General Electric, розробляють сучасні турбіни для гідроелектростанцій, які дозволяють підвищити енергоефективність застарілих об'єктів на 30-40%. Це сприяє значній економії витрат і зниженню екологічного впливу. Використання "зелених" технологій позитивно впливає на економічний розвиток регіонів, створює нові робочі місця та сприяє поліпшенню екологічної ситуації як на місцевому, так і на глобальному рівнях.

Сучасні інженерні рішення сприяють розвитку ефективної енергетичної інфраструктури в багатьох країнах, забезпечуючи мінімізацію втрат енергії на всіх етапах — від її виробництва до споживання. Зокрема, модернізація електромереж включає впровадження інтелектуальних систем (smart grids), які автоматизують розподіл енергії та зменшують втрати під час її передачі. Також активно розробляються системи зберігання енергії, такі як акумулятори великої ємності, які дозволяють накопичувати надлишки енергії з відновлюваних джерел і ефективно використовувати їх у години пікового споживання.

Енергоефективні будівлі є ще одним прикладом технологічних інновацій. Завдяки сучасним будівельним технологіям впроваджуються сонячні панелі, енергозберігаюче освітлення та автоматизовані системи управління кліматом, що знижують витрати на опалення й охолодження на 30-40%. За даними Міжнародної енергетичної агенції (IEA), щорічні глобальні інвестиції в енергоефективні технології перевищують 250 мільярдів доларів США, що підкреслює їхню економічну та екологічну доцільність.

Країни, як Німеччина, Японія та США, активно інвестують в інтеграцію відновлюваних джерел енергії, підтримку розвитку «зелених» будівель та модернізацію електричних мереж.

Наприклад, німецька програма Energiewende передбачає скорочення

викидів парникових газів на 55% до 2030 року через підвищення енергоефективності та збільшення частки відновлюваних джерел до 65%. Ці зусилля сприяють глобальній боротьбі зі змінами клімату та підтримують стійкий розвиток інфраструктури.

Інтеграція відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна, вітрова та гідроенергія, є важливою складовою міжнародного інжинірингу. Інженерні компанії з усього світу активно впроваджують нові технології для підвищення ефективності цих систем і зниження їхньої експлуатаційної вартості. Наприклад, модернізація вітрових турбін включає впровадження більш потужних і стійких матеріалів, що дозволяє збільшити їхню продуктивність навіть при низьких швидкостях вітру. Нові турбіни здатні генерувати до 30% більше енергії в порівнянні зі своїми попередниками завдяки збільшенню розміру лопатей і вдосконаленню електронних систем контролю.

Сонячні панелі також зазнали значних інженерних поліпшень. Сучасні панелі можуть працювати ефективніше за рахунок використання двосторонніх фотогальванічних елементів, які захоплюють енергію як з передньої, так і з тильної сторони. Наприклад, технологія PERC (Passivated Emitter and Rear Cell) дозволяє збільшити ефективність на 5-6%, а в поєднанні з системами відстеження положення сонця продуктивність сонячних станцій може зрости на 20-25%.

Компанії, такі як Siemens Gamesa і Vestas, є провідними гравцями у виробництві та модернізації вітрових турбін, а такі корпорації, як First Solar і JinkoSolar, забезпечують інноваційні розробки для сонячної енергетики. Їхні рішення дозволяють значно знизити вартість виробництва зеленої енергії та зробити її конкурентоспроможною з традиційними джерелами. За даними IRENA (Міжнародного агентства з відновлюваних джерел енергії), за останні 10 років вартість виробництва електроенергії з сонячних панелей знизилася на понад 80%, а з вітрових турбін — на 40%.

Ці технологічні досягнення сприяють поширенню відновлюваної енергії по всьому світу, дозволяючи країнам досягати своїх кліматичних цілей і

знижувати залежність від викопних видів палива [439].

Соціально-економічні аспекти відіграють важливу роль у міжнародному інжинірингу в сфері раціонального використання енергоресурсів. Ефективне управління енергетикою впливає на економічну стабільність, особливо в країнах, що залежать від імпорту енергії. Завдяки інноваційним рішенням, розробленим інженерними компаніями в рамках міжнародної співпраці, багато країн можуть скоротити витрати на енергію та підвищити енергоефективність своїх економік. Наприклад, проєкти, що впроваджуються в країнах ЄС, Африки та Азії, допомагають розвивати місцеві енергетичні інфраструктури та зменшувати вуглецевий слід.

Завдяки таким ініціативам, країни можуть створювати робочі місця, залучати іноземні інвестиції та зменшувати залежність від зовнішніх енергетичних ресурсів. Прикладом є співпраця України з міжнародними організаціями для впровадження енергоефективних проєктів, які дозволяють оптимізувати споживання енергії у житлових і комерційних будівлях, підвищуючи їхню конкурентоспроможність.

Міжнародні інжинірингові компанії також активно співпрацюють з місцевими урядами для розвитку регуляторної бази, що стимулює впровадження зелених технологій. Це сприяє не лише економічному розвитку, але й екологічній стійкості, допомагаючи країнам адаптуватися до нових викликів, пов'язаних зі зміною клімату та скороченням викидів вуглецю.

Міжнародний інжиніринг у сфері раціонального використання енергоресурсів стикається з важливими викликами, які вимагають комплексного підходу. Одним із ключових завдань є гармонізація міжнародних стандартів і законодавства, що дозволяє ефективніше впроваджувати інженерні рішення в різних країнах. Інтеграція нових технологій в існуючі енергетичні системи потребує ретельного планування та адаптації, враховуючи особливості локальних мереж. Важливим аспектом є також фінансова доступність інновацій, оскільки високі витрати на нові технології можуть обмежити їх поширення.

Для вирішення цих викликів необхідна співпраця між науковцями,

урядами, бізнесом і міжнародними організаціями. Партнерства й консорціуми дозволяють поєднати ресурси й досвід для розробки ефективних рішень, що можна масштабувати на глобальному рівні. Наприклад, проєкти ЄС, спрямовані на розвиток відновлюваної енергетики, об'єднують зусилля країн-членів і міжнародних партнерів для стандартизації технологій і оптимізації енергетичної інфраструктури.

Розробка спільних інжинірингових стандартів також дозволяє забезпечити взаємозамінність обладнання та зменшити вартість інтеграції нових рішень. Такі підходи допомагають країнам скоротити викиди CO₂, підвищити енергоефективність і забезпечити стабільне постачання енергії, що є особливо важливим в умовах глобальних викликів, пов'язаних зі зміною клімату [441].

Отже, міжнародний інжиніринг у сфері раціонального використання енергоресурсів є стратегічним інструментом у вирішенні глобальних екологічних та економічних викликів. Його роль полягає не лише в забезпеченні технічних рішень, але й у створенні умов для сталого розвитку, що сприяє збереженню ресурсів для майбутніх поколінь.

Компанії, які займаються міжнародним інжинірингом, активно модернізують енергетичні об'єкти, спрямовуючи зусилля на раціоналізацію використання енергоресурсів.

Наприклад, Global Energy Company спеціалізується на оновленні енергетичного обладнання, зокрема автоматизації технологічних процесів. Це дозволяє підприємствам значно зменшити споживання енергії та підвищити ефективність виробництва. Завдяки сучасним технологіям, включаючи програмовані логічні контролери (PLC) та системи управління енергообладнанням, компанія допомагає клієнтам оптимізувати використання ресурсів і зменшити викиди, що сприяє сталому розвитку.

Такі проєкти часто передбачають комплексний підхід — від оцінки енергоефективності до впровадження нових автоматизованих рішень. Наприклад, модернізація старих котлів і турбін на теплових електростанціях з використанням систем автоматизації дозволяє контролювати й оптимізувати

витрату палива та електроенергії. Це значно знижує загальні витрати підприємства й одночасно зменшує екологічний вплив.

Завдяки таким технологіям компанії надають рішення, які відповідають вимогам міжнародних екологічних стандартів, що підвищує їх конкурентоспроможність на глобальному ринку. Наприклад, автоматизація на промислових заводах може скоротити споживання електроенергії на 15-20%, а впровадження нових систем управління енергією дозволяє знизити втрати тепла до 30%. Це стає вигідним для бізнесу й сприяє енергетичній незалежності країн, особливо тих, які залежать від імпорту енергоресурсів [430].

Розвиток відновлюваних джерел енергії є ключовим напрямком міжнародного інжинірингу, що дозволяє зменшити залежність від викопних палив і сприяти сталому розвитку. У цьому контексті інжинірингові компанії, як-от Egis Group, активно працюють над проєктами в Східній Європі, спрямованими на покращення енергоефективності та управління водними ресурсами. Наприклад, модернізація водопостачання та каналізаційних систем дозволяє суттєво знизити енергоспоживання, скоротити втрати води, що не лише економить ресурси, а й підвищує екологічну стабільність регіону. Крім того, Egis Group бере участь у проєктах із впровадження сучасних систем управління гідроенергетичними об'єктами, що дозволяє підвищити ефективність та зменшити екологічний вплив.

Завдяки інноваційним рішенням, які розробляються у співпраці з міжнародними організаціями та фінансовими установами, компанія сприяє підвищенню енергоефективності та зниженню викидів парникових газів, що є важливими аспектами глобальної енергетичної трансформації [432].

Інжиніринг має ключове значення у впровадженні «розумних» енергетичних мереж, які дозволяють ефективно керувати потоками енергії, знижуючи втрати під час її передачі та споживання. Завдяки інтеграції цифрових технологій, такі мережі можуть автоматично регулювати обсяги енергії відповідно до потреб в реальному часі. Це сприяє підвищенню стабільності та гнучкості енергосистем, дозволяючи оптимально використовувати як

традиційні, так і відновлювані джерела енергії. Зокрема, автоматизовані системи управління можуть швидко реагувати на зміни в енергоспоживанні, забезпечуючи ефективне використання ресурсів.

Прикладом таких технологій є проекти «розумних» мереж, реалізовані в країнах ЄС, де впровадження інтелектуальних лічильників та автоматизованих систем контролю дозволяє не лише покращити облік споживання, а й знизити загальні втрати енергії в мережах.

Такі рішення вже активно інтегруються у Європі та США, де «розумні» мережі допомагають стабільно керувати енергосистемами навіть за умови великих навантажень, наприклад, під час пікових годин споживання або погодних коливань, які впливають на генерацію відновлюваних джерел енергії.

Модернізація енергомереж охоплює багато успішних проєктів по всьому світу, спрямованих на покращення ефективності та надійності системи. Ось декілька прикладів:

1. Проєкт Smart Grid в Іспанії – компанія Iberdrola впровадила систему, яка дозволила автоматизувати управління мережею та зменшити втрати електроенергії на 6%. Проєкт охоплював близько 11 млн інтелектуальних лічильників, що забезпечили кращий моніторинг і контроль споживання.

2. Система Grid Modernization Plan у США – компанія Pacific Gas & Electric модернізувала мережі у Каліфорнії, інвестувавши у створення інтелектуальних лічильників, автоматизацію підстанцій та системи зберігання енергії. Це дозволило підвищити стійкість системи до природних катаклізмів, таких як пожежі та шторми.

3. Smart Grid у Південній Кореї – місто Чеджу стало майданчиком для випробування інновацій у розумних мережах. У рамках проєкту було впроваджено 6000 інтелектуальних лічильників, які дозволили ефективно управляти енергоспоживанням та інтегрувати відновлювані джерела енергії.

4. Проєкт в Індії – National Smart Grid Mission (NSGM) – спрямований на модернізацію енергетичної інфраструктури та зменшення втрат енергії. Проєкт

включає установку інтелектуальних лічильників, модернізацію підстанцій та інтеграцію сонячних електростанцій.

5. «Powering Past Coal Alliance» у Великій Британії – ініціатива з модернізації енергомереж шляхом поступового відмови від вугілля на користь відновлюваних джерел енергії, таких як сонце і вітер. Встановлення нових систем зберігання енергії дозволяє забезпечувати стабільну роботу мереж навіть при змінних погодних умовах.

Ці приклади демонструють, як модернізація енергомереж може підвищити їх ефективність, знизити втрати та сприяти більш стабільному інтегруванню відновлюваних джерел енергії.

Таким чином, роль інжинірингу у розвитку таких технологій є вирішальною, оскільки саме інженерні розробки забезпечують інтеграцію апаратних і програмних рішень для оптимального управління енергетичними мережами.

Міжнародний інжиніринг у сфері раціонального використання енергоресурсів активно співпрацює з такими міжнародними фінансовими організаціями, як Європейський банк реконструкції та розвитку (ЄБРР) і Світовий банк. Ці організації надають фінансування для впровадження масштабних проєктів модернізації енергетичних систем у країнах, що розвиваються. Залучення коштів дозволяє реалізовувати складні інженерні рішення, які сприяють підвищенню енергоефективності, стабільності та інтеграції нових технологій. Завдяки цьому впроваджуються найкращі практики та технології, що робить енергетичні системи більш стійкими та економічно вигідними.

Прикладом є програми ЄБРР в Україні, які фінансують модернізацію тепломереж у містах. Зокрема, проєкти оновлення інфраструктури в Києві та Львові спрямовані на зниження втрат тепла, підвищення ефективності систем та інтеграцію розумних мереж. Фінансування від міжнародних організацій не лише дозволяє модернізувати технології, але й підвищує стандарти екологічної безпеки, покращуючи якість життя населення.

Інший приклад – співпраця Світового банку з урядом Індії у впровадженні проєктів з розвитку сонячної енергетики. Ця ініціатива дозволила суттєво збільшити частку відновлюваних джерел у національному енергетичному балансі, скоротивши залежність країни від викопного палива. Загалом, така співпраця сприяє інтеграції передових технологій, а також підвищує ефективність і стійкість національних енергосистем на глобальному рівні.

Таким чином, міжнародний інжиніринг у сфері раціонального використання енергоресурсів не лише впроваджує інноваційні технології, але й забезпечує глобальну співпрацю, яка є ключовою для вирішення сучасних енергетичних викликів.

Міжнародний інжиніринг, як сфера економічної діяльності, спрямована на розробку, впровадження і управління технологічними рішеннями для оптимізації використання енергоресурсів, набуває дедалі більшого значення у світлі глобальних енергетичних викликів. Основними напрямками розвитку інжинірингу в цій галузі є проєктування енергоефективних систем, модернізація існуючих енергетичних об'єктів, а також впровадження інноваційних технологій, які сприяють зниженню енергоспоживання та інтеграції відновлюваних джерел енергії.

Значна частина міжнародних проєктів інжинірингу спрямована на підвищення енергоефективності існуючих виробничих потужностей. Наприклад, компанії активно займаються модернізацією промислових об'єктів для скорочення втрат енергії та зниження вуглецевого сліду. У 2022 році глобальні інвестиції в енергоефективні проєкти перевищили 560 млрд. дол. США, що відображає високу активність у цьому сегменті [446].

Міжнародні інжинірингові компанії беруть участь у проєктах будівництва нових енергоефективних об'єктів, включаючи будівництво електростанцій на основі відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Інвестиції у створення додаткових виробничих потужностей для генерації електроенергії з сонячних і вітрових джерел в останні роки демонструють стійке зростання.

За даними Міжнародного агентства з відновлюваної енергетики (IRENA),

у 2022 році в світі було створено додатково понад 260 ГВт нових потужностей з відновлюваних джерел енергії.

Міжнародний інжиніринг у сфері енергетики активно розвиває і впроваджує новітні технології, включаючи системи управління попитом та рішення для зберігання енергії. Наприклад, системи зберігання енергії стають невід'ємною частиною інжинірингових рішень для оптимізації енергетичних систем і забезпечення стабільної роботи відновлюваних джерел енергії.

У дослідженні «Global Engineering Services Market Report» передбачено прогноз зростання доходів на глобальному, регіональному та національному рівнях, а також надано якісний і кількісний аналіз ринкових тенденцій для кожного сегмента та підсегмента за період з 2017 до 2030 року. Для цього дослідження компанія *Grand View Research* сегментувала глобальний ринок інжинірингових послуг за типами послуг, інженерними дисциплінами, галузями кінцевого використання, сферами застосування та регіонами [447].

Загальносвітові тенденції «енергетичного» інжинірингу

У сучасному глобалізованому світі зростає потреба в інжинірингових послугах, які постійно розвиваються та набувають різноманітних форм. Це сприяє формуванню міжнародних ринків інжинірингових послуг. Їхня актуальність обумовлена кількома факторами: це швидким прогресом науки і техніки, що стимулює зростання торгівлі супутнім обладнанням; збільшенням обсягів інвестицій, які відкривають можливості для реалізації проєктів, що потребують інжинірингової підтримки; наявністю вільного капіталу, який вкладається в ринок інжинірингових послуг.

