

УДК 502.7

DOI:10.36919/2312-7872.1.2024.50

В. В. Новицький,

аспірант, кафедра економіки, фінансів та обліку

ПВНЗ «Європейський університет», м. Київ

email: nataliia.kotvytska@e-u.edu.ua

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-2460-1988>

АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Анотація. На сьогоднішній день неможливо уявити сучасну, розвинену країну без стабільного та дешевого джерела енергії. Енергія стала невід'ємною частиною не лише промислового сектора, а і побутового розвитку. Стабільність надання енергії споживачам забезпечує безперебійне виробництво та соціальне функціонування суспільства в цілому. Вартість товарів та послуг напряму залежить від вартості затраченої енергії. Тому чим більше доступної енергії та чим менша ціна за неї — тим дешевші товари та послуги.

Наразі основними джерелами енергії є вугілля, природний газ та нафтопродукти, які є невідновлювальними. Це означає, що їх запаси є обмеженими і їх використання може відбуватися лише протягом обмеженого проміжку часу. Також слід зазначити, що основним джерелом забруднення навколишнього середовища є саме використання вищеперерахованих енергетичних носіїв.

Рішенням озвучених двох проблем виступають відновлювальні джерела енергії, а саме сонячна енергія, вітрова енергія, водна енергія, геотермальна енергія. Відновлювальні джерела енергії є екологічно чистими і розповсюдженими по всьому світу. Використання таких джерел енергії в якості основних дасть змогу зменшити кількість викидів шкідливих компонентів до атмосфери, зменшить кількість емісій парникових газів, сприяє покращенню природних зон, в яких відбувався видобуток через поступове зменшення кількості гідрофракцій та підземних нафтових аварій.

Перехід на використання екологічно чистих та відновлювальних ресурсів це питання не тільки часу, а і виживання країн в майбутньому. Наразі велика кількість розвинених країн світу переходить на вже перевірені часом відновлювальні джерела енергії, а також ведуть активну розробку нових власних рішень у цій галузі. Проте країнам, що є світовими експортерами енергетичних ресурсів, не є вигідним перехід на відновлювальні джерела енергії, оскільки це може призвести до зниження попиту на їхні традиційні продукти та втрати прибутків, пов'язаних із видобутком та експортом енергетичних ресурсів.

В статті детально проаналізовано досвід провідних країн світу у сфері відновлювальної енергетики, акцентується увага на результатах, яких досягли ці країни та які саме технології вони використовували.

Ключові слова: Альтернативні джерела енергії, виробництво енергії, забруднення навколишнього середовища, інновації в енергетиці, енергетична безпека.

Постановка проблеми. Класичні джерела енергії, такі як природний газ, нафта та вугілля, є вичерпними. За останніми даними запасів нафти вистачить приблизно на 50 років, а природного газу вистачить приблизно на 100 років. Звісно, наведені значення можуть коливатися в залежності від багатьох факторів, таких як попит, темпи видобування, знаходження нових родовищ. Проте час їх використання все одно закінчується. І це стає викликом для усіх розвинених держав світу. Для цього вже в наш час провідні країни світу інвестують великі кошти у вже існуючі і перевірені часом рішення для їх подальшого використання, а також інвестують в розроблення власних систем для видобутку, збереження та передачі на великі відстані енергії з відновлювальних джерел [1].

Уряди країн світу отримали короткострокову вигоду від інвестування у видобувні невідновлювальні енергетичні ресурси, але вже зараз на ще доступних запасах необхідно поступово зміщувати фокус на використання відновлювальних джерел енергії. Необхідність цього полягає зовсім не в зменшенні негативного впливу на зовнішнє середовище, хоча це також досить важливий аспект, а у енергетичній безпеці країн. У випадку закінчення видобувних ресурсів та відсутності достатньої кількості систем для видобутку відновлювальної

енергії настане енергетична криза у всьому світі, яка може призвести до локальних та глобальних конфліктів в боротьбі за енергетичні ресурси [1].