Роглядаючи розмір і перспективи світового ринку інжинірингових послуг (рис. 3), можна очікувати, що до 2030 року галузь інжинірингових послуг у всьому світі досягне прогнозованого доходу в 4 714 260,1 млн дол. США. І що з 2024 до 2030 року світова індустрія інжинірингових послуг становитиме 5,4% щорічного зростання [448].

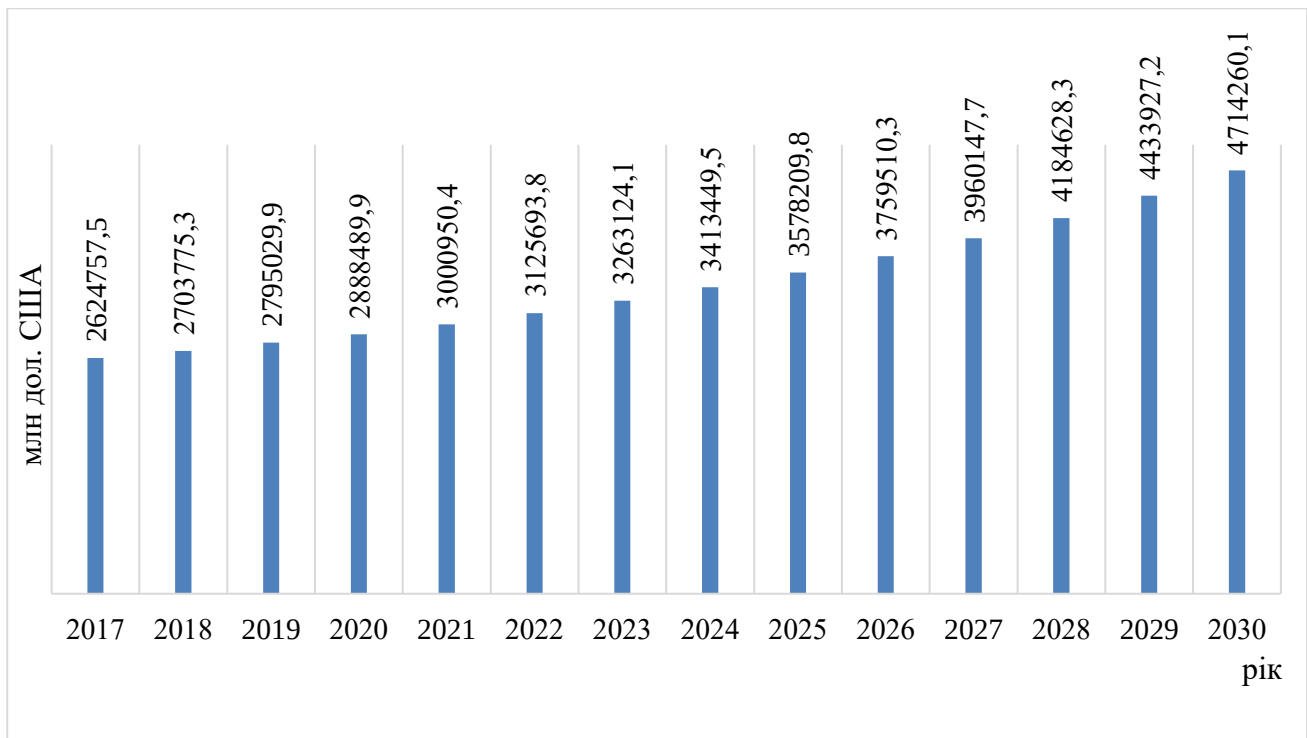


Рисунок 3 – Світовий ринок інжинірингових послуг, 2017-2030 рр.

Джерело: побудовано на основі [448]

Динаміка світового ринку інжинірингових послуг за період з 2017 до 2030 року демонструє стабільне зростання (рис 3). З 2017 по 2024 рр. загальний обсяг ринку зріс на 788 692 млн дол.США. А з 2017 по 2030 рр. ринок може зрости більш ніж на 2 трлн. дол. США, що свідчить про значний інтерес до інжинірингових послуг у глобальному масштабі.

Щорічні прирости упродовж зазначеного періоду свідчать про помірну, але стабільну тенденцію до зростання, особливо починаючи з 2021 року, коли обсяг ринку перевищив 3 трлн. дол. США. Це може бути пов'язано з активізацією інфраструктурних проєктів після пандемії COVID-19, а також зростанням попиту на інноваційні та цифрові інженерні рішення.

Особливий акцент варто зробити на прогнозованих показниках з 2024 по 2030 рік. У цей період ринок демонструє прискорення темпів зростання, зокрема через розвиток таких сегментів, як спеціалізовані інженерні послуги, інтеграція технологій та підвищення ефективності інфраструктурних проєктів. Щорічний темп зростання (CAGR) у цей період прогнозується на рівні 5,4%, що підкреслює

високий потенціал ринку та його привабливість для інвесторів.

Таким чином, аналіз динаміки ринку інжинірингових послуг показує його стійке зростання, зумовлене технологічним прогресом, глобалізацією послуг, урбанізацією та переходом до сталого розвитку. Ці фактори створюють основу для подальшого розширення ринку та залучення нових учасників.

Світовий ринок інжинірингових послуг демонструє стабільне зростання, яке відображає тенденції глобалізації, технологічного прогресу та посилення попиту на складні інжинірингові рішення в різних галузях. У 2023 році дохід ринку склав 3 263 124,1 млн дол. США, і за прогнозами, до 2030 року цей показник досягне 4 714 260,1 млн дол. США, що свідчить про середньорічний темп зростання на рівні 5,4% протягом періоду з 2024 до 2030 року. Такі темпи зростання свідчать про високий рівень активності у сфері інжинірингових послуг, що обумовлено зростаючими потребами в інноваційних технологіях, масштабних інфраструктурних проєктах і розвитку нових економічних моделей у всьому світі [448].

Одним із ключових факторів розвитку є високий попит на консалтингові послуги, які у 2023 році забезпечили дохід у розмірі 639 276,6 млн дол. США. Цей сегмент, попри відносно помірні темпи зростання порівняно з іншими напрямками, залишається фундаментальною складовою ринку завдяки стратегічній важливості в управлінні складними проєктами, оцінці ризиків та розробці інноваційних інжинірингових рішень. Однак найшвидше зростання демонструють спеціалізовані інжинірингові послуги, які охоплюють вузькоспеціалізовані напрямки, такі як автоматизація процесів, інтеграція «розумних» технологій та розробка екологічно безпечних рішень. Цей сегмент стає дедалі привабливішим як для інвесторів, так і для клієнтів, оскільки він відповідає вимогам часу щодо адаптації до нових реалій сталого розвитку [448].

З регіонального погляду, Азіатсько-Тихоокеанський регіон утримує лідерство за обсягами доходів, що свідчить про значний попит на інжинірингові послуги в економіках, які швидко розвиваються, таких як Китай, Індія та країни Південно-Східної Азії. Ці країни активно інвестують у будівництво

інфраструктури, розвиток енергетики та впровадження цифрових технологій, що стимулює попит на широкий спектр інженерних послуг. Водночас Великобританія демонструє найвищий прогнозований темп зростання (CAGR) з 2024 по 2030 рік, що зумовлено зростанням масштабів інвестицій у «зелені» технології, модернізацію інфраструктури та цифровізацію промисловості.

Інжинірингові послуги продовжують активно диверсифікуватися, що дозволяє охоплювати все більше галузей. Розвиток напрямків, таких як проектування, будівництво та управління проєктами, технічне обслуговування, підтримка технологій і інтеграція цифрових рішень, формує основу для створення багатофункціональних рішень. Це забезпечує довготривалий вплив на глобальні економічні тренди, зокрема перехід до сталого розвитку, підвищення ефективності ресурсів та мінімізацію екологічного впливу. Особливо важливу роль у цьому процесі відіграє впровадження інноваційних технологій, таких як штучний інтелект, автоматизація та цифрові платформи для управління складними системами.

Історичні дані, що охоплюють період з 2017 по 2022 роки, демонструють поступове збільшення попиту на інжинірингові послуги, тоді як базовий рік для оцінки — 2023 — став точкою відліку для прогнозованого періоду, що триває до 2030 року. У цей період очікується, що основними рушіями розвитку ринку залишаться інноваційні рішення, глобалізація послуг та зростання потреби у відновлюваній енергетиці.

Це створює унікальні можливості для учасників ринку адаптувати свої стратегії до нових викликів і забезпечити конкурентоспроможність на світовій арені. Розглянемо Топ-10 країн за розміром ринку інжинірингових послуг (рис. 4).

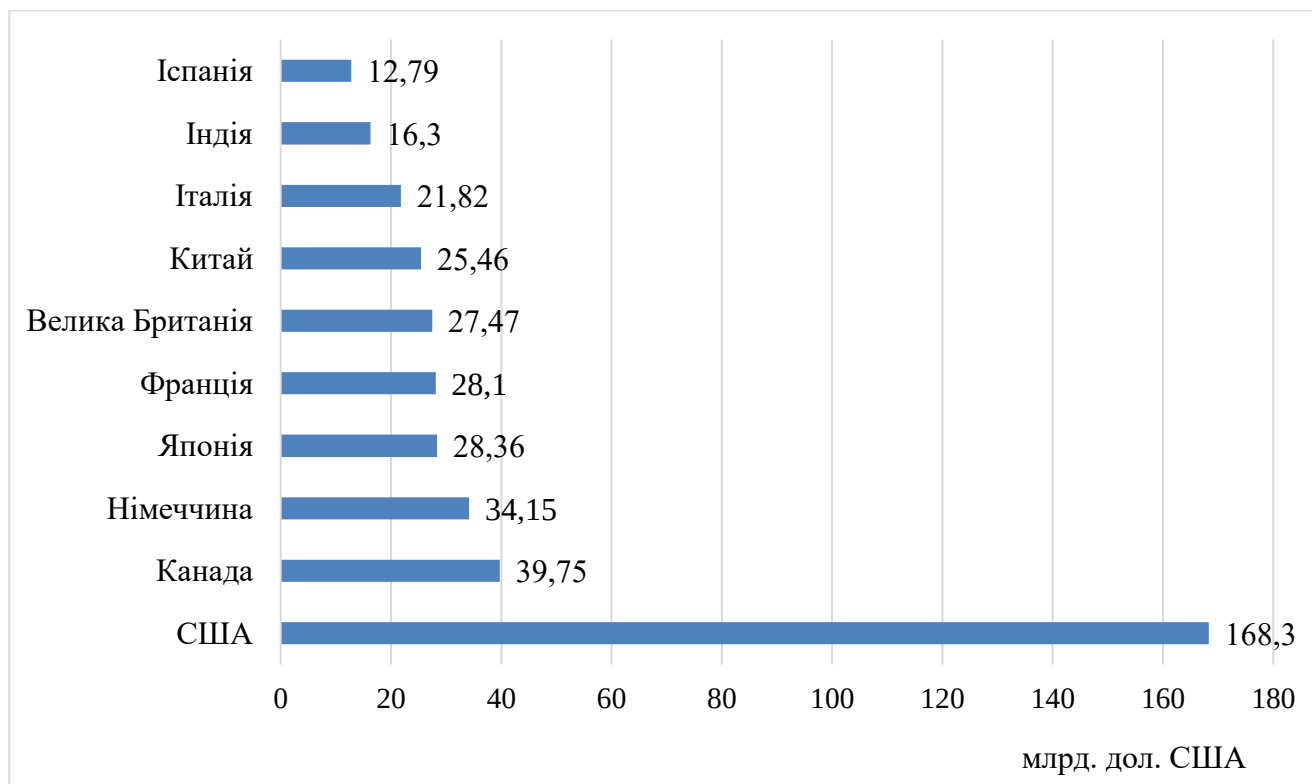


Рисунок 4 – Топ-10 країн: розмір ринку інжинірингових послуг у 2023 р.

Джерело: побудовано на основі [448]

Дані щодо розміру ринків інжинірингових послуг у 2023 році свідчать про домінування США з показником 168,3 млрд. дол. США, що значно перевищує обсяги інших країн у Топ-10. Такий результат пояснюється розвиненою інфраструктурою, великими інвестиціями в інновації та технології, а також провідною роллю США в глобальному інжиніринговому секторі.

На другому місці знаходиться Канада з показником 39,75 млрд. дол. США. Це свідчить про високий рівень активності в інжиніринговому секторі, зокрема завдяки розробці проєктів у галузі енергетики, видобувної промисловості та інфраструктури. Німеччина, з її показником 34,15 млрд. дол. США, є найбільшим ринком у Європі, що обумовлено інноваційними підходами в інженерії та багаторічним фокусом на промисловому виробництві й енергетиці.

Японія та Франція займають четверте і п'яте місця з незначною різницею в обсягах ринків (28,36 млрд. дол. США у Японії та 28,1 млрд. дол. США у Франції). Обидві країни активно розвивають проєкти в галузях енергетики,

технологій і транспортної інфраструктури. Велика Британія (27,47 млрд. дол. США) демонструє стабільний попит на інжинірингові послуги, особливо в контексті модернізації інфраструктури.

Китай, із показником 25,46 млрд. дол. США, вирізняється швидкими темпами розвитку, зумовленими урбанізацією та значними державними інвестиціями в інфраструктуру. Італія (21,82 млрд. дол. США), Індія (16,3 млрд. дол. США) та Іспанія (12,79 млрд. дол. США) завершують список, демонструючи значний потенціал для розвитку, особливо у сфері енергоефективності та технологічної модернізації.

Ці дані підкреслюють нерівномірний розвиток ринків інжинірингових послуг у світі, а також важливість регіональних особливостей та економічних пріоритетів для формування обсягів ринку.

Розглянемо дані по будівництву та супутнім інжиніринговим послугам у США (табл. 1). Вибір Сполучених Штатів Америки для аналізу будівництва та супутніх інжинірингових послуг обумовлений кількома ключовими причинами.

По - перше, США є світовим лідером у сфері інжинірингових послуг, зокрема в галузі будівництва, завдяки розвиненій інфраструктурі, високому рівню інновацій, а також масштабним інвестиціям у розвиток технологій і управлінських практик.

По - друге, на світовому ринку будівництва та інжинірингових послуг США посідають домінуючі позиції за обсягами експорту та імпорту, що дозволяє використовувати цю країну як базову для порівняння з іншими державами.

Таблиця 1

Будівництво та супутні інжинірингові послуги США

Партнери	Значення (млн дол. США)			% від загального обсягу послуг - 2022р	% у світі - 2022	Середній ріст		
	2020	2021	2022			2005 - 2022	2021	2022
Експорт								
Будівництво за кордоном								
Світ	2 370	2 893	1 654	0.2	100.0	1	22	-43
Австралія	4	28	19	0.1	1.1			-32
Малайзія		11	8	0.2	0.5			-27
Канада	40	203	6	0.0	0.4		408	-97
Китай	28	15	6	0.0	0.4		-46	-60
Німеччина		13	5	0.0	0.3			-62
Імпорт								
Будівництво за кордоном								
Світ	725	663	798	0.1	100.0	6	-9	20
Ірландія	3	6	27	0.1	3.4		100	350
Індія			13		1.6			
Колумбія	3		5	0.1	0.6			
Домініканська Республіка	1		3		0.4			
Нікарагуа	4	4	3		0.4		0	-25
Будівництво у звітній економіці								
Світ	284	517	197	0.0	100.0	-9	82	-62
В'єтнам	4	4	4	0.5	2.0		0	0
Гонконг, Китай	1	1	2	0.0	1.0		0	100
Японія	5	4	2	0.0	1.0		-20	-50
Оман	1	1	2		1.0		0	100
Румунія			2	0.3	1.0			

Джерело: складено за даними [445]

Крім того, у зв'язку з тим, що за класифікацією відповідних міжнародних організацій, зокрема Світової організації торгівлі (СОТ) і Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР), будівництво та супутні інжинірингові послуги виділяються в окрему категорію, їхній аналіз є надзвичайно актуальним для дослідження ринку інжинірингу.

США демонструють значну динаміку змін у цій галузі, що включає як скорочення експорту, так і зростання імпорту в окремих сегментах, що створює унікальну базу для вивчення тенденцій і закономірностей. Саме ці аспекти роблять США показовим прикладом для аналізу світових тенденцій у сфері будівництва та інжинірингових послуг.

Таким чином, приклад США дозволяє глибше зрозуміти специфіку глобального ринку, зіставити динаміку з іншими країнами та визначити перспективи для України в інтеграції до світових інжинірингових практик.

Аналізуючи дані (табл. 1, рис. 5) можна відзначити значні зміни в експорті та імпорті будівельних послуг США за 2020-2022 роки. Експорт послуг у 2022 році знизився до 1 654 млн дол. США, що становить падіння на 43% порівняно з 2021 роком, коли цей показник сягав 2 893 млн дол. США (рис. 5). Це різке скорочення може свідчити про зменшення інвестицій американських компаній у закордонні проєкти або обмеження, пов'язані з економічними і геополітичними факторами. При цьому середній ріст у період 2005-2022 років демонструє позитивну динаміку, що вказує на поступове зростання експорту в довгостроковій перспективі.

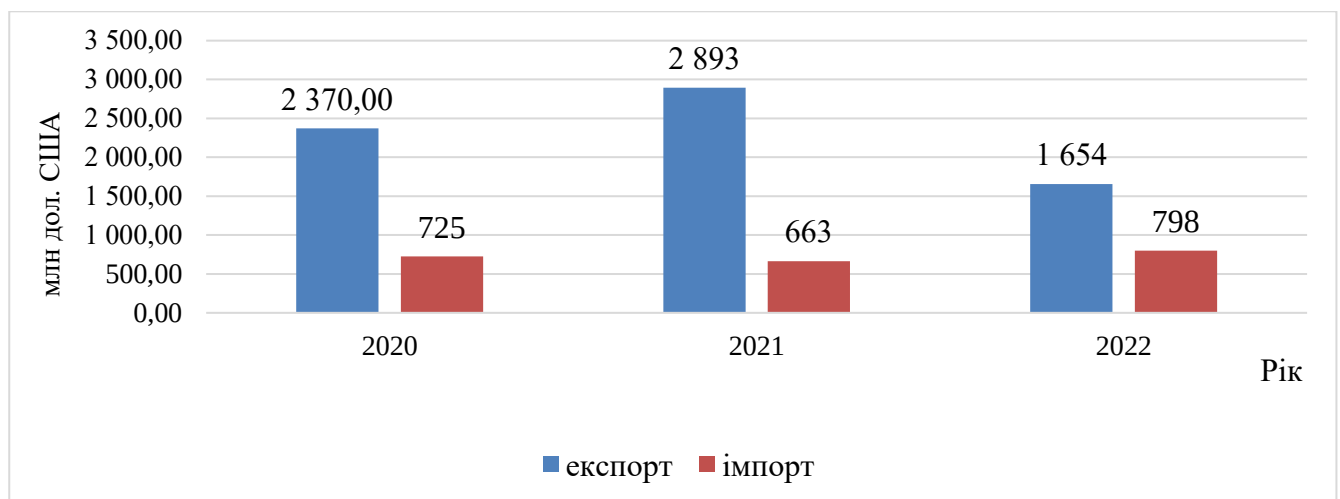


Рисунок 5 - Будівництво та супутні інжинірингові послуги США

Джерело: побудовано за даними [445]

Серед партнерів можна побачити значні коливання (табл. 1). Наприклад, експорт до Канади значно зменшився: з 203 млн дол. США у 2021 році до 6 млн дол. США у 2022 році, що може бути наслідком перерозподілу ресурсів та змін у пріоритетах. Інші ринки, такі як Китай, Німеччина, також показали різке зниження, що, ймовірно, вказує на зміну торговельних відносин або обмеження.

З іншого боку, імпорт будівельних послуг у 2022 році зріс до 798 млн дол. США, що означає приріст на 20% порівняно з попереднім роком. Цей показник

може свідчити про зростаючу потребу США в іноземних послугах або матеріалах для внутрішніх проєктів, що стимулюється новими інфраструктурними ініціативами. Зокрема, варто відзначити приріст імпорту з Ірландії на 350%, що є значним досягненням і може свідчити про активізацію співпраці між цими країнами.

Будівельні послуги у звітній економіці також показали суттєві коливання. У 2022 році цей сегмент скоротився до 197 млн дол. США, що є значним падінням на 62% порівняно з 2021 роком (рис. 6). Такі коливання можуть бути викликані різними факторами, зокрема зміною попиту на внутрішньому ринку, зменшенням інвестицій чи перебудовою економічних пріоритетів.

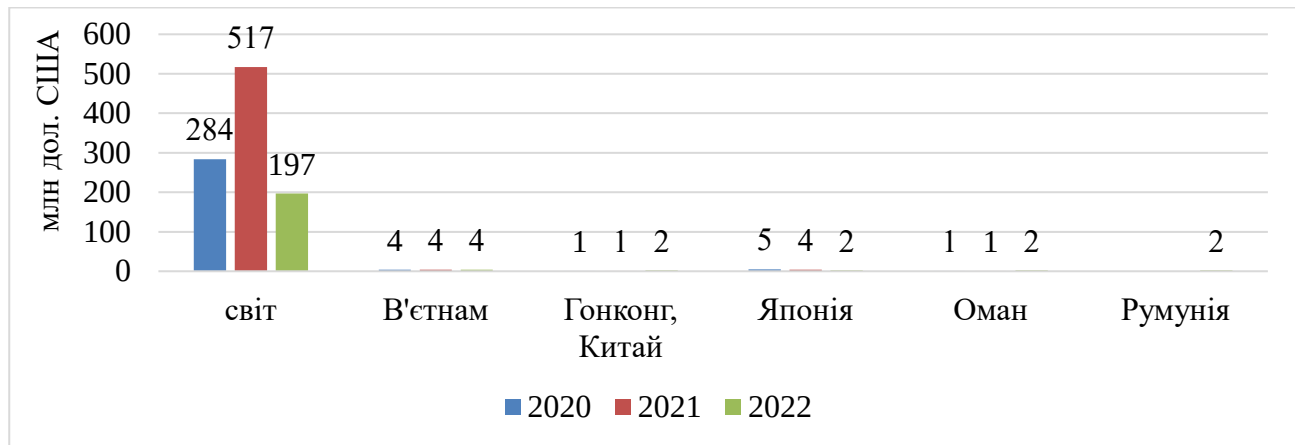


Рисунок 6 - Будівництво та супутні інжинірингові послуги США у звітній економіці

Джерело: побудовано за даними [445]

Загалом, дані свідчать про нестабільність у сфері експорту та імпорту будівельних послуг США, але водночас вказують на можливі можливості для зростання та адаптації в умовах зміни глобального попиту та економічних реалій.

Міжнародні компанії, такі як Siemens, ABB, General Electric та Schneider Electric, займають провідні позиції у сфері інжинірингу для енергоефективності та розвитку ВДЕ. Їх діяльність включає проєктування, постачання і встановлення

обладнання для комплексних рішень у сферах енергозбереження, інтеграції відновлюваних джерел та зберігання енергії.

У країнах ЄС спостерігається активна підтримка проєктів, що сприяють енергоефективності та декарбонізації. Програми Євросоюзу, такі як «Green Deal», передбачають інвестиції в інжинірингові проєкти, спрямовані на енергетичний перехід. Загальні інвестиції в нові енергоефективні проєкти в Європі у 2022 році перевищили 120 мільярдів євро.

Далі розглянемо інжинірингові послуги у Німеччині по будівництву та супутнім їм послугам (табл. 2).

Таблиця 2

Будівництво та супутні інжинірингові послуги Німеччини

Партнер	Значення (млн. США)			% від загального обсягу послуг - 2021р	% у світі - 2021	Середній ріст		
	2019	2020	2021			2005 - 2021	2020	2021
Експорт								
Будівництво за кордоном								
Світ	2 307.24	2 181.60	2 454.19	0.6	100.0		-5	12
Нідерланди	182.47	278.70	296.87		12.1		53	7
Австрія	127.62	141.63	130.10	1.2	5.3		11	-8
Будівництво у звітній економіці								
Світ	190.31	139.35	121.82	0.0	100.0		-27	-13
Австрія	24.63	23.99	36.67	0.3	30.1		-3	53
Нідерланди	44.78	15.99	18.92		15.5		-64	18
Імпорт								
Будівництво за кордоном								
Світ	1 033.28	901.19	1 166.18	0.3	100.0		-13	29
Нідерланди	98.51	117.65	102.90		8.8		19	-13
Австрія	67.17	71.96	61.50	0.3	5.3		7	-15
Імпорт								
Будівництво у звітній економіці								
Світ	1 013.12	985.72	1 215.86	0.3	100.0		-3	23
Австрія	295.54	332.38	430.52	2.3	35.4		12	30
Нідерланди	136.58	90.23	107.63		8.9		-34	19
Румунія			16.56	0.5	1.4			

Джерело: складено за даними [445]

Аналізуючи дані таблиці 2 можна побачити, що експорт будівельних послуг за кордоном показав зростання у 2021 році, досягнувши 2 454,19 млн дол.

США, що на 12% більше у порівнянні з попереднім роком. Це свідчить про відновлення попиту після спаду, спричиненого пандемією. Особливо значний ріст зафіксований з Нідерландами, де експорт збільшився на 7%, до 296,87 млн дол. США, що вказує на стабільні торгові відносини з сусідніми країнами. Натомість Австрія демонструє зниження показників на 8%, що може свідчити про вплив економічних факторів або зменшення обсягів контрактів.

Експорт будівництва в самій економіці Німеччини скоротився до 121,82 млн дол. США, що на 13% менше порівняно з 2020 роком. Це може вказувати на скорочення внутрішніх проєктів, хоча Австрія продемонструвала зростання обсягів на 53%, що може свідчити про підвищений інтерес до інвестування в сусідні країни. Ситуація з Нідерландами показує позитивну динаміку, хоча експорт все ще залишається невеликим, але зростання на 18% свідчить про пожвавлення ринку.

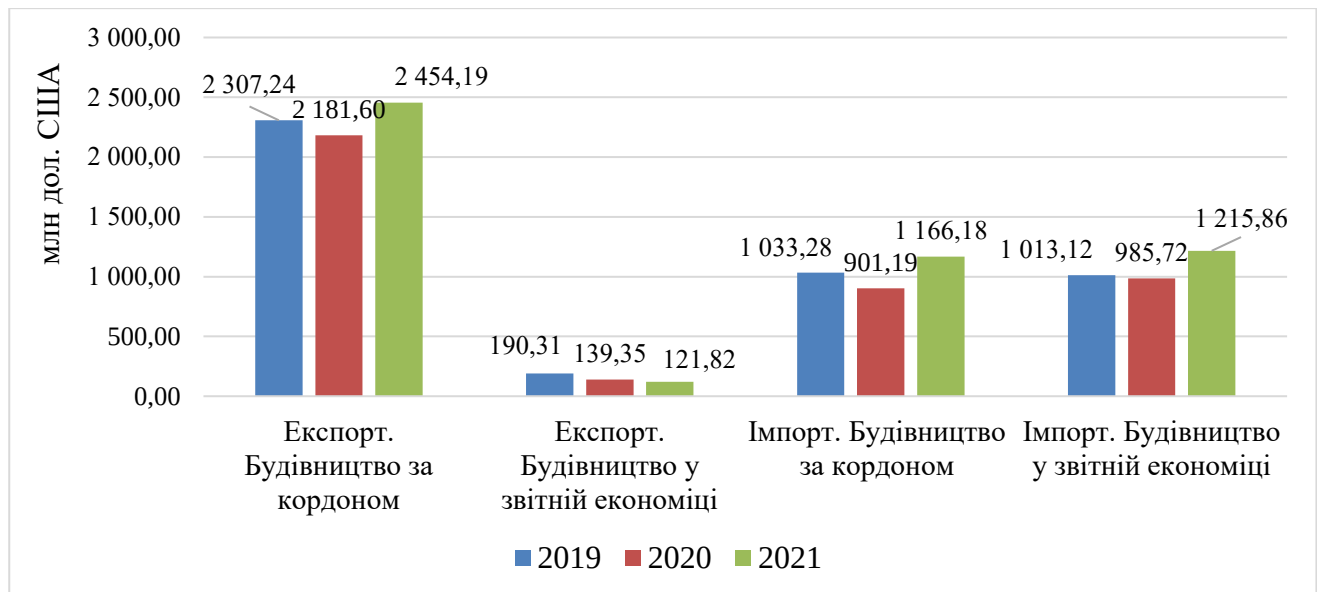


Рисунок 7 - Будівництво та супутні інжинірингові послуги Німеччини

Джерело: побудовано за даними [445]

Що стосується імпорту, будівельні послуги з-за кордону зросли до 1 166,18 млн. дол. США, що на 29% більше порівняно з попереднім роком, підтверджуючи тенденцію до відновлення попиту (рис. 7).

Проте зростання відбулося нерівномірно: в Нідерландах спостерігалось скорочення на 13%, тоді як Австрія також показала падіння на 15%. Ці зниження можуть бути пов'язані з економічною невизначеністю та перебоями в постачаннях через пандемію.

Імпорт будівництва в Німеччині також збільшився на 23% у 2021 році, досягнувши 1 215,86 млн дол. США (рис. 7), що свідчить про збільшення проєктів внутрішнього будівництва або реконструкції. Зокрема, Австрія демонструє значний ріст - 30%, що може бути наслідком інтеграції між ринками та збільшенням інвестиційних проєктів. Загалом, тенденції показують відновлення сектору будівництва після пандемічного спаду, хоча наявні деякі невизначеності, які впливають на динаміку в окремих країнах і секторах.

Аналізуючи табл. 3 та рис. 8, що відображають дані про будівництво та супутні інжинірингові послуги Польщі, можна побачити цікаві тенденції щодо експорту та імпорту будівельних послуг за кордон, а також в межах звітної економіки. Загальний експорт будівництва за кордон зріс у 2021 році на 40% порівняно з 2020 роком, досягнувши 2 326,62 млн дол. США. Це свідчить про активізацію польських компаній за межами країни, особливо у Німеччині, де експорт будівельних послуг зріс на 48%, до 1 055,98 млн дол. США. Такий значний приріст може бути пов'язаний із зростанням попиту на іноземних ринках та розширенням інфраструктурних проєктів у Німеччині. Деякі інші країни, такі як Швеція і Норвегія, також показали вражаючі темпи зростання польського експорту — 124% і 80% відповідно. Це, ймовірно, свідчить про вдалу адаптацію польських компаній до змін на ринку і їхню конкурентоспроможність.

Щодо імпорту будівництва за кордоном, Польща збільшила обсяги в 2021 році на 77%, досягнувши 386,55 млн дол. США. Особливо варто відзначити зростання імпорту з Великої Британії, яке досягло 157,93 млн дол. США, демонструючи збільшення на 123%. Це може бути пов'язано з великомасштабними інфраструктурними проєктами або залученням британських технологій і послуг для локальних польських проєктів.