Питання переходу на відновлювальні джерела енергії передбачає собою наявність перевіреного стеку технологій, якого наразі немає. Практичним завданням для кожної розвинутої країни світу є створення власних або використання наявних системи для видобутку екологічно чистої та відновлювальної енергії задля економічної, фінансової та соціальної стабільності, а також впливової позиції на світовій арені.

Відсутність достатньої кількості перевірених технологій обумовлена низкою факторів, а саме малою густиною енергетичного потоку, значною нерівномірністю виробленої енергії в часі та достатньо висока вартість виробленої енергії [2].

На вибір джерела енергії впливає низка факторів, а саме:

1. Щільність енергії — кількість корисної енергії, що зберігається в певному об'ємі. Є досить важливим фактором при транспортуванні енергії;
2. Умови зберігання — відображає фізичні умови зберігання енергії (температура, тиск, волога);
3. Розподіл — легкість транспортування одиниці енергії на відстань;
4. Диспетчеризація — можливість мати вплив на кількість генерації;
5. Масштабованість — доступність джерела енергії;
6. Вплив на навколишнє середовище — негативний вплив на навколишнє середовище при виробництві, експлуатації та утилізації системи;
7. Витрати на виробництво — вартість виробництва системи, операційні витрати;
8. Повернення інвестицій — співвідношення між отриманою та витраченою енергією [2].

Україна при переході на відновлювальні джерела енергії має враховувати попередній досвід провідних країн світу задля прийняття ефективних рішень у сфері енергетичної безпеки. Слід проводити регулярний аналіз актуальних досліджень провідних компаній світу, а також постійні та вагомні інвестиції в розробку власних рішень в даній галузі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження в галузі відновлювальної енергетики в даний час ведуться багатьма вітчизняними та закордонними науковими організаціями. Причиною цього є чітка поляризація енергетичного комплексу у світі: такі країни як США, Україна та ще понад 30 країн світу володіють більшою частиною викопних запасів.

В результаті виникли усі необхідні передумови для створення міжнародної організації — IRENA. Головним завданням цієї організації є просування переходу на альтернативні джерела енергії у світі. Організація надає практичні поради та підтримку усім країнам світу, а також допомагає їм вдосконалювати власну нормативно-правову базу для нарощування потенціалу. Також організація координує роботу вже існуючих організацій з відновлювальної енергетики [3].

Країнами з найбільш розвиненими системами по використанню відновлювальних джерел енергії є: США, Німеччина, Китай, Франція, Південна Корея, Італія та Ісландія. Найбільш енергоефективними установками є вітроелектростанції, сонячні, приливні та геотермальні електростанції.

Тематику перспектив альтернативної енергетики розглядали такі вчені: Пазюк В.М., Токарчук О.А., Токарчук Д.М., Калда Г.С., Соколан Ю.С., Рибалка К.А., Боричко К. [4], Присяжнюк Ю.Ю. [5], Олейко В.М., Стрельбицька Н.Є. [6], Біла С.О., Овчаренко К.Ю. [7], Боровик Ю.Т., Елагин Ю.В. [8].

Постановка завдання. Дослідження досвіду застосування відновлювальних енергетичних джерел провідними країнами світу задля виявлення значущих для України технічних, економічних та організаційних аспектів при переході на «зелену енергетику» з урахуванням політичних та економічних аспектів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Глобальна зміна клімату та наступаюча енергетична криза вже в наш час викликає занепокоєння в політичних та наукових колах. Масштаби необхідних змін є величезними, фундаментальними і безпосередньо пов'язаними з енергією, що виробляється і споживається на національному та міжнародному рівнях. Проведення таких фундаментальних змін потребує досить великого проміжку часу і чіткого розуміння кінцевого результату. З існуючими запасами природних копалин час для переходу на відновлювальні джерела енергії є, але кінцевої точки немає. І це становить справжню проблему для кожної розвинутої країни, оскільки використання системи «зеленої енергії» мають певні

обмеження в залежності від їх типу та місцевості встановлення. Кожній країні в залежності від свого положення слід обрати та розвивати лише певні види систем «зеленої енергії». Оскільки інші будуть або малоефективними або непрацездатними взагалі, як наприклад, використання вітрових турбін в гірських масивах, де висока турбулентність.