Таблиця 3

Будівництво та супутні інжинірингові послуги Польщі

Партнер	Значення (млн. дол. США)			% від загального обсягу послуг - 2021р	% у світі - 2021	Середній ріст		
	2019	2020	2021			2005 - 2021	2020	2021
Експорт								
Будівництво за кордоном								
Світ	1 830.47	1 659.63	2 326.62	2.9	100.0	9	-9	40
Німеччина	672.28	715.48	1 055.98		45.4		6	48
Швеція	159.17	100.83	226.26		9.7		-37	124
Бельгія	149.55	163.60	170.93		7.3		9	4
Нідерланди	114.85	99.46	107.22		4.6		-13	8
Норвегія	65.59	55.60	100.24		4.3		-15	80
Будівництво у звітній економіці								
Світ	194.32	160.76	203.56	0.3	100.0	-1	-17	27
Німеччина	128.39	78.73	109.23		53.7		-39	39
Китай	0	0	54.14		26.6			
Сполучені Штати Америки	36.72	31.79	16.31		8.0		-13	-49
Ірландія	0	0	9.34		4.6			
Нідерланди	1.34	5.70	3.31		1.6		324	-42
Імпорт								
Будівництво за кордоном								
Світ	215.14	218.98	386.55	0.8	100.0	5	2	77
Велика Британія	8.84	19.71	157.93		40.9		123	
Німеччина	28.43	25.18	55.91		14.5		-11	122
Данія	9.63	10.25	43.03		11.1		7	320
Литва	50.48	51.84	21.51		5.6		3	-58
Норвегія	6.27	7.18	12.18		3.1		15	70
Будівництво у звітній економіці								
Світ	437.33	302.37	456.77	0.9	100.0	2	-31	51
Республіка Корея	3.92	17.20	78.26		17.1		339	355
Німеччина	165.66	53.55	69.15		15.1		-68	29
Чехія	33.80	60.50	53.31		11.7		79	-12
Китай	0	1.25	52.84		11.6			
Франція	6,27	6,38	29,32		6,4		2	359

Джерело: складено за даними [445]

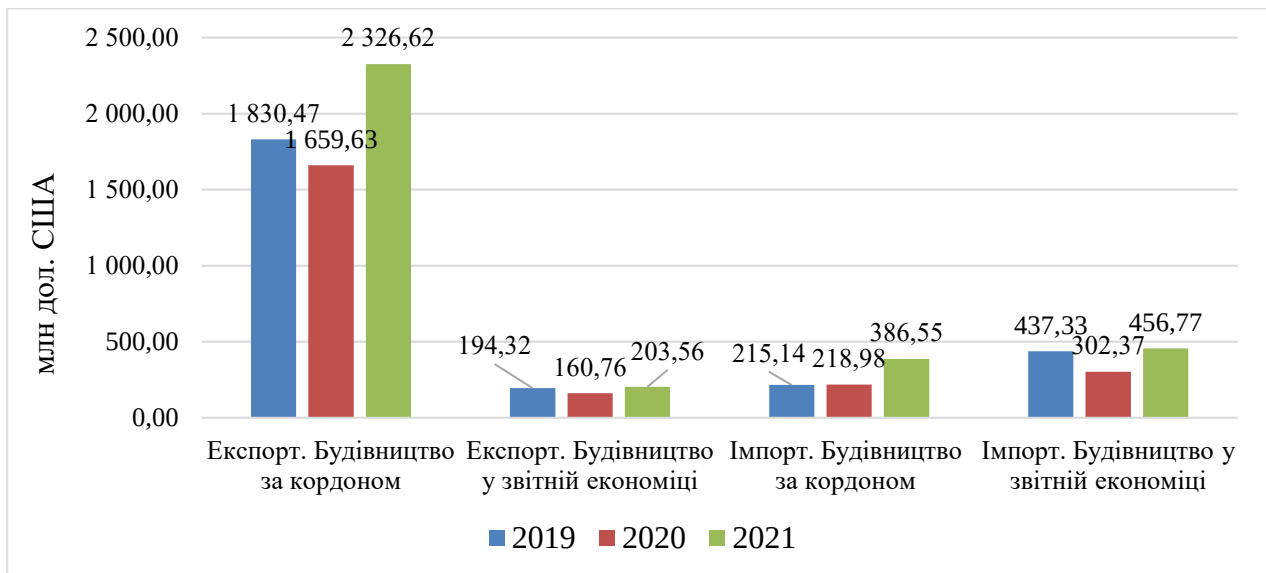


Рисунок 8 - Будівництво та супутні інжинірингові послуги Польщі
Джерело: побудовано за даними [445]

Також значний ріст зафіксовано з Німеччиною (122%) і Данією (320%), що може свідчити про активізацію співпраці між країнами на рівні технологій і спільних проєктів (табл. 3).

Важливим аспектом також є аналіз імпорту будівельних послуг у самій Польщі. Загальний обсяг зріс на 51% у 2021 році, до 456,77 млн дол. США.

Особливо вражаючий приріст продемонструвала Республіка Корея — 355%, що може вказувати на реалізацію великих проєктів за участю корейських компаній або їхню експансію на польський ринок.

Схожі тенденції можна побачити з Францією, де імпорт зріс на 359%. Такі зміни свідчать про значне пожвавлення у сфері будівництва, а також зростання потреби у спеціалізованих послугах, які надають закордонні компанії. Це також може бути свідченням успішного відновлення економічної діяльності після пандемії, коли компанії знову активно інвестують у розвиток інфраструктури (табл. 3 та рис. 8).

Отже, ринок будівельних послуг Польщі демонструє потужний потенціал зростання як на експортних ринках, так і в межах країни. Позитивна динаміка показників свідчить про відновлення економічної активності та збільшення інтересу до міжнародної кооперації в галузі будівництва та інжинірингу.

Китай і Індія активно розвивають свої енергетичні інжинірингові потужності, що дозволяє їм розширювати можливості для інтеграції ВДЕ. Китай є лідером за обсягами інвестицій у створення нових потужностей з відновлюваних джерел, зокрема, завдяки підтримці державних програм (табл. 4).

Таблиця 4

Будівництво та супутні інжинірингові послуги Китаю

Партнер	Значення (млн. США)			% від загального обсягу послуг - 2021р	% у світі - 2021	Середній ріст		
	2019	2020	2021			2005 - 2021	2020	2021
Експорт								
Будівництво								
Світ	23 930.67	28 889.73	26 320.16	6.2	100.0		21	-9
Імпорт								
Будівництво								
Світ	8 150.82	9 793.22	7 592.35	1.6	100.0		20	-22

Джерело: складено за даними [445]

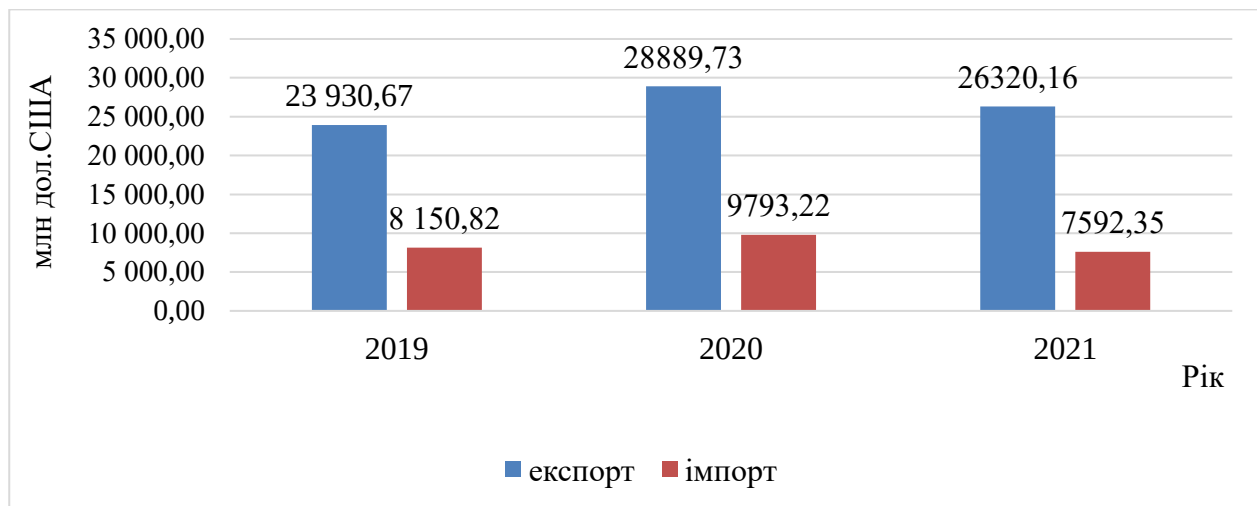


Рисунок 9 - Будівництво та супутні інжинірингові послуги Китаю

Джерело: [445]

Аналізуючи дані з табл. 4 та рис. 9, що стосуються експорту та імпорту будівельних послуг Китаю, можна виділити кілька важливих тенденцій. Обсяги

експорту китайських будівельних послуг у 2021 році склали 26 320,16 млн дол. США, що становить 6,2% від загального обсягу послуг у світі. Порівняно з 2020 роком, цей показник знизився на 9%. Незважаючи на це, середній ріст експорту за період 2005-2021 років демонструє стабільне зростання на 21%, що свідчить про активну експансію китайських компаній на світовому ринку будівельних послуг. Таке скорочення експорту в 2021 році може бути наслідком впливу пандемічних обмежень, логістичних труднощів та інших зовнішніх чинників, що вплинули на глобальні ланцюги постачання.

Щодо імпорту, у 2021 році його обсяг склав 7 592,35 млн дол. США, що означає зниження на 22% порівняно з попереднім роком. Такий спад, ймовірно, відображає обмеження на внутрішньому ринку та зниження попиту на імпорتنі будівельні послуги або матеріали. Водночас середній ріст імпорту за аналізований період склав 20%, що свідчить про зростаючу потребу Китаю в імпорті спеціалізованих послуг і матеріалів, особливо в умовах швидкого економічного зростання країни та масштабних інфраструктурних проєктів, які вимагали участі міжнародних партнерів (табл. 4 та рис. 9).

Таким чином, Китай продовжує залишатися ключовим гравцем на світовому ринку будівництва. Незважаючи на тимчасові коливання обсягів експорту та імпорту, країна зберігає тенденцію до зростання в довгостроковій перспективі, активно залучаючи іноземних партнерів до співпраці та розширюючи свою присутність на світових ринках.

Наведена вище інформація дозволяє нам зосередитися на динаміці ринку міжнародного інжинірингу та його ролі в раціональному використанні енергоресурсів.

За даними Міжнародної енергетичної агенції (IEA), у 2021 році глобальні інвестиції в енергетичний сектор склали приблизно 2,4 трлн. дол. США, з яких значна частина була спрямована на розвиток відновлюваних джерел енергії, модернізацію енергетичних систем та підвищення енергоефективності. Зокрема, на інжинірингові послуги, пов'язані з будівництвом і введенням в експлуатацію

нових енергетичних об'єктів, було витрачено близько 1 трильйона доларів, що підкреслює важливість цього ринку у глобальному енергетичному переході.

Одним із визначальних трендів цього періоду стало стрімке зростання попиту на послуги інжинірингу у галузі відновлюваної енергетики. Зокрема, компанії, які спеціалізуються на проєктуванні та будівництві сонячних та вітрових електростанцій, змогли збільшити свої обороти більш ніж на 30% порівняно з періодом до пандемії COVID-19. Так, у 2022 році сумарна потужність введених в експлуатацію сонячних електростанцій сягнула понад 230 ГВт, що є рекордним показником для галузі. Це відбулося завдяки активному розвитку сектору інжинірингових послуг у таких країнах, як Китай, Індія, США, а також Німеччина та Іспанія, де уряди створили сприятливі умови для інвестування у відновлювані джерела енергії.

Ще одним важливим аспектом розвитку міжнародного інжинірингу стала інтеграція цифрових технологій та інноваційних рішень. У 2023 році інвестиції в цифрові платформи для управління енергетичними об'єктами та автоматизацію процесів зросли на 25%, порівняно з попереднім роком, що дозволило знизити експлуатаційні витрати та підвищити ефективність управління енергоресурсами. Наприклад, зростання впровадження технологій штучного інтелекту та інтернету речей (IoT) забезпечило моніторинг та оптимізацію споживання енергії в реальному часі, що стало одним із ключових чинників для підвищення продуктивності енергетичних об'єктів.

Особливої уваги заслуговує розвиток ринку інжинірингу в країнах, що розвиваються. На фоні глобальних ініціатив щодо зниження вуглецевого сліду, інженерні компанії з розвинених країн активно розширюють свою присутність у таких регіонах, як Південно-Східна Азія, Латинська Америка та Африка. За даними досліджень McKinsey, до 2024 року очікується, що сукупний обсяг інвестицій у ці регіони зросте до 500 мільярдів доларів США, що майже вдвічі більше, ніж показники 2019 року. Збільшення інвестицій стало можливим завдяки запровадженню нових фінансових інструментів і міжнародних проєктів підтримки розвитку інфраструктури, таких як ініціативи ЄС, Світового банку та

Міжнародного валютного фонду, що надають кредити та гранти для розвитку енергетичних проєктів у цих регіонах.

Однак, розвиток ринку міжнародного інжинірингу не позбавлений викликів. Пандемія COVID-19 істотно вплинула на строки реалізації багатьох проєктів через проблеми з ланцюгами постачання та дефіцит кваліфікованих кадрів. Крім того, зростання витрат на матеріали у 2022 році, спричинене економічною невизначеністю та політичними конфліктами, створило додатковий тиск на компанії, змушуючи їх шукати нові способи зниження витрат та оптимізації проєктів. Наприклад, зростання цін на сталь і алюміній, необхідні для будівництва сонячних та вітрових станцій, призвело до того, що деякі проєкти були заморожені або перенесені на пізніший період. Водночас цей виклик стимулював пошук альтернативних матеріалів та інноваційних рішень для зниження витрат, таких як використання більш легких і дешевих компонентів.

Поглиблюючи аналіз, варто зазначити, що лідерами ринку міжнародного інжинірингу залишаються такі гіганти, як Siemens Energy, Schneider Electric, General Electric, а також ряд китайських корпорацій, зокрема Huawei та LONGi Green Energy Technology. У 2023 році ці компанії активно інвестували у створення нових виробничих потужностей та дослідницьких центрів, що дозволяє їм не лише забезпечувати конкурентоспроможність на глобальному рівні, а й відкривати нові ринки для своїх послуг.

Загалом, аналіз ринку міжнародного інжинірингу у сфері енергетики за 2020-2024 роки свідчить про стабільне зростання інвестицій, активний розвиток нових технологій та розширення глобальної присутності компаній. Виклики, що постали перед галуззю, спонукали інженерні фірми до впровадження інноваційних рішень, спрямованих на підвищення ефективності та оптимізацію витрат, що, у свою чергу, сприяло зміцненню ринку навіть у складних економічних умовах.

Ринок інжинірингових послуг в Америці зазнав значних змін, зумовлених передусім економіками, що розвиваються, потребами в інфраструктурі та

постійним розвитком глобальних ланцюгів постачання. За останні роки ці послуги вийшли за межі традиційних секторів, таких як енергетика, інфраструктура та виробництво, і охопили більш диверсифіковані галузі, включаючи гірничодобувну промисловість, телекомунікації та відновлювану енергетику.

Помітною тенденцією стало зростаюче значення країн Латинської Америки на цьому ринку. Історично склалося, що Сполучені Штати були провідним експортером інжинірингових послуг. Проте в останні роки такі країни, як Бразилія, Чилі, Колумбія та Перу, вийшли на передній план як постачальники та споживачі інженерних послуг. Ця зміна пояснюється появою транснаціональних корпорацій у цих регіонах, які прагнуть використовувати місцеві таланти та ресурси, водночас задовольняючи місцеві та регіональні потреби. Наприклад, Чилі стала хабом для гірничодобувного інжинірингу, тоді як Бразилія активно зосереджується на інфраструктурних та енергетичних проектах, що значною мірою підтримуються припливом прямих іноземних інвестицій (FDI).

Статистична інформація за 2020-2024 роки демонструє впевнений ріст попри глобальні виклики. Так, у 2021 році вартість інжинірингових послуг, експортованих з Латинської Америки, зросла більш ніж на 20%, завдяки значним проектам у сфері відновлюваної енергетики та гірничодобувної промисловості. Бразилія та Мексика взяли на себе основну частку цього зростання, отримавши підтримку від державних політик, що сприяють розвитку місцевих експертів. Крім того, попит на стійкі та відновлювані енергетичні рішення призвів до значних інвестицій у сонячні та вітрові енергетичні проекти, що також стимулювало розширення інжинірингових послуг у цих секторах.

Додатково ринок інжинірингових послуг характеризується розвитком державно-приватних партнерств (PPP), особливо в таких країнах, як Колумбія та Перу, де розвиток інфраструктури є основою економічної політики. У цих державах сектор інжинірингових послуг підсилюється завдяки співпраці місцевих компаній із глобальними гігантами, що сприяє передачі знань і

технологічним проривам. Проекти, такі як мережі автострад, гідроелектростанції та міська забудова, стали звичною практикою, підкреслюючи всеосяжний характер галузі.

Крім того, глобальний інжиніринговий ландшафт продовжує формуватися під впливом цифровізації, що дозволяє здійснювати управління проектами в режимі реального часу через кордони. Компанії, які здатні пропонувати повний спектр послуг — від проектування та техніко-економічних обґрунтувань до будівництва й обслуговування, — встановлюють нові стандарти, особливо в інтегрованих проектах. Такий цілісний підхід виявився особливо успішним на ринках Бразилії та Аргентини, де складні інжинірингові завдання вимагають скоординованих зусиль між різними спеціалізаціями.

Отже, аналіз світових тенденцій у сфері «енергетичного» інжинірингу свідчить про його стійке зростання, яке відображає глобальні виклики, спрямовані на перехід до сталого розвитку, енергоефективності та інтеграції відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Ринок демонструє зростаючу динаміку попиту на інноваційні інжинірингові рішення, зокрема проектування енергоефективних систем, модернізацію інфраструктури та впровадження цифрових технологій. У період з 2017 до 2030 року прогнозується збільшення обсягу ринку з 2,6 трлн. до 4,7 трлн. дол. США, що відображає середньорічний темп зростання (CAGR) на рівні 5,4%.