Кожного року міжурядова група експертів зі зміни клімату (IPCC) піднімає питання стримування викидів від викопного палива та інших джерел за допомогою наявних науково-технічних можливостей та готує комплексні звіти про оцінку стану науково-технічних і соціально-економічних знань про зміну клімату, її наслідки та майбутні ризики, а також варіанти зниження темпів зміни клімату. Згідно опублікованих звітів загроза зміни клімату є реальною загрозою, що прискорюється з кожним роком. Головним чинником зміни клімату за результатами їх дослідження є антропогенний фактор, а саме викиди парникових газів. Не останню роль відводять також викидам вуглецю, метану та іншим газам, що прискорюють глобальне потепління. Фахівці організації стверджують, що необхідно негайно приймати заходів із зменшення викидів парникових газів для уникнення небезпечного рівня глобального потепління [9].

Питання енергетичної незалежності та стабільності підіймаються не тільки на міжнародному рівні, а і на місцевому. В останні роки набирає популярність поняття «Розподілена Енергія» (*Community Power*) та «Позамережева енергетика» (*Off-Grid Systems*) [10].

Оскільки електроенергія дорога, то інноваційні гібридні системи стали виходом із ситуації, бо вони дозволяють повністю відмовитися від послуг ЖКГ як приватним особам, так й підприємствам. Вони повністю забезпечують будови та виробничі потужності всіма ресурсами, необхідними для щоденного повноцінного функціонування. Як альтернативні джерела можуть бути взяті: сонячна енергія, енергія вітру, морські хвилі, відливи й припливи, річки тощо. Для побудови гібридної системи використовують кілька різнопланових установок, які працюють задля забезпечення електроенергією одного об'єкта. У зв'язку з цим використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) як економічно ефективних і надійних джерел енергії, а також застосування гібридних систем енергопостачання (ГСЕ), що поєднують у собі ВДЕ та викопні джерела енергії, стає актуальним і важливим завданням світової енергетичної політики [10].

Поняття розподіленої енергії стосується невеликих міст та громад, всередині яких розподіляється енергія між домогосподарствами в залежності від попиту та поточного виробництва енергії. В основному вироблена енергія повертається назад в мережу і розподіляється на місцевому рівні.

Автономні системи забезпечують незалежно регульоване електропостачання, яке має щонайменше таку ж надійність та якість, як і в електромережі загального користування. Термін «Позамережева енергетика» означає відсутність зв'язку з електромережою, в основному використовується для позначення відсутності зв'язку з електромережі, в основному використовується в контексті відсутності зв'язку з основною або національною мережею передачі електроенергії. Позамережева електрифікація — це підхід до доступу до електроенергії, який використовується в країнах і районах з обмеженим доступом до електроенергії через розкидане або віддалене населення. Це може бути будь-який вид виробництва електроенергії. Електроенергія може вироблятися на місці за допомогою відновлюваних джерел енергії таких як сонячна, вітрова або геотермальна енергія; за допомогою генератора і достатніх запасів палива [10].

Наразі проводяться активні дослідження в області гібридних сонячно-водневих систем у житлових приміщеннях в університеті ім. Дюка, що знаходиться в Північній Кароліні, США (Duke University). Принцип роботи даної системи полягає у високоефективному поглинанню сонячної енергії сумішей біометанолу та води у спеціальних ємностях і завдяки двом каталітичних реакцій у цих ємностях утворюється водень, що у результаті нагріває труби колектора до 200 градусів [11].

Розглянемо топ-10 країн світу, що використовують відновлювальні джерела для виробництва енергії:

1. Ісландія — виробництво енергії з відновлювальних джерел складає 86,87% [12]. Майже вся електроенергія в Ісландії виробляється з використанням відновлюваних джерел енергії, при цьому 73% електроенергії виробляється гідроелектростанціями та 26,8% геотермальною енергією, що становить понад 99% загального споживання електроенергії в Ісландії. Ісландці є піонерами у використанні геотермальної енергії для опалення приміщень, причому 90% ісландських домогосподарств опалюються геотермальною водою. Чиста і доступна гаряча вода подається

безпосередньо зі свердловин в будинки по трубопроводах. Решта будівель опалюються електроенергією з відновлюваних джерел [13]. Найбільшою енергетичною компанією Ісландії є Landsvirkjun, національна енергетична компанія Ісландії, яка управляє 15 гідроелектростанціями, трьома геотермальними електростанціями та двома вітряними турбінами [12].

2. Норвегія — виробництво енергії з відновлювальних джерел 71,56% [12]. Норвегія є сьомою за величиною гідроенергетичною державою у світі — і найбільшою в Європі. Сьогодні 96 % виробництва гідроенергії в Норвегії зосереджено на 1500 електростанціях, розташованих по всій країні з півночі на південь, вони покривають приблизно 60 % енергетичних потреб країни. Такі компанії, як Malthe Winje, Infrapower і Tinfos, використовували норвезькі ноу-хау гідроенергетики для проектування електростанцій з низьким рівнем впливу на навколишнє середовище. Ці станції не потребують будівництва гребель, забезпечуючи сільські громади недорогою чистою енергією. Незважаючи на те, що гідроенергетика є домінуючою, норвезькі компанії є піонерами технологій в інших сферах, включаючи сонячну енергетику, плавучі офшорні вітрові електростанції та зберігання енергії. Плавучі офшорні вітрові електростанції за рахунок свої плавучих фундаментів дозволяють отримати доступ до глибоких вод, де за оцінками, знаходиться 80% ресурсного потенціалу океану. Equinor є провідним світовим розробником плавучих офшорних вітрових електростанцій — у жовтні 2017 року компанія відкрила першу в світі плавучу офшорну вітрову електростанцію Hywind Scotland, яка зараз забезпечує електроенергією близько 36 000 британських домогосподарств. Плавучі сонячні ферми — вирішують проблеми обмеженого місця для будівництва на суші, так норвезька компанія Ocean Sun, що спеціалізується на плавучій сонячній енергії, розробила запатентоване рішення, що складається з кремнієвих сонячних модулів, встановлених на великих плавучих конструкціях, а компанія Glint Solar допомагає визначати найкращі місця для побудови, пришвартовування та закріплення даних конструкцій [14].

3. Швеція — виробництво енергії з відновлювальних джерел 50,92% [12]. Швеція має багаті запаси рухомої води та біомаси, що сприяє високій частці відновлюваної енергії в країні. Гідроенергетика та біоенергетика є основними відновлюваними джерелами у Швеції — гідроенергетика переважно для виробництва електроенергії та біоенергетика для опалення. Близько 70 % виробництва електроенергії припадає на гідроелектростанції (41%) та атомну енергетику (29%) — Швеція має три атомні електростанції з шістьма діючими ядерними реакторами. У 2022 році близько 19% електроенергії надходило з енергії вітру, а на ТЕЦ, які в основному працюють на біопаливі, припадає близько 9% виробництва електроенергії [15].

4. Бразилія — виробництво енергії з відновлювальних джерел складає 46,22% [12]. Бразилія є світовим лідером у виробництві біопалива та гідроенергетичних технологій. Бразилія вже досягла загальної встановленої потужності понад 180 тисяч МВт у відновлюваних джерелах і продовжує розширювати свій ринок відновлюваної енергетики. У 2022 році гідроелектростанції виробили близько 48 тисяч МВт, тоді як сонячні та вітрові джерела разом виробили близько 10 000 МВт, з 3 900 сонячних електростанцій та 726 вітрових електростанцій. Минулого року країна також змогла підключити 6,5 ГВт негідровідновлюваних джерел [16].