Значну роль у цьому зростанні відіграють проекти з енергоефективності та впровадження відновлюваних джерел енергії. Наприклад, у 2022 році глобальні інвестиції у відновлювану енергетику перевищили 560 млрд. дол. США, а додаткові потужності з генерації електроенергії з ВДЕ сягнули 260 ГВт. Лідерами у цій галузі виступають такі країни, як Китай, Індія, США та країни ЄС, де активно реалізуються урядові програми підтримки «зелених» ініціатив. Китай, наприклад, забезпечив понад 26 млрд. дол. США експорту будівельних та інжинірингових послуг у 2021 році, що свідчить про активну експансію цієї країни на світовому ринку.

Особливу увагу привертає цифровізація процесів у сфері енергетичного

інжинірингу. Зростання інвестицій у цифрові платформи, системи управління попитом і зберігання енергії дозволило значно підвищити ефективність управління енергетичними системами. Інтеграція «розумних» технологій, таких як штучний інтелект і IoT, забезпечує оптимізацію процесів і зниження витрат, що особливо актуально в умовах зростаючих цін на енергоресурси.

Розвиток ринку інжинірингових послуг також нерозривно пов'язаний із глобальними інфраструктурними ініціативами, такими як «Green Deal» у Європі, що спрямовані на декарбонізацію економіки. У 2022 році інвестиції у відповідні проєкти в країнах ЄС перевищили 120 мільярдів євро, зокрема завдяки розвитку інтегрованих енергетичних систем і декарбонізації промисловості.

Водночас ринок зіштовхується з низкою викликів, серед яких економічна невизначеність, проблеми з ланцюгами постачання та зростання витрат на матеріали. Наприклад, пандемія COVID-19 істотно вплинула на строки реалізації багатьох проєктів, змусивши компанії адаптуватися до нових умов, зокрема шукати інноваційні способи оптимізації витрат.

Отже, загальносвітові тенденції розвитку «енергетичного» інжинірингу демонструють тісний зв'язок із глобальними викликами сталого розвитку, зростаючим попитом на інноваційні технології та необхідністю модернізації інфраструктури. Ці фактори створюють унікальні можливості для подальшого зростання ринку, що стане важливим елементом глобального енергетичного переходу.

Розвиток українського «енергетичного» інжинірингу

В Україні діє кілька ключових компаній, що спеціалізуються на інжинірингу в енергетичному секторі, зокрема в галузі відновлюваної енергетики. Ось кілька з них:

1. ДТЕК – найбільша енергетична компанія України, що активно займається розвитком відновлюваних джерел енергії. Вона інвестує у будівництво вітрових та сонячних електростанцій, а також впроваджує інноваційні технології для зниження споживання викопного палива ДТЕК є

лідером в енергетичному секторі України, який активно розвиває напрямок відновлюваної енергетики. Компанія реалізує масштабні проєкти будівництва вітрових і сонячних електростанцій. Наприклад, у 2019 році введено в експлуатацію Приморську ВЕС із загальною потужністю 200 МВт, що стало одним із найбільших вітропарків країни. ДТЕК також інвестував у створення Нікопольської СЕС потужністю 246 МВт, яка стала однією з найбільших сонячних електростанцій в Європі. Компанія впроваджує сучасні технології енергоменеджменту для оптимізації використання ресурсів, що дозволяє знижувати викиди CO₂ та залежність від викопного палива.

2. Укренерго є стратегічною компанією, яка забезпечує надійне функціонування об'єднаної енергетичної системи України. Основні функції компанії включають управління магістральними електричними мережами та диспетчеризацію енергосистеми країни. Важливим напрямом діяльності Укренерго є інтеграція відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) до загальнонаціональної мережі, що включає будівництво та модернізацію підстанцій, а також встановлення автоматизованих систем управління енергопотоками.

Наприклад, в рамках інтеграції до європейської енергосистеми ENTSO-E, Укренерго проводить модернізацію електричних підстанцій та мереж для забезпечення технічних умов синхронізації. Одним із ключових проєктів стала реалізація будівництва трансформаторних підстанцій у Волинській та Одеській областях, що сприяло збільшенню можливостей передачі електроенергії та дозволило більш ефективно інтегрувати відновлювані джерела енергії, такі як вітрові та сонячні станції.

Крім того, компанія впроваджує проєкти зі створення нових високовольтних ліній електропередач, які покращують внутрішню логістику енергопотоків, а також забезпечують можливість експорту електроенергії до сусідніх країн. Важливим аспектом діяльності Укренерго є розвиток систем прогнозування та управління нерегулярними потоками енергії з ВДЕ, що

дозволяє підтримувати стабільність мережі навіть за умов значних коливань виробництва.

У 2022 році, внаслідок надзвичайних умов війни, Укренерго здійснило термінові ремонтні роботи для відновлення пошкодженої інфраструктури та забезпечення надійного енергопостачання навіть у складних умовах, що підкреслило її важливу роль у стабільному функціонуванні енергетичної системи України.

3. KNESS є однією з провідних інжинірингових компаній в Україні, що спеціалізується на сонячній енергетиці. Вона проектує та будує сонячні електростанції різного масштабу — від невеликих комерційних систем до великих промислових сонячних ферм. Одним з визначних проєктів є будівництво найбільшої в Україні сонячної електростанції в селі Старокостянтинів, потужністю понад 200 МВт. Компанія також активно займається розробкою власного обладнання, включаючи сонячні інвертори та енергозберігаючі рішення, що допомагає знижувати залежність від імпорту та підвищувати ефективність використання енергії.

У 2021 році KNESS стала першою українською компанією, що запустила виробництво власних сонячних інверторів. Її інноваційні рішення дозволяють оптимізувати роботу сонячних електростанцій, підвищуючи їхню ефективність та надійність. Активно співпрацюючи з міжнародними партнерами, компанія інтегрує передові технології, що відповідають сучасним стандартам відновлюваної енергетики.

4. Енергетична компанія «Аврора» спеціалізується на комплексних рішеннях у галузі відновлюваної енергетики. Основний напрямок діяльності включає проєктування, будівництво та технічне обслуговування сонячних електростанцій, а також інших видів зеленої енергетики, таких як біоенергетичні установки та системи на базі теплових насосів. Компанія реалізувала низку проєктів в Україні, зокрема встановлення сонячних станцій для бізнесів та приватних споживачів, що сприяє популяризації екологічно чистої енергії. «Аврора» активно впроваджує інноваційні рішення для підвищення

ефективності енергетичних систем, знижуючи витрати на обслуговування та експлуатацію.

5. «Південмаш» (Південний машинобудівний завод) є відомим українським виробником, який активно працює в енергетичній галузі, зокрема у секторі відновлюваної енергетики. Окрім своєї основної діяльності, пов'язаної з ракетобудуванням, підприємство виробляє обладнання для вітрових електростанцій, включаючи компоненти вітрових турбін. Завод розробляє і виготовляє різноманітні компоненти для енергетичного сектору, які відповідають сучасним стандартам якості. Це дозволяє «Південмашу» вносити вагомий внесок у розвиток відновлюваної енергетики в Україні та співпрацювати з міжнародними компаніями для експорту продукції.

6. «Wind Power» є однією з провідних компаній в Україні, що спеціалізується на проектуванні, будівництві та обслуговуванні вітрових електростанцій. Компанія реалізує повний цикл послуг, починаючи від оцінки місцевості та підготовки техніко-економічних обґрунтувань, закінчуючи монтажем та введенням в експлуатацію вітрових турбін. «Wind Power» активно впроваджує новітні технології у своїх проектах, співпрацюючи з міжнародними партнерами. Вона також підтримує зусилля України щодо збільшення частки відновлюваної енергетики, допомагаючи знизити залежність від традиційних джерел енергії та сприяючи розвитку сталого енергетичного сектору в країні.

7. Atlas Vision є міжнародною інжиніринговою компанією, яка працює в Україні та інших країнах. Вона спеціалізується на розробці та впровадженні проектів для відновлюваних джерел енергії, зокрема вітрових та сонячних електростанцій. Компанія забезпечує повний спектр послуг — від початкового планування та проектування до будівництва і технічного обслуговування. Спираючись на багаторічний досвід, Atlas Vision пропонує рішення, що відповідають міжнародним стандартам, і активно сприяє розвитку "зеленої" енергетики в Україні, співпрацюючи з місцевими партнерами та інвесторами.

8. Окрім згаданих компаній, слід додати інформацію про ТОВ «ASTRA PROJECT», яке є важливим гравцем на ринку українського енергетичного

інжинірингу. ТОВ «ASTRA PROJECT» є ключовим гравцем на ринку інженерних енергоефективних рішень в Україні, пропонуючи комплексні послуги у сфері проектування, будівництва, автоматизації, монтажу та обслуговування інженерних мереж. Компанія активно працює в агропромисловому комплексі, торгівлі, промисловості та переробних галузях, реалізувавши понад 5370 проєктів по всій країні.

Компанія займається проектуванням та будівництвом інженерних систем, що включає розробку та впровадження систем холодопостачання, вентиляції, кондиціонування, електро- та теплопостачання. Особливу увагу приділяють інтеграції енергоефективних рішень, що сприяють зниженню витрат та зменшенню екологічного впливу. Прикладами успішних проєктів є створення вискоелективних інженерних мереж для супермаркетів «METRO» у таких містах, як Миколаїв, Чернівці, Рівне та Одеса. У 2023 році компанія впровадила рішення для великої агропромислової компанії, що дозволило знизити споживання електроенергії на 30%.

Компанія пропонує послуги з модернізації вже існуючих систем, адаптуючи їх під сучасні вимоги енергоефективності. У 2022 році «ASTRA PROJECT» модернізувала 50 об'єктів, впровадивши технології рекуперації тепла, що зменшило витрати на опалення на 25-50%.

Через дочірню компанію «ASTRA SERVICE», що діє з 2003 року, компанія здійснює як гарантійне, так і післягарантійне обслуговування, забезпечуючи безперебійне функціонування всіх інженерних систем. Це включає моніторинг, ремонт та технічну підтримку понад 450 об'єктів по Україні.

З 2019 року «ASTRA DEVELOPMENT» займається будівництвом та реконструкцією великих об'єктів нерухомості, зокрема промислових та комерційних. Це дозволяє інтегрувати енергоефективні рішення вже на етапі проектування та будівництва об'єктів, що підвищує їхню загальну продуктивність.

«ASTRA PROJECT» активно використовує сучасні технології, такі як автоматизовані системи контролю енергоспоживання, BIM-технології

(інформаційне моделювання будівель), системи рекуперації тепла та інтелектуальні платформи для моніторингу. Це дозволяє компанії бути на передовій енергоефективних рішень і підвищує конкурентоспроможність.

Згідно з фінансовими звітами, у 2023 році чистий дохід компанії зріс на 20%, досягнувши 12 млн грн, а обсяг введених в експлуатацію основних засобів збільшився на 33%. Ці результати підтверджують ефективність стратегії компанії, спрямованої на постійне оновлення активів та розширення спектру послуг.

Конкурентні переваги:

1. У «ASTRA PROJECT» працює понад 350 висококваліфікованих спеціалістів, що дозволяє реалізовувати проекти різного масштабу і складності.

2. Компанія пропонує послуги «під ключ», включаючи проектування, монтаж, пусконаладжувальні роботи та сервісне обслуговування, що забезпечує клієнтам комплексні рішення для всіх енергетичних потреб.

3. Компанія активно впроваджує екологічно чисті технології, що сприяє сталому розвитку та зменшенню вуглецевого сліду.

Ці компанії відіграють ключову роль у розвитку інженерних рішень для раціонального використання енергоресурсів та забезпечення енергетичної незалежності України, а також інтеграції країни у європейську енергетичну систему.

Український "енергетичний" інжиніринг розвивається в кількох ключових напрямках, які зосереджені на переході до відновлюваних джерел енергії та підвищенні енергоефективності. Один з провідних напрямків — це будівництво і розвиток сонячних електростанцій (рис. 10). Наприклад, компанія KNESS активно займається проектуванням і будівництвом великих сонячних парків, таких як станція на Вінниччині, яка забезпечує енергією тисячі домогосподарств. У цей же напрямок вписується діяльність компанії «Аврора», яка також спеціалізується на сонячних проєктах і обслуговуванні таких станцій.

Розвиток відновлюваних джерел енергії:

- **Сонячна енергетика:**
 - Проектування та будівництво сонячних електростанцій (KNESS, "Аврора").
 - Приклад: сонячний парк на Вінниччині, що забезпечує енергією тисячі домогосподарств.
- **Вітроенергетика:**
 - Запуск вітропарків (ДТЕК, Wind Power).
 - Приклади: Приморська та Ботієвська вітрові електростанції.

Модернізація енергетичної інфраструктури:

- Інтеграція відновлюваної енергетики в національну мережу (Укренерго).
- Оновлення високовольтних ліній.
- Впровадження сучасних систем управління енергопотоками.

Підвищення енергоефективності:

- Впровадження систем енергоменеджменту (ДТЕК, KNESS).
- Розробка інтелектуальних мереж (smart grid).
- Використання накопичувачів енергії для стабілізації системи.

Оптимізація споживання енергії:

- Зменшення енергетичних втрат.
- Забезпечення стабільності роботи енергосистеми навіть за умов нестабільного виробництва енергії з ВДЕ.

Рисунок 10 – Напрямки українського "енергетичного" інжинірингу

Джерело: власна розробка автора

Ще одним важливим напрямком є вітроенергетика (рис. 10). Компанія ДТЕК запустила кілька великих вітропарків, зокрема Приморську та Ботієвську вітрові електростанції на півдні України. Ці проекти спрямовані на підвищення частки чистої енергії у національному енергобалансі та зниження залежності від викопних джерел. Wind Power також робить внесок у цей напрямок, займаючись проектуванням і будівництвом нових вітрових електростанцій.

Окрім того, значну увагу приділяють модернізації та оптимізації існуючої енергетичної інфраструктури. Укренерго реалізує проекти з інтеграції відновлюваної енергетики в національну мережу, оновлюючи високовольтні лінії та встановлюючи сучасні системи управління енергопотоками. Це

допомагає забезпечити стабільність роботи енергосистеми та ефективно використовувати ресурси, навіть за умов нестабільного виробництва енергії з відновлюваних джерел (рис. 10).

Розвиток енергоефективних технологій також є важливим напрямком українського інжинірингу. Компанії, такі як ДТЕК і KNESS, впроваджують сучасні системи енергоменеджменту, що дозволяють оптимізувати споживання енергії та зменшувати втрати. Це включає впровадження інтелектуальних мереж (smart grid) та накопичувачів енергії для стабілізації роботи енергосистеми (рис. 10).

Таким чином, український «енергетичний» інжиніринг зосереджується на розвитку відновлюваної енергетики, модернізації інфраструктури та підвищенні енергоефективності, що сприяє загальному переходу країни на чисті джерела енергії та підвищенню енергетичної незалежності.

Далі наведемо статистичні дані щодо будівництва та інжинірингових послуг України (табл.5, рис. 11).

Таблиця 5

Будівництво та супутні інженірингові послуги України

Партнер	Значення (млн дол. США)			% всього послуг - 2022	% у світі - 2022	Середній ріст		
	2020	2021	2022			2005 - 2022	2021	2022
Експорт								
Світ	93	52	27	0.2	100.0	-8	-44	-48
Імпорт								
Світ	58	48	15	0.1	100.0	-12	-17	-69

Джерело: складено на основі [445]

Табл. 5 та рис. 11 нам демонструє суттєве скорочення як експорту, так і імпорту будівельних послуг в Україні за період 2020-2022 років. У 2020 році експорт будівництва становив 93 млн дол. США, але до 2022 року цей показник знизився до 27 млн дол. США, що відображає падіння на 48%.

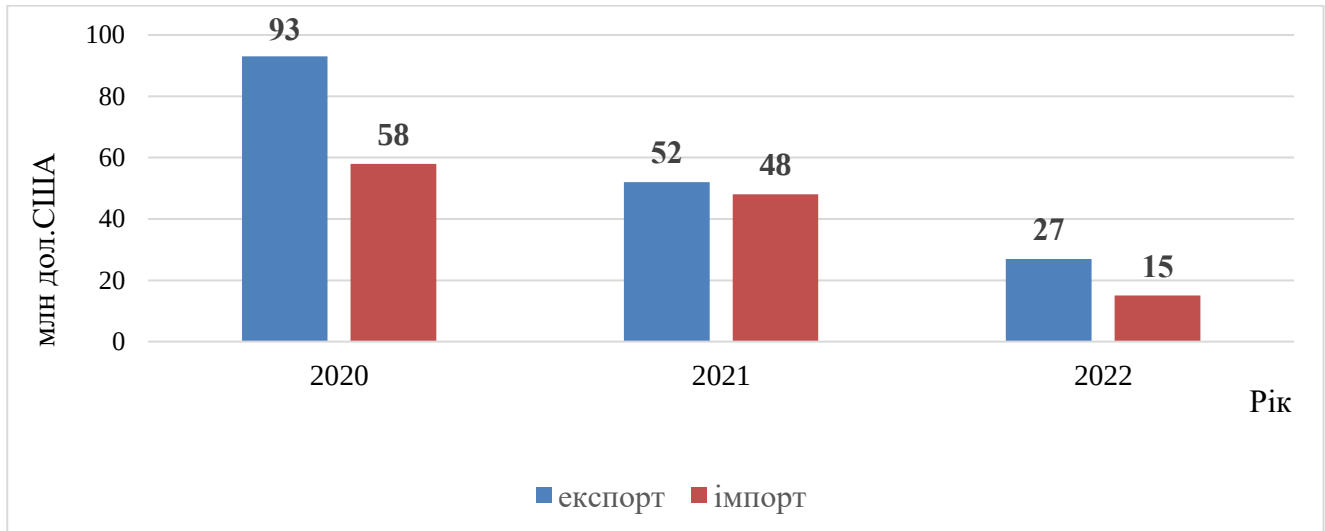


Рисунок 11 – Будівництво та супутні інженерингові послуги України

Джерело: побудовано на основі [445]

Це може бути пов'язано зі зменшенням попиту на українські будівельні послуги за кордоном або змінами в міжнародній економічній кон'юктурі. Імпорт також знизився з 58 млн дол. США у 2020 році до 15 млн дол. США у 2022 році, скоротившись на 69%. Така динаміка може свідчити про внутрішні економічні зміни, зокрема зменшення залежності України від іноземних підрядників у будівельній сфері, а також, можливо, про заходи щодо імпортозаміщення та підтримки внутрішнього ринку послуг. Загальне скорочення як експорту, так і імпорту може вказувати на складнощі в секторі, пов'язані з післяпандемічним відновленням, економічними викликами або зміною стратегій національних компаній.

У порівнянні зі світовими показниками, Україна має специфічні риси, зумовлені своїм геополітичним положенням, обмеженими ресурсами та необхідністю адаптації до європейських стандартів енергетики.

Як було виявлено, ключовими гравцями у сфері інжинірингу є компанії, такі як ДТЕК, Укренерго, KNESS, Wind Power, а також ТОВ «ASTRA PROJECT», що зосереджуються на проєктуванні, будівництві та обслуговуванні об'єктів енергетики. Зокрема, значна увага приділяється розвитку

відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) — сонячної та вітрової енергетики. Україна має вагомі здобутки у сфері сонячної енергетики, і порівняння зі світовими показниками демонструє позитивну динаміку. За останні роки сонячна енергетика в Україні суттєво зросла, і станом на 2022 рік загальна потужність сонячних електростанцій досягла понад 7 ГВт, що є значним результатом для країни. Наприклад, згідно з даними Держенергоефективності, частка ВДЕ в енергетичному балансі України в останні роки зростала швидше, ніж у багатьох розвинених країнах.

Додатково, українські компанії, такі як Solar Steelconstruction, активно беруть участь у міжнародних проєктах, зокрема у будівництві сонячних електростанцій у Європі. Це свідчить про високий рівень компетентності українських інжинірингових підприємств, які здатні конкурувати на світовому ринку і відповідати міжнародним стандартам.

Наприклад, компанія Solar Steelconstruction спеціалізується на виробництві та встановленні металоконструкцій для сонячних електростанцій і активно реалізує проєкти в таких країнах, як Польща, Німеччина, Угорщина та Румунія. Її успішна діяльність підтверджує, що український інжиніринг у сфері сонячної енергетики здатен інтегруватися у світові ринки та робити вагомий внесок у розвиток відновлюваної енергетики на глобальному рівні.

Таким чином, твердження про «стримані темпи розвитку» не є повністю коректним. Україна демонструє значні успіхи у розвитку сонячної енергетики, що не лише відповідає світовим тенденціям, а й інколи випереджає їх. Це підтверджує конкурентоспроможність українських компаній та їхню здатність не лише розвивати внутрішній ринок, а й бути вагомими гравцями у міжнародній співпраці.

На тлі даних зі таблиць (табл. 1-4) можна відзначити кілька важливих аспектів. Світові ринки інжинірингових послуг демонструють стабільний ріст у певних регіонах, наприклад у Китаї, тоді як у європейських країнах спостерігаються певні коливання.

В Україні ж розвиток «енергетичного» інжинірингу дещо відстає, що

пов'язано з необхідністю адаптації до сучасних технологій, проблемами у фінансуванні та викликами, пов'язаними з військовими діями.

Зокрема, розглядаючи дані по США (табл.1, рис. 5, рис. 6), можна побачити різке скорочення обсягів експорту та імпорту будівництва. Це може свідчити про зменшення активності або ж зміни в стратегічних підходах. Український ринок, натомість, показує потребу в підвищенні інвестиційної привабливості та розширенні співпраці з міжнародними партнерами, аби підтримати стабільний розвиток галузі.

Також, аналізуючи дані по Китаю (табл.4, рис. 9), де експорт будівельних послуг становить 26 320,16 млн. доларів, можна побачити, що така значна частка доходів від інжинірингових послуг обумовлена диверсифікованістю їхнього ринку. Китай не лише спеціалізується на будівельних проєктах, але й активно розвиває послуги з проєктування, технологічного консалтингу, автоматизації, а також екологічних рішень для будівельної індустрії. Це дозволяє країні задовольняти попит як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. Для українського «енергетичного» інжинірингу такий підхід міг би стати важливим орієнтиром.

Наразі значна частина українських проєктів орієнтована на внутрішній ринок або конкретні вузькопрофільні напрями, такі як сонячні або вітрові електростанції. Однак, щоб конкурувати на глобальному ринку, необхідно диверсифікувати спектр послуг, зокрема включити до нього проєктування багатофункціональних енергетичних систем, інтеграцію відновлюваних джерел енергії в існуючу інфраструктуру, розробку smart grid-рішень, а також надання консалтингових і управлінських послуг. Це дозволить не лише зміцнити позиції на внутрішньому ринку, але й залучити міжнародних партнерів, що значно збільшить обсяги експорту інжинірингових послуг.

Перспективи розвитку міжнародного інжинірингу в сфері раціонального використання енергоресурсів та ринку аутсорсингу інжинірингових послуг України

Основні світові проблеми у розвитку інжинірингу в сфері раціонального використання енергоресурсів є результатом як технічних, так і економічних, соціальних та екологічних викликів (рис. 12).

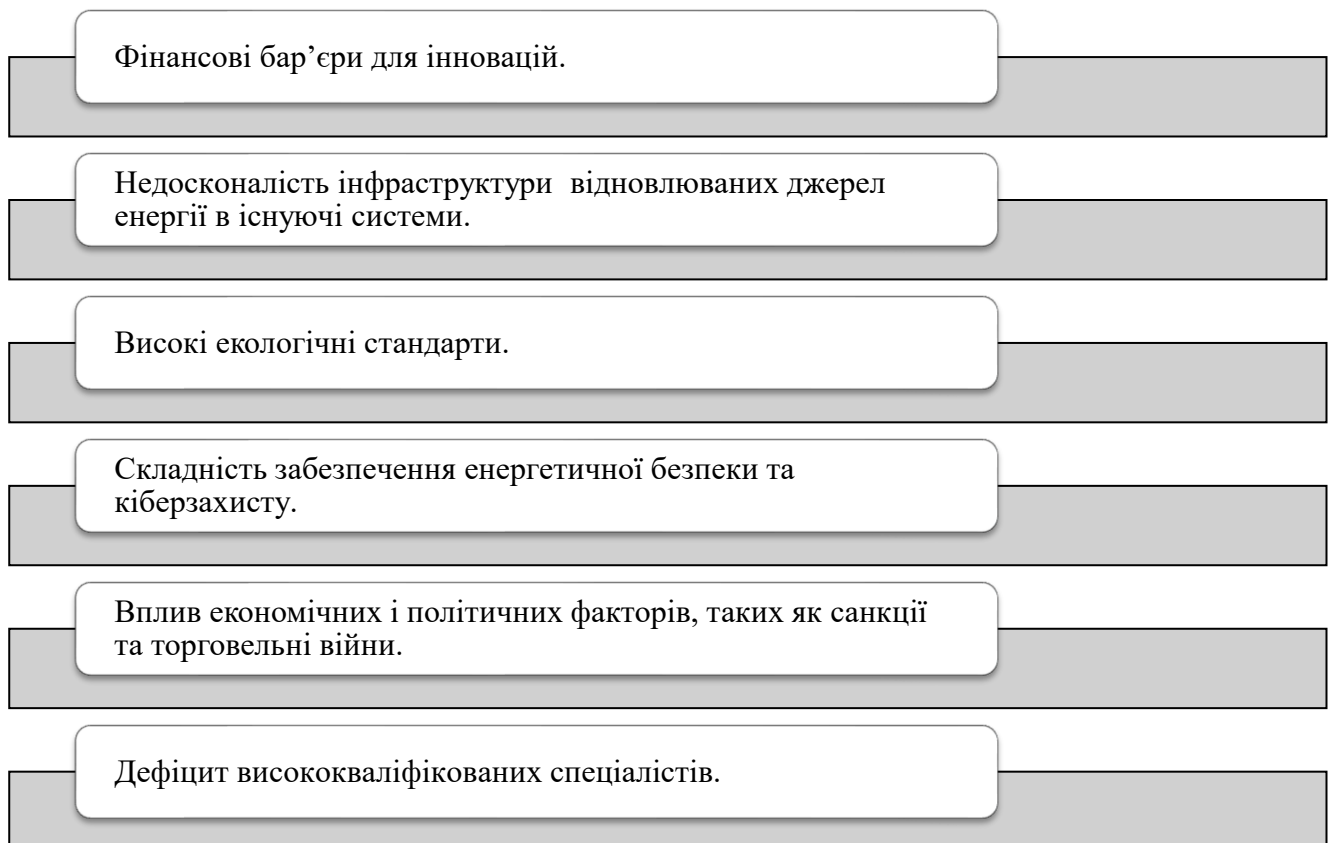


Рисунок 12 – Основні світові проблеми у розвитку інжинірингу в сфері раціонального використання енергоресурсів

Джерело: власна розробка автора

Однією з головних задач у сфері енергетичного інжинірингу є розробка інноваційних технологій, спрямованих на підвищення ефективності використання енергії та зниження шкідливих викидів. Проте інноваційний процес потребує значних інвестицій, що створює суттєві фінансові бар'єри для багатьох підприємств, особливо малих і середніх. Для великих корпорацій, таких

як Siemens або General Electric, необхідні кошти для досліджень можуть обчислюватись мільярдами доларів щорічно, тоді як для невеликих гравців навіть мільйонні витрати стають важким фінансовим тягарем.

Такі бар'єри призводять до нерівності в можливостях впровадження нових технологій, особливо на конкурентних ринках, де інновації є ключовим фактором успіху. Наприклад, вітрова і сонячна енергетика вимагають не лише значних початкових інвестицій в обладнання, але і в дослідження для підвищення ефективності виробництва енергії та зниження її собівартості. Лідери галузі, такі як Vestas та Tesla, мають змогу фінансувати розробку нових технологій завдяки широким інвестиційним ресурсам та партнерствам. Проте компанії, що лише входять на ринок, зіштовхуються з необхідністю отримання зовнішнього фінансування, яке не завжди доступне через високі ризики, пов'язані з інноваціями.

Крім того, державна політика і міжнародні угоди також впливають на фінансові бар'єри. Наприклад, Паризька угода сприяє розвитку зеленої енергетики, створюючи умови для державного фінансування проектів, що знижують викиди парникових газів. Однак не всі країни однаково підтримують розвиток таких технологій, що ще більше ускладнює впровадження інновацій в різних регіонах. У Китаї, наприклад, уряд активно інвестує у розвиток сонячної та вітрової енергетики, що дозволило країні стати лідером у виробництві панелей та турбін, а також значно знизити вартість енергетичного обладнання. Тим часом, у багатьох країнах Європи урядові програми націлені на стимулювання розвитку малих та середніх підприємств у сфері відновлюваної енергетики, що дозволяє розширити доступ до інноваційних технологій і зменшити фінансові бар'єри.

У 2022 році світові інвестиції в сектор відновлюваних джерел енергії сягнули понад 500 мільярдів доларів, з них близько 60% припало на великі корпорації, а решта була розподілена між державними програмами та малими гравцями ринку. Однак для досягнення глобальних цілей зі скорочення викидів CO₂ необхідно збільшити ці інвестиції до 1 трильйона доларів на рік до 2030

року, що вимагає активнішого залучення приватного капіталу та підтримки інновацій у сфері енергетичного інжинірингу.

Інтеграція відновлюваних джерел енергії в існуючі енергетичні системи є одним із ключових викликів у сфері енергетичного інжинірингу, що потребує суттєвих змін та адаптацій. Головна проблема полягає в тому, що сонячна та вітрова енергія є непостійними та залежать від погодних умов, що ускладнює забезпечення стабільного постачання. Це потребує розвитку нових технологій зберігання енергії, здатних накопичувати її під час пікової генерації та використовувати, коли генерація знижується.

Системи зберігання, такі як батареї, імовірно стануть ключовим елементом модернізованих мереж, але їх розробка є вкрай кошовною та технічно складною. У країнах, таких як Німеччина та Китай, уже впроваджують великомасштабні проекти з акумуляторами для підтримки стабільності мережі, проте такі рішення поки що не можуть повністю замінити традиційні джерела. Наприклад, у Німеччині, яка є піонером зеленої енергетики, впровадження подібних систем потребує величезних фінансових вкладень та регуляторної підтримки, аби забезпечити безперебійну роботу мережі, навіть за відсутності вітру чи сонця.

Крім того, важливим аспектом є адаптація мереж до різних кліматичних умов. Наприклад, рішення, ефективні для помірного клімату Європи, не завжди можуть бути ефективними в умовах пустельних зон Близького Сходу або північних регіонів Канади. Це означає, що розробка технологій має враховувати не лише ефективність генерації, але й адаптивність до різних екологічних умов.

Таким чином, інтеграція відновлюваних джерел вимагає створення розгалуженої інфраструктури, модернізації існуючих мереж, а також розробки систем управління та зберігання, які можуть забезпечити баланс енергопостачання. Вирішення цього завдання потребує інноваційних підходів та значного фінансування, що створює нові виклики як для компаній, так і для державних регулюючих органів, що прагнуть досягти енергетичної стабільності в умовах екологічної відповідальності.

Проблеми екологічних вимог і декарбонізації створюють серйозні виклики для світового енергетичного інжинірингу. Уряди багатьох країн запроваджують все жорсткіші нормативи щодо скорочення викидів, змушуючи компанії адаптуватися до нових екологічних стандартів. Це вимагає значних інвестицій у розробку інноваційних технологій, які здатні зменшити вуглецевий слід та підвищити енергоефективність. Наприклад, Європейський Союз, впроваджуючи програму «Зелений курс», зобов'язався досягти вуглецевої нейтральності до 2050 року, що змушує компанії змінювати свої підходи та інвестувати у відповідні дослідження.

Однак такі адаптації потребують великих фінансових ресурсів, що збільшує собівартість проектів та може зробити деякі з них економічно не вигідними. Це особливо проблематично для середніх і малих підприємств, які мають обмежені можливості фінансування. Впровадження нових технологій потребує не лише високотехнологічного обладнання, але й оновлення інфраструктури, яка здатна забезпечити стабільну роботу та зменшити викиди шкідливих речовин. Наприклад, компанії, що займаються виробництвом електроенергії, зокрема у вугільній промисловості, повинні адаптуватися до вимог встановлення фільтраційних систем і систем зберігання вуглецю, що також пов'язано зі значними витратами.