5. Нова Зеландія — виробництво енергії з відновлювальних джерел складає 40,22% [12]. Велика частина загального первинного енергопостачання Нової Зеландії (TPES) надходить з відновлюваних джерел. Для виробництва електроенергії в Новій Зеландії використовується гідро-, геотермальна, вітрова та біоенергетика. Наразі потужність гідроелектростанцій становить 5000 МВт. Геотермальна генерація становить близько 15% виробництва електроенергії в Новій Зеландії. більша частина встановленої потужності розташована у вулканічній зоні Таупо. Вітрова генерація швидко зросла як джерело електроенергії в Новій Зеландії, зараз вона становить близько 5% виробництва електроенергії країни. Більшість вітряних електростанцій Нової Зеландії розташовані на Північному острові, сюди входять 2 найбільші ферми країни: Tararua Wind Farm і West Wind Makara, які розташовані в нижній частині Північного острова [17].

6. Данія — виробництво енергії з відновлювальних джерел складає 39,25% [12]. Електроенергія, отримана з відновлюваних джерел енергії, досягла 67% постачання електроенергії країни (енергія вітру становить 46,8%, а біомаса — 11,2%) [18]. Понад дві третини відновлюваної енергії Данії надходить з біоенергетики, гній, тваринні жири та солома використовуються як основа для біогазу та рідкого біопалива [19].

7. Австрія — виробництво енергії з відновлювальних джерел складає 37,48% [12]. Гідроенергетика широко використовується в Австрії і задовольняє до 56% її потреб в електроенергії. Наразі працюють 3100 малих ГЕС та понад 700 річкових електростанцій, які виробляють до 55–67% електроенергії для Відня та всіх інших частин країни. Також Австрія використовує біоенергетику, і на неї припадає до 59% виробництва відновлюваної енергії. Крім того, більша частина біоенергії, що споживається в Австрії, виробляється з твердого біопалива, такого як побічні продукти лісопиляння, кора, тріска та паливна деревина. Станом на 2017 рік понад 1,75 млн домогосподарств в Австрії забезпечували електроенергією 1269 вітрових турбін та установок. Наразі на вітроенергетику припадає 13% енергетичного сектору Австрії. Використання сонячної енергії не залишається осторонь розвитку відновлюваної енергетики в країні, вона забезпечує близько 6,3% відновлюваної енергії [20].

8. Швейцарія — виробництво енергії з відновлювальних джерел складає 36,72% [12]. У Швейцарії для виробництва електроенергії переважно використовуються відновлювані джерела енергії [21]. В середині країни електроенергія в основному виробляється за допомогою гідроенергетики (62%), атомної енергетики (29%), а також відновлюваних джерел енергії та звичайних теплових електростанцій (9%). У Швейцарії налічується 682 гідроелектростанції. Вони виробляють близько двох третин від загального обсягу електроенергії в країні. Зі своїми 220 греблями Швейцарія має найвищу щільність гребель у світі, включаючи 285-метрову греблю Grande Dixence, яка виробляє енергію для 500 000 домогосподарств щороку [22]. Швейцарський проект AlpinSolar прикріпив до найдовшої дамби Швейцарії змісту стіну сонячних панелей: майже 5 000 сонячних панелей дамби щороку виробляють 3,3 мільйона кіловат-годин енергії, щоб забезпечити близько 700 будинків. AlpinSolar є частиною більш масштабного бачення компанії Ахро, яка має на меті до 4 року встановити 200 сонячних проектів в горах і низинних регіонах Швейцарії [23].

9. Фінляндія — виробництво енергії з відновлювальних джерел складає 34,61% [12]. У Фінляндії відновлювані джерела енергії становлять 50,76% кінцевого споживання енергії. Найважливішими формами відновлюваної енергії, що використовуються у Фінляндії, є біоенергетика: паливо з бічних струмків лісової промисловості та інше деревне паливо, гідроенергетика, енергія вітру, а також повітряні та ґрунтові теплові насоси. Біоенергетика також виробляється з біорозкладних відходів і побічних потоків сільського господарства та промислового виробництва, а також з муніципальних відходів. Сонячна електроенергія відіграє все більшу роль, особливо там, де виробництво енергії на місці замінює енергію, куплену з мережі. Сонячне опалення використовується як доповнення до основної системи опалення [24].