Додатковим викликом є відмінності в екологічних стандартах між різними країнами та регіонами. Наприклад, в той час як країни ЄС запроваджують жорсткі вимоги щодо зниження викидів, інші країни можуть мати більш ліберальний підхід до екологічної політики. Це створює труднощі для інженерних компаній, які прагнуть вийти на нові ринки, оскільки їм доводиться адаптувати свої проекти під місцеві стандарти. Складність уніфікації норм та відсутність єдиного глобального регулювання створює перепони для розвитку міжнародних проектів, підвищуючи їх вартість і ускладнюючи координацію.

Таким чином, проблеми екологічних вимог та декарбонізації тісно переплітаються із загальними світовими викликами інжинірингу в енергетичній галузі. Необхідність розвитку технологій для зниження викидів, оновлення

інфраструктури та адаптації до різних екологічних стандартів вимагає від інженерних компаній постійного пошуку інновацій та залучення нових інвестицій, що водночас впливає на економічну стабільність і можливості розвитку галузі на глобальному рівні.

Проблеми енергетичної безпеки є одними з ключових викликів для розвитку інжинірингу в сфері раціонального використання енергоресурсів. Країни, що значною мірою залежать від імпорту енергоносіїв, прагнуть зменшити свою вразливість, розробляючи технології для забезпечення енергетичної незалежності та стабільності постачання. Особливо важливою є розробка інфраструктурних рішень, що можуть запобігти збоїв, а також захистити енергетичні об'єкти від кіберзагроз, які стають дедалі поширенішими.

Водночас, економічні й політичні фактори, такі як торговельні війни, санкції та регіональні конфлікти, значно впливають на ринок інжинірингових послуг. Це може призвести до порушень у ланцюгах постачання, змінюючи доступність матеріалів і технологій, що використовуються для проектування й модернізації енергетичних систем. Наприклад, санкції можуть обмежити доступ до високотехнологічного обладнання або компонентів, що необхідні для побудови нових енергетичних об'єктів або модернізації існуючих. У таких умовах компанії змушені шукати альтернативні джерела або навіть змінювати технічні рішення, що підвищує вартість проєктів і ускладнює їх реалізацію.

Ці проблеми посилюються ще й тим, що багато енергетичних ринків перебувають під впливом державної політики та регулювання, що створює додаткові перепони для впровадження інновацій. Уряди часто заохочують використання місцевих ресурсів і виробництва, але це не завжди відповідає потребам компаній, які прагнуть працювати з найефективнішими технологіями, незалежно від їх походження. У результаті ці виклики створюють нові проблеми, які вимагають комплексних підходів і стратегій для забезпечення сталого розвитку енергетичного інжинірингу в глобальному контексті.

Кадрова проблема в галузі енергетичного інжинірингу є значним викликом, оскільки потреба в кваліфікованих фахівцях зростає паралельно з

розвитком технологій. За даними Міжнародної енергетичної агенції (IEA), для досягнення цілей з декарбонізації до 2050 року необхідно залучити понад 14 мільйонів нових працівників в сектор відновлюваної енергетики. Однак у деяких країнах, таких як Німеччина і США, вказується на дефіцит технічних спеціалістів, здатних впроваджувати сучасні рішення. Згідно з дослідженням Deloitte, нестача кваліфікованих кадрів призводить до затримок у проєктах і зростання витрат, оскільки компаніям доводиться вкладати більше ресурсів у підготовку та перепідготовку співробітників. Наприклад, у США відзначається дефіцит інженерів, особливо в галузі автоматизації і кібербезпеки енергетичних систем, що ускладнює інтеграцію інноваційних рішень та модернізацію мереж. Китай, як один з лідерів у виробництві відновлюваних джерел енергії, також відчуває потребу в розширенні кваліфікаційного резерву для підтримки масштабних інфраструктурних проєктів, зокрема будівництва нових сонячних та вітрових електростанцій.

Водночас країни намагаються вирішити проблему через розвиток освітніх програм та співпрацю з університетами. Наприклад, у Норвегії створені спеціалізовані програми підготовки в сфері зелених технологій, які забезпечують постійне оновлення знань інженерів і швидше їх адаптують до ринку. Такий підхід дозволяє поступово вирівнювати ситуацію з нестачею кваліфікованих кадрів, але для досягнення справжнього прогресу потрібні значні інвестиції та підтримка з боку урядів і бізнесу.

Таким чином, розвиток інжинірингу у сфері раціонального використання енергоресурсів потребує комплексного підходу, що поєднує технічні інновації, стратегічні інвестиції, розвиток людських ресурсів та координацію міжнародної співпраці для подолання сучасних викликів.

Війна в Україні, яка триває з лютого 2022 року, суттєво вплинула на енергетичний сектор країни, спричинивши серйозні зміни та виклики. Один з найбільш відчутних наслідків війни – це масові пошкодження критичної енергетичної інфраструктури внаслідок обстрілів та бомбардувань. Росія систематично атакує електростанції, підстанції, лінії електропередач, а також

об'єкти газової та нафтової інфраструктури. Це призводить до масштабних перебоїв у електропостачанні, особливо в зимовий період, коли попит на енергію зростає.

Однією з найкритичніших загроз стало пошкодження великих об'єктів атомної енергетики, зокрема Запорізької атомної електростанції, яка є найбільшою в Європі. Захоплення цієї станції окупаційними військами створило ризики для ядерної безпеки як в Україні, так і в усьому світі. Хоча безпосередньої катастрофи вдалося уникнути, постійні загрози та періодичні відключення значно знижують виробничі потужності атомної енергетики, яка забезпечувала значну частину енергопотреб України до війни.

Крім фізичних пошкоджень, війна спричинила серйозні економічні наслідки для енергетичного сектору. Через бойові дії багато промислових підприємств було зруйновано або зупинено, що скоротило внутрішній попит на енергію. Водночас скоротилися і можливості експорту електроенергії до Європи, що раніше було важливим джерелом доходів для української економіки. Енергетичні компанії зіткнулися з фінансовими труднощами через зниження доходів і необхідність проведення термінових ремонтів.

Проте війна також прискорила процеси трансформації енергетичного сектору України. Після повномасштабного вторгнення активізувалися зусилля з диверсифікації енергопостачання, зокрема переходу до відновлюваних джерел енергії. Сонячні, вітрові та біоенергетичні проекти, хоча й зазнали втрат через пошкодження та окупацію деяких регіонів, залишаються перспективними для відновлення і розвитку після війни. Більше того, відновлення інфраструктури на основі сучасних технологій, включаючи "smart grid" та енергоефективні рішення, стало одним із пріоритетів.

Війна також стимулювала активну співпрацю України з європейськими партнерами, зокрема в контексті інтеграції до енергетичної системи Європейського Союзу (ENTSO-E). Це дозволило Україні стабілізувати енергопостачання, отримати доступ до допомоги у вигляді технологій та обладнання, а також розширити можливості експорту електроенергії.

Таким чином, війна має глибокий та багатогранний вплив на енергетичний сектор України. З одного боку, це фізичні руйнування, скорочення виробничих потужностей і економічні втрати. З іншого боку, війна прискорює перехід до нових технологій і відновлюваних джерел енергії, а також підсилює міжнародну інтеграцію енергосистеми країни.

Крім війни, існує низка ключових проблем, що впливають на розвиток інжинірингу в сфері раціонального використання енергоресурсів в Україні (рис. 13).

Першою важливою проблемою є застаріла енергетична інфраструктура. Багато об'єктів, таких як електростанції та лінії електропередач, були побудовані ще в радянські часи і не відповідають сучасним стандартам енергоефективності та надійності. Це ускладнює впровадження нових інжинірингових рішень і потребує значних інвестицій для модернізації.

Друга проблема полягає в недостатньому розвитку відновлюваних джерел енергії. Хоча Україна має значний потенціал у використанні вітрової, сонячної та біоенергетики, його реалізація йде повільно через обмежене фінансування, недостатні стимули з боку держави та слабе залучення приватного сектору. Відсутність комплексної державної політики підтримки відновлюваних джерел енергії також створює перешкоди для інжинірингових компаній, які спеціалізуються на розробці таких рішень.

Застаріла енергетична інфраструктура:

- Багато об'єктів побудовані у радянські часи.
- Не відповідають сучасним стандартам енергоефективності та надійності.
- Ускладнюють впровадження нових рішень.
- Потребують значних інвестицій для модернізації.

Недостатній розвиток відновлюваних джерел енергії:

- Повільна реалізація потенціалу вітрової, сонячної та біоенергетики.
- Обмежене фінансування та державні стимули.
- Слабке залучення приватного сектору.
- Відсутність комплексної державної політики підтримки.

Низький рівень енергоефективності:

- Висока енергоємність економіки.
- Застарілі технології у промисловості та ЖКГ.
- Великі втрати енергії.
- Потреба в автоматизації та впровадженні сучасних технологій.

Обмежена інтеграція сучасних технологій:

- Недостатнє впровадження "smart grid" і цифровізації.
- Брак кваліфікованих кадрів та знань.
- Недостатнє фінансування інноваційних проєктів.

Недосконале правове та регуляторне середовище:

- Часті зміни законодавства в енергетиці.
- Відсутність чітких правил для інвестицій.
- Ускладнене планування та реалізація довгострокових проєктів.

Рисунок 13 – Проблеми розвитку інжинірингу в сфері раціонального використання енергоресурсів в Україні

Джерело: власна розробка

Третя важлива проблема стосується низького рівня енергоефективності в промисловому секторі та житлово-комунальному господарстві. В Україні енергоємність економіки залишається високою, що призводить до нераціонального використання енергоресурсів. Багато підприємств використовують застарілі технології, що призводить до великих втрат енергії, і цей виклик потребує впровадження сучасних інжинірингових рішень, які базуються на енергоефективних технологіях та автоматизації процесів.

Четвертою проблемою є недостатня інтеграція сучасних технологій в управління енергосистемою. Використання інноваційних рішень, таких як "smart

grid" та цифровізація управління енергетичними процесами, залишається обмеженим через відсутність відповідних кадрів і знань, а також через обмежене фінансування таких проектів. Це створює бар'єри для інжинірингових компаній, які прагнуть запровадити новітні технології в енергетичний сектор.

Також проблемою є правове та регуляторне середовище. Недостатньо чітке і часто змінюване законодавство, що стосується енергетики та енергоефективності, створює невизначеність для інвестицій у проекти з раціонального використання енергії. Це ускладнює планування та реалізацію довгострокових інжинірингових проектів.

Таким чином, розвиток інжинірингу в сфері раціонального використання енергоресурсів стикається з низкою проблем, пов'язаних із застарілою інфраструктурою, недостатнім розвитком відновлюваної енергетики, низьким рівнем енергоефективності, обмеженим використанням сучасних технологій і недосконалим регуляторним середовищем.

Перспективи розвитку міжнародного інжинірингу в сфері раціонального використання енергоресурсів є надзвичайно важливими в контексті глобальних економічних та екологічних змін (рис. 14).

Переорієнтація на відновлювані джерела енергії та сталий розвиток відкриває перед інженерною галуззю нові горизонти, особливо в контексті технологій, які сприяють ефективнішому використанню ресурсів і зниженню негативного впливу на навколишнє середовище. Впровадження систем зберігання енергії є одним із ключових напрямів. Наприклад, великі літій-іонні батареї, як ті, що використовуються у проекті Tesla Megapack, можуть зберігати до 3 МВт-год енергії, що дозволяє підтримувати стабільність мережі, особливо при високому навантаженні або дефіциті генерації. За прогнозами BloombergNEF, глобальний ринок систем зберігання енергії може зрости до 1,095 ГВт-год до 2040 року, що свідчить про важливість цього напрямку для стабілізації енергопостачання і зменшення залежності від традиційних джерел енергії.



Рисунок 14 – Основні перспективи розвитку міжнародного інжинірингу в сфері раціонального використання енергоресурсів

Джерело: [455]

Інтелектуальні мережі (Smart Grids) також стають важливим елементом сучасних енергетичних систем, адже вони дозволяють оптимізувати виробництво та розподіл енергії, забезпечуючи зниження втрат і ефективніше управління ресурсами. Наприклад, у Німеччині в рамках проекту "Energ" створена розумна мережа, яка об'єднує тисячі розподілених енергетичних ресурсів, таких як вітрові турбіни та сонячні панелі, що дозволяє швидко реагувати на зміни попиту і пропозиції.

Активне використання штучного інтелекту (AI) і машинного навчання (ML) стало ще одним трендом у сфері інженерних рішень для енергетики. Вони допомагають оптимізувати процеси генерації та розподілу енергії, прогнозувати споживання і виявляти можливі збої в роботі мереж. Компанія General Electric, наприклад, використовує AI для аналізу даних з вітряних турбін і сонячних

панелей, щоб автоматично налаштовувати роботу системи, підвищуючи її ефективність на 5-10%. Це дозволяє знижувати витрати на виробництво і підвищувати стабільність енергопостачання, що особливо важливо в умовах зростаючого попиту на електроенергію.

Комплексні рішення для інтеграції відновлюваних джерел енергії також відіграють важливу роль. Наприклад, в Данії, де частка вітрової енергетики у загальному виробництві перевищує 50%, активно впроваджуються рішення з використанням водню як засобу зберігання надлишкової енергії. Водень, що виробляється під час пікових моментів генерації, можна використовувати пізніше або експортувати, що забезпечує додаткову стабільність для енергетичної системи.

Таким чином, розвиток інноваційних технологій, таких як системи зберігання енергії, інтелектуальні мережі, AI та комплексні рішення для інтеграції відновлюваних джерел, створює нові можливості для інженерної галузі. Це дозволяє не лише забезпечувати ефективніше використання ресурсів, але й адаптуватися до глобальних трендів, спрямованих на зниження викидів та сталий розвиток.

Міжнародні коопераційні проєкти відіграють ключову роль у розвитку інженерних рішень для енергетики, сприяючи обміну знаннями та технологіями між країнами. Наприклад, Європейський Союз активно підтримує програми співпраці в рамках ініціативи Horizon Europe, яка фінансує проєкти з досліджень та інновацій, зокрема у сфері відновлюваних джерел енергії. Це дозволяє компаніям і державам разом працювати над такими технологіями, як воднева енергетика та системи зберігання енергії. Наприклад, проєкт «HyNet» у Великій Британії, який реалізується за участі інженерних фірм і підтримки уряду, націлений на створення комплексної водневої інфраструктури, яка може значно зменшити викиди вуглецю в регіоні.

Країни, що розвиваються, активно залучають інвестиції у відновлювану енергетику та модернізацію інфраструктури, створюючи можливості для міжнародних інженерних компаній. Такі проєкти реалізуються, наприклад, у

В'єтнамі, де збудовані численні сонячні ферми за участі європейських та китайських компаній. Програми фінансування від Світового банку та Азійського банку розвитку дозволили побудувати нові сонячні електростанції, сприяючи енергетичній незалежності країни. Уряди країн Африки також залучають іноземних партнерів, щоб створити вітрові та сонячні проекти, зокрема в Південній Африці та Кенії. У 2021 році інвестиції у відновлювані джерела енергії в Африці перевищили 2,6 млрд. дол. США, з чим значною мірою допомогли міжнародні організації та уряди розвинених країн.

Інженерні компанії з Європи, США та Китаю займають лідерські позиції у впровадженні технологій, що відповідають сучасним екологічним стандартам. Наприклад, Siemens пропонує рішення для модернізації електричних мереж і управління розподілом енергії, які успішно впроваджуються в багатьох країнах, зокрема в Індії та Бразилії. Китайські компанії, такі як Goldwind, експортують вітрові турбіни в більш ніж 30 країн світу, демонструючи глобальне розширення і розвиток технологій. У 2022 році загальні інвестиції Китаю в експортні проекти з відновлюваних джерел енергії перевищили 12 млрд. дол. США.

Кооперація також стимулюється регуляторними рамками, які встановлюють Міжнародне енергетичне агентство (IEA) та Міжнародна агенція з відновлюваних джерел енергії (IRENA). Ці організації допомагають розробляти стандарти та рекомендації для впровадження низьковуглецевих технологій. Наприклад, IRENA активно підтримує ініціативи зі зменшення вартості виробництва водню, що може стати основним джерелом енергії в майбутньому. У 2021 році їхня стратегія «World Energy Transitions Outlook» пропонувала шляхи для досягнення глобальної вуглецевої нейтральності до 2050 року, підкреслюючи важливість розвитку нових технологій та міжнародної співпраці для їх впровадження.

Таким чином, міжнародні коопераційні проекти забезпечують основу для обміну знаннями та капіталом, стимулюють впровадження нових технологій і допомагають долати бар'єри, які можуть виникати через регіональні відмінності та фінансові обмеження. Це, у свою чергу, сприяє створенню глобальної мережі,

яка працює на розвиток чистої енергетики та забезпечення стабільного майбутнього для всієї планети.

Попри значний потенціал, розвиток сектору «зелених» технологій стикається з серйозними викликами. Зокрема, впровадження нових технологій часто потребує значних інвестицій, що може обмежувати доступ до них у менш розвинених країнах, де фінансові ресурси та інфраструктура не завжди доступні. Втім, ринок поступово адаптується до цих викликів. Зокрема, розвиток міжнародних фінансових інструментів, таких як «зелені облігації», дозволяє залучати капітал для екологічних проєктів, стимулюючи перехід на чисту енергію. У 2022 році обсяги випуску «зелених облігацій» перевищили 500 млрд. дол. США, що демонструє глобальний інтерес до фінансування сталих ініціатив.

Також важливу роль у подоланні бар'єрів відіграють міжнародні торгові угоди, які сприяють обміну передовими технологіями, а також кооперація у сфері досліджень і розробок. Це дозволяє створювати спільні рішення, які можуть впроваджуватися навіть у країнах із менш розвиненою інфраструктурою.

Наприклад, програма «Місія Інновацій» об'єднує понад 20 країн, включно з великими економіками, такими як США, Індія та ЄС, задля прискорення розвитку та впровадження чистих технологій. Завдяки міжнародній кооперації вдалося залучити додаткові інвестиції у дослідження нових джерел енергії, що стимулює розробку ефективніших технологій з низьким вуглецевим слідом.

Таким чином, хоча проблеми фінансування й залишаються актуальними, розширення доступу до міжнародних фінансових ресурсів і поглиблення співпраці на глобальному рівні дозволяють поступово долати ці бар'єри, сприяючи сталому розвитку світової енергетики.

Енергетична безпека стає ключовим аспектом розвитку інжинірингових рішень у сфері раціонального використання енергоресурсів. Зростання попиту на відновлювані джерела, особливо вітрові та сонячні установки, диктує необхідність стабільної та надійної енергетичної мережі. Це вимагає розробки інтелектуальних систем управління, здатних швидко адаптуватися до коливань

у виробництві та споживанні енергії, забезпечуючи безперервність постачання. Такі системи дозволяють краще інтегрувати відновлювані джерела, компенсуючи їхню мінливість і покращуючи загальну стійкість енергетичної інфраструктури.

Використання інтелектуальних мереж, або смарт-гридів, є перспективним напрямком у цьому контексті. Вони здатні не лише оптимізувати розподіл енергії, а й ефективно реагувати на аварійні ситуації, знижуючи ризик перебоїв у постачанні. Наприклад, у Європі проєкт “Horizon 2020” активно підтримує розвиток смарт-гридів, що сприяє інтеграції відновлюваних джерел в енергетичні системи та підвищує надійність мереж. За даними Міжнародного енергетичного агентства (IEA), інвестиції у смарт-мережі зросли на 7% у 2022 році, досягнувши 303 млрд. дол. США, що підкреслює важливість цього напрямку в майбутньому.

Таким чином, забезпечення стабільності енергетичних мереж за допомогою новітніх технологій стає необхідністю для розширення використання відновлюваних джерел. Інновації у сфері управління енергією, що дозволяють компенсувати нестабільність відновлюваних джерел і запобігати збоям у постачанні, відкривають нові можливості для розвитку «зелених» технологій і зміцнення енергетичної безпеки на глобальному рівні.

Майбутнє розвитку міжнародного інжинірингу в сфері раціонального використання енергоресурсів багато в чому визначатиметься швидкістю інновацій та розвитком електрифікації транспорту. Інтеграція електромобілів у загальну енергетичну інфраструктуру вимагає сучасних систем швидкої зарядки та ефективніших акумуляторів.

Компанії, такі як Tesla, Siemens, General Electric, активно інвестують у розробку цих технологій, прагнучи створити екологічно безпечні рішення з більшим запасом енергії.

У Європі стратегія «Зелений курс» ставить за мету значне скорочення викидів до 2050 року, що стимулює розвиток енергетичних інновацій. Наприклад, у рамках ініціативи передбачено створення масштабних мереж

зарядних станцій по всьому континенту та підтримку досліджень у галузі нових поколінь акумуляторів, здатних забезпечити більш тривалий пробіг і швидке заряджання. Підтримка з боку урядів ЄС сприяє реалізації амбітних проєктів зі зменшення вуглецевого сліду в секторі транспорту, роблячи ставку на розвиток електромобільності та інфраструктури, яка забезпечить безперебійний перехід до нових технологій.

Інтеграція електромобілів у загальну енергосистему дозволить не лише зменшити залежність від викопних видів палива, але й забезпечити стабільність у періоди пікових навантажень завдяки можливості зворотного заряджання, де автомобілі зможуть передавати енергію назад до мережі. Це створює можливості для додаткового розвитку «розумних» мереж, що забезпечать оптимальне управління енергоспоживанням і підвищення загальної ефективності енергетичних систем у глобальному масштабі.

Таким чином, перспективи розвитку електромобільності йдуть паралельно з інжиніринговими інноваціями в інших секторах, що сприятиме формуванню комплексної, стійкої та екологічно безпечної енергетичної інфраструктури.

Участь України на ринку аутсорсингу інжинірингових послуг має значний потенціал завдяки наявності кваліфікованих фахівців, конкурентних тарифів та зростаючих зв'язків з міжнародними ринками. Українські компанії можуть пропонувати інноваційні рішення в енергетиці, будівництві та ІТ-сфері, зокрема в розробці програмного забезпечення для енергетичних систем, проектуванні інфраструктури та автоматизації.

Розвиток спільних підприємств також виглядає перспективним, оскільки дозволяє інтегрувати іноземні технології та інвестиції. Завдяки співпраці з міжнародними партнерами, українські інжинірингові компанії можуть отримати доступ до нових ринків, забезпечуючи вищу якість послуг та розширюючи свої можливості для інновацій.

Крім того, географічне положення України надає стратегічні переваги для європейських компаній, які шукають надійних партнерів у сфері інжинірингу та технологій. Створення сприятливих умов для інвестицій та підтримка державою

таких ініціатив може сприяти залученню міжнародних гравців до співпраці, підвищуючи конкурентоспроможність України на світовому ринку інжинірингових послуг.

Україна має значний потенціал для розвитку ринку аутсорсингу інжинірингових послуг завдяки комбінації низької вартості послуг, високої кваліфікації спеціалістів та зростаючого попиту на інноваційні рішення на міжнародному рівні. Цей ринок відкриває перспективи в кількох ключових напрямках (рис. 14).

Українські компанії, такі як *SoftServe Engineering Solutions* або *N-iX Engineering Services*, вже успішно працюють з клієнтами з ЄС, США та Близького Сходу, надаючи послуги з проектування, автоматизації процесів та впровадження «smart» технологій. Їхня конкурентна перевага — це нижча вартість розробки в порівнянні з ЄС чи Північною Америкою, водночас з високою якістю та гнучкістю в обслуговуванні клієнтів.

Ринок відновлюваної енергетики є одним із ключових драйверів аутсорсингових інжинірингових послуг. Наприклад, українські компанії активно співпрацюють з європейськими партнерами у проєктах із розробки сонячних і вітрових станцій. *KNESS* — приклад компанії, яка не лише будує об'єкти в Україні, але й пропонує інжинірингові послуги іноземним клієнтам, включаючи проектування та інтеграцію відновлюваних джерел енергії в енергосистеми.

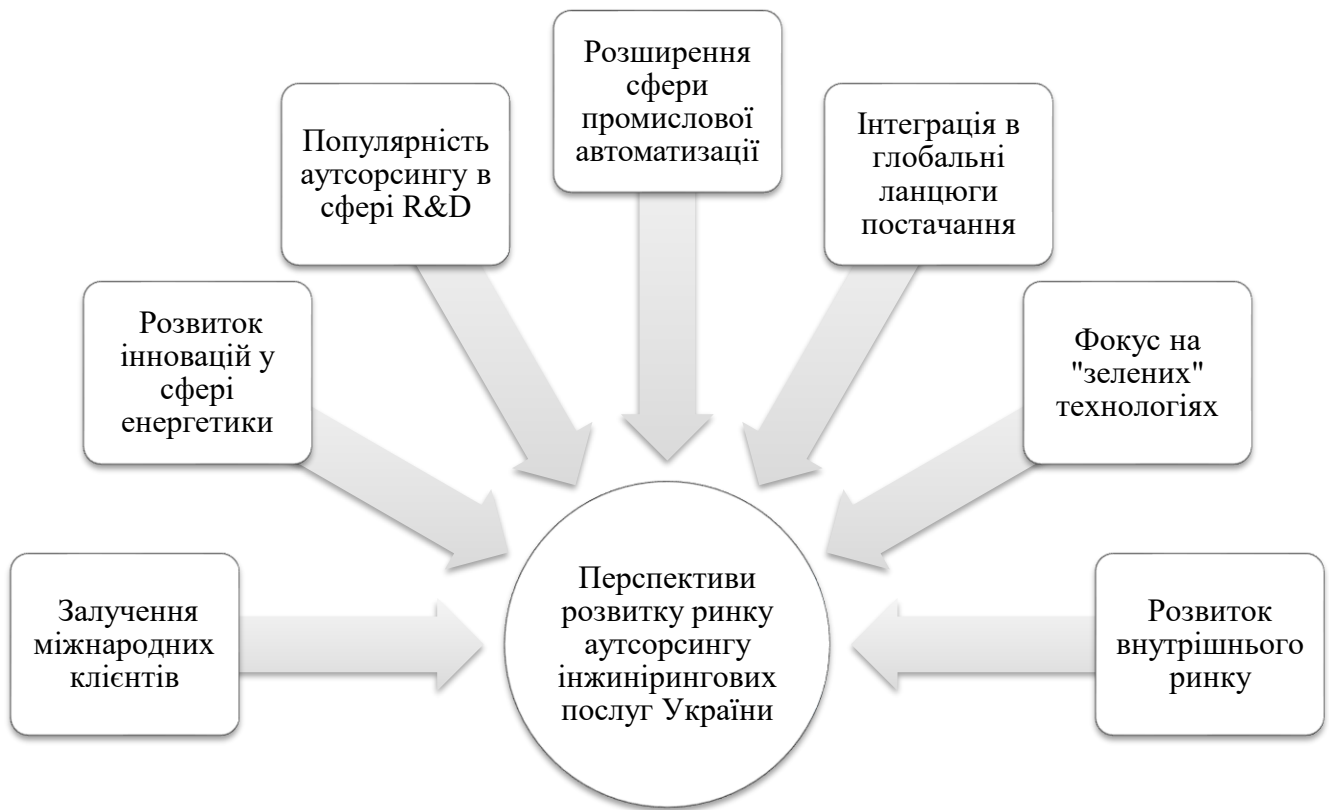


Рисунок 14 – Перспективи розвитку ринку аутсорсингу інжинірингових послуг України

Джерело: власна розробка автора

Україна стає привабливим центром для іноземних корпорацій, які шукають партнерів для проведення інженерних досліджень і розробок (R&D). Наприклад, *GlobalLogic* працює над розробкою цифрових рішень для промислових та інфраструктурних проектів. Це дозволяє українським інжиніринговим компаніям залучати довгострокові контракти з міжнародними замовниками, сприяючи трансферу технологій і підвищенню кваліфікації місцевих спеціалістів.

Зростає попит на автоматизацію виробничих процесів, особливо у країнах, що розвиваються. Українські компанії, такі як *Intecracy Engineering*, пропонують інноваційні рішення для оптимізації виробничих ліній, автоматизації енергозбереження та управління ресурсами. Їхні послуги користуються попитом серед міжнародних виробників завдяки здатності інтегрувати передові

технології в наявні інфраструктури.

Завдяки своєму географічному розташуванню та участі у програмі *Horizon Europe*, Україна має змогу інтегрувати свої інжинірингові компанії у глобальні ланцюги постачання. Це стосується як промислових об'єктів, так і інфраструктурних проєктів. Наприклад, українська компанія *ELEKS* бере участь у реалізації проєктів із впровадження цифрових інженерних рішень для міжнародних корпорацій.

Міжнародна тенденція до декарбонізації відкриває нові можливості для українських компаній, що спеціалізуються на проєктах зі зменшення вуглецевого сліду. Наприклад, компанія *Avenston* співпрацює з європейськими партнерами у сфері будівництва енергоефективних будівель і розробки систем збереження енергії.

Окрім зовнішнього ринку, в Україні існує попит на аутсорсингові інжинірингові послуги, особливо серед промислових підприємств та компаній у сфері енергетики. Наприклад, підприємства, що займаються видобутком природних ресурсів, активно звертаються до інжинірингових компаній для модернізації обладнання та оптимізації виробничих процесів.

Ринок аутсорсингу інжинірингових послуг України має великі перспективи завдяки конкурентним перевагам у вартості послуг, кваліфікації спеціалістів та можливості інтеграції в глобальні тренди, такі як декарбонізація, автоматизація та цифровізація. Реалізація цього потенціалу залежить від розвитку інфраструктури, державної підтримки та співпраці з міжнародними партнерами, які вже активно залучають українські компанії до своїх проєктів.

Після успішної стабілізації на внутрішньому ринку, ТОВ «ASTRA PROJECT» може почати вивчати можливості виходу на міжнародні ринки, укладаючи партнерства з іноземними компаніями. Подальші інвестиції в навчання допоможуть підтримувати високий рівень експертності, особливо у впровадженні новітніх технологій.

Подальше впровадження автоматизованих систем контролю за енергоспоживанням та моніторингом, що допоможе клієнтам підвищити

ефективність використання енергетичних ресурсів.

ТОВ «ASTRA PROJECT» демонструє стійкий розвиток завдяки своїй інноваційній діяльності, здатності адаптуватися до потреб клієнтів та високій якості обслуговування. Вона займає сильну позицію на українському ринку і має всі можливості для подальшого зростання як всередині країни, так і на міжнародному рівні.

Отже, перспективи розвитку міжнародного інжинірингу в сфері раціонального використання енергоресурсів є надзвичайно великими і охоплюють широкий спектр можливостей для інновацій та модернізації. Незважаючи на виклики, пов'язані з фінансовими та технічними обмеженнями, глобальні зусилля зі створення сталої енергетичної інфраструктури свідчать про високий потенціал цього напрямку в найближчі десятиліття.

Отже, перспективи розвитку міжнародного інжинірингу в сфері раціонального використання енергоресурсів зосереджені на впровадженні інноваційних технологій, спрямованих на оптимізацію енергоспоживання, розвитку систем зберігання енергії та інтелектуальних мереж, які дозволяють забезпечити стабільність і надійність енергетичних систем. Активна міжнародна кооперація в дослідженнях і розробках сприяє впровадженню нових рішень, а фінансові інструменти, такі як «зелені облігації», стимулюють реалізацію «зелених» проєктів. Особливе значення має підвищення енергетичної безпеки, інтеграція електрифікації транспорту і виконання екологічних стратегій, зокрема Європейського «Зеленого курсу», що створює сприятливі умови для інноваційних рішень. Участь України в аутсорсингу інжинірингових послуг дозволяє їй інтегруватися в глобальні тенденції, використовуючи свій науково-технічний потенціал для розвитку міжнародних енергетичних проєктів.

Перспективи розвитку міжнародного інжинірингу в сфері раціонального використання енергоресурсів є надзвичайно великими і охоплюють широкий спектр можливостей для інновацій та модернізації. Незважаючи на виклики, пов'язані з фінансовими та технічними обмеженнями, глобальні зусилля зі

створення сталої енергетичної інфраструктури свідчать про високий потенціал цього напрямку в найближчі десятиліття.

Перспективи розвитку міжнародного інжинірингу в сфері раціонального використання енергоресурсів тісно пов'язані зі змінами у світовій енергетиці. Впровадження інноваційних технологій, таких як системи зберігання енергії, інтелектуальні мережі та електрифікація транспорту, створюють можливості для підвищення енергоефективності та скорочення викидів. Міжнародні коопераційні проєкти та розвиток «зелених» фінансових інструментів сприяють розширенню доступу до ринків та впровадженню нових технологій. Україна, зі своїм потенціалом в аутсорсингу інжинірингових послуг і спільних підприємствах, має всі можливості для інтеграції у глобальні енергетичні тенденції.