10. Колумбія — виробництво енергії з відновлювальних джерел складає 33,02% [12]. Колумбія має багаті запаси енергоресурсів, і країна значною мірою залежить від встановленої гідроенергетики (65% річного споживання), яка забезпечує економічно ефективне виробництво електроенергії. Однак Колумбія має значний потенціал для використання нетрадиційних джерел енергії, зокрема, сонячної, вітрової та біомаси [25]. Станом на 2022 рік відновлювальні джерела становили близько 75% виробництва електроенергії в Колумбії, найбільшу частку становила гідроенергія (73,37%), біоенергетика складала 1,47%, сонячна енергія — 0,58%, вітрова — 0,08% [26].

На основі вищезазначених результатів дослідження можливо зазначити, що для ефективного та стабільного розвитку використання відновлювальних джерел енергії в Україні необхідно виконати наступні кроки:

1. Збільшити роль регіональної влади у питаннях впровадження систем споживання відновлювальних джерел енергії, які є найбільш ефективними для певної місцевості;
2. Зменшити негативні фінансові бар'єри, такі як високі кредитні ставки та великий відсоток відмов у наданні кредитних послуг;
3. Забезпечити достатнє та своєчасне фінансування науково-технологічних проектів у сфері відновлювальної енергетики;
4. Дозволити продаж виробленої енергії від відновлювальних джерел в мережу;
5. Інтегрувати плавний перехід до повного використання відновлювальних джерел у довгострокову національну стратегію.

Висновок. Альтернативна енергетика динамічно розвивається у всьому світі. Причиною цього слугують зниження викидів, що призводить до покращення навколишнього середовища,

диверсифікація енергетичного сектора, що в свою чергу підвищує енергетичну безпеку країни та створення низки нових робочих місць для виробництва, впровадження та обслуговування систем по видобутку енергії з відновлювальних джерел. Деякі країни вже майже повністю перейшли на використання енергії з відновлювальних джерел, а деякі лише почали цей процес. На процес переходу впливають не лише значні фінансові витрати та технічні виклики, а і низка інших факторів, наприклад, соціальний аспект — зменшення ролі традиційної енергетики спричинить втрату робочих місць, проблеми з державним регулюванням — нестабільність буде відлякувати інвесторів та затримувати розвиток. Проте перехід на відновлювальні джерела є неминучим і до цього повинно бути готова кожна країна. В статті були представлені та проаналізовані провідні країни світу в області відновлювальної енергетики, а також наведений список практичних рекомендацій по використанню відновлювальних джерел енергії. При подальшому впровадженню відновлювальної енергетики Україні слід ретельно вивчити досвід зазначених країн та застосувати його на практиці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Lorenz A. When will we run out of fossil fuels? | FairPlanet. *FairPlanet*. URL: <https://www.fairplanet.org/story/when-will-we-run-out-of-fossil-fuels/#:~:text=According%20to%20recent%20estimates,%20we,if%20changes%20in%20demand%20occur> (date of access: 05.12.2023).
2. The future of energy in New Zealand. *EECA*. URL: <https://www.eeca.govt.nz/insights/energy-role-in-climate-change/the-future-of-energy-in-new-zealand/#:~:text=Where%20our%20energy%20comes%20from,fossil%20fuels%20in%20the%20future> (date of access: 05.12.2023).
3. Paziuk V., Tokarchuk O., Tokarchuk D. Current state of energy efficiency in the world and in Ukraine. *Engineering, energy, transport aic..* No. 1(112), 2021. P. 88–99. URL: <https://doi.org/10.37128/2520-6168-2021-1-11> (date of access: 05.12.2023).
4. Калда Г., Соколан Ю., Рибалка К., Боричко К. Перспективи розвитку альтернативної енергетики в Україні. *Український журнал будівництва та архітектури*. № 2 (014), 2023. 48–54 с. URL: <http://uajcea.pgasa.dp.ua/article/view/278561/273228> (дата звернення: 14.02.2023).
5. Prysiazniuk Y. Administrative methods and coordination periods of Ukraine with the European Union in the field of alternative energy. *Analytical and comparative jurisprudence*. No. 2, 2023. P. 460–465. URL: <https://doi.org/10.24144/2788-6018.2023.02.80> (date of access: 05.12.2023).
6. Олейко В., Стрельбіцька Н. Енергетичний потенціал НВДЕ областей України. *Енергетика*. №3 (85), 2011. 35–42 с.
7. Біла С., Овчаренко К. Роль «зеленої енергетики» у забезпеченні міжнародної економічної безпеки. *Стратегія розвитку України*. №1, 2019. 26–34 с.
8. Боровик Ю., Єлагін Ю.() / Проблеми та перспективи розвитку альтернативної енергетики в Україні. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. № 65, 2019. 68–75 с. DOI: 10.18664/338.47:338.45.v0vi65i.160634
9. IPCC — Intergovernmental Panel on Climate Change. *IPCC — Intergovernmental Panel on Climate Change*. URL: <https://www.ipcc.ch/> (date of access: 05.12.2023).
10. Добровольська Л., Дошанський Д. Розробка програмного комплексу для оцінки вироблення енергії. *Information technology: computer science, software engineering and cyber security*. № 1, 2023. 13–21 с. URL: <https://doi.org/10.32782/it/2023-1-3> (дата звернення: 05.12.2023).
11. Duke University. Hybrid solar system makes rooftop hydrogen. *ScienceDaily*. (2011) URL: www.sciencedaily.com/releases/2011/08/110809132232.htm
12. Top 10: Countries Using Renewable Energy. *Home of Energy News | Energy Magazine*. URL: <https://energydigital.com/top10/top-10-countries-using-renewable-energy> (date of access: 05.12.2023).
13. Renewable energy Iceland. *Visit Iceland | Official travel info for Iceland*. URL: <https://www.visiticeland.com/article/renewable-energy> (date of access: 05.12.2023).
14. Renewable energy flows through Norway. *Business Norway*. URL: <https://businessnorway.com/articles/renewable-energy-flows-through-norway> (date of access: 05.12.2023).
15. Energy use in Sweden. *sweden.se*. URL: <https://sweden.se/climate/sustainability/energy-use-in-sweden> (date of access: 05.12.2023).
16. Renewable Energy in Brazil: A Booming Market for Investment. *WWR Energy*. URL: <https://energy.worldwiderecruitment.org/en/renewable-energy-in-brazil-investments/> (date of access: 05.12.2023).

17. Electricity statistics | Ministry of Business, Innovation & Employment. *Home* | *Ministry of Business, Innovation & Employment*. URL: <https://www.mbie.govt.nz/building-and-energy/energy-and-natural-resources/energy-statistics-and-modelling/energy-statistics/electricity-statistics/> (date of access: 05.12.2023).
18. Denmark — Renewable Energy Products. *International Trade Administration* | *Trade.gov*. URL: <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/denmark-renewable-energy-products#:~:text=Overview,while%20biomass%20contributes%2011.2%20percent> (date of access: 05.12.2023).
19. Pioneers in clean energy. *Denmark.dk*. URL: <https://denmark.dk/innovation-and-design/clean-energy> (date of access: 05.12.2023).
20. Renewable Energy in Austria: What you Should Know. *Hive Power — Energy, made smart*. URL: <https://www.hivepower.tech/blog/renewable-energy-in-austria-what-you-should-know> (date of access: 05.12.2023).
21. Renewable Energy. *Schweizerische Eidgenossenschaft* | *About Switzerland* | *Economy* | *Energy* | *Renewable Energy*. URL: <https://www.eda.admin.ch/aboutswitzerland/en/home/wirtschaft/energie/die-erneuerbaren-energien.html>
22. Renewable Energy. *Schweizerische Eidgenossenschaft* | *About Switzerland* | *Economy* | *Energy* | *Energy — Facts and Figures*. URL: <https://www.eda.admin.ch/aboutswitzerland/en/home/wirtschaft/energie/energie---fakten-und-zahlen.html>
23. Solar dam powers Switzerland's green energy transition. *euronews*. URL: <https://www.euronews.com/green/2023/02/07/switzerlands-solar-dam-why-are-sun-and-snow-the-perfect-mix-for-solar-energy> (date of access: 05.12.2023).
24. Finland — Energy. *International Trade Administration* | *Trade.gov*. URL: <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/finland-energy> (date of access: 05.12.2023).
25. Renewable energy in Latin America: Colombia. *Norton Rose Fulbright* | *Germany* | *Global law firm*. URL: <https://www.nortonrosefulbright.com/en/knowledge/publications/b09be352/renewable-energy-in-latin-america-colombia#:~:text=Colombia%20has%20a%20rich%20endowment,particularly%20solar,%20wind%20and%20biomass> (date of access: 05.12.2023).
26. Colombia: power generation share by source 2022 | Statista. *Statista*. URL: <https://www.statista.com/statistics/617820/share-of-electricity-production-in-colombia-by-source/#:~:text=Electricity%20production%20breakdown%20in%20Colombia%202022,%20by%20source&text=In%202022,%20renewable%20sources%20accounted,accounting%20for%20the%20largest%20share> (date of access: 05.12.2023).

REFERENCES

1. Lorenz, A. (2023, April 30). When will we run out of fossil fuels? | FairPlanet. *FairPlanet*. <https://www.fairplanet.org/story/when-will-we-run-out-of-fossil-fuels/#:~:text=According%20to%20recent%20estimates,%20we,if%20changes%20in%20demand%20occur>
2. The future of energy in New Zealand. (2023, December 05) *EECA*. <https://www.eeca.govt.nz/insights/energys-role-in-climate-change/the-future-of-energy-in-new-zealand/#:~:text=Where%20our%20energy%20comes%20from,fossil%20fuels%20in%20the%20future>
3. Paziuk, V., Tokarchuk, O., & Tokarchuk, D. (2021). Current state of energy efficiency in the world and in Ukraine. *Engineering, Energy, Transport Aic*, (1(112)), 88–99. <https://doi.org/10.37128/2520-6168-2021-1-11>
4. Kalda H., Sokolan Y., Rybalka K., Borychko K. (2023). Perspektyvy rozvytku al'ternatyvnoyi enerhetyky v Ukraini. *Ukrayins'kyi zhurnal budivnytstva ta arkhitektury*, (2 (014)), 48–54. <http://uajcea.pgasa.dp.ua/article/view/278561/273228>
5. Prysiazhniuk Y. (2023). Administrative methods and coordination periods of Ukraine with the European Union in the field of alternative energy. *Analytical and comparative jurisprudence*, (2), 460–465. <https://doi.org/10.24144/2788-6018.2023.02.80>
6. Oleyko V., Strel'bits'ka N. (2011). Enerhetychnyy potentsial NVDE oblastey Ukrainy. *Enerhetyka*, (3 (85)), 35–42.
7. Byla S., Ovcharenko K. (2019). Rol' «zelenoyi enerhetyky» u zabezpechenni mizhnarodnoyi ekonomichnoyi bezpeky. *Stratehiya rozvytku Ukrainy*, (1), 26–34.
8. Borovyk Y., Yelahin Y. (2019). Problemy ta perspektyvy rozvytku al'ternatyvnoyi enerhetyky v Ukraini. *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti*. (65) 68–75. DOI: 10.18664/338.47:338.45.v0vi65i.160634

9. IPCC — Intergovernmental Panel on Climate Change. *IPCC — Intergovernmental Panel on Climate Change*. <https://www.ipcc.ch/>
10. Dobrovol's'ka L., Doshchans'kyi D. (2023). Rozrobka prohramnoho kompleksu dlya otsinky vyroblennya enerhiyi. *Information technology: computer science, software engineering and cyber security*. (1) 13–21. <https://doi.org/10.32782/it/2023-1-3>
11. Duke University. (2011, August 10). Hybrid solar system makes rooftop hydrogen. *Science Daily*. Retrieved December 4, 2023 from www.sciencedaily.com/releases/2011/08/110809132232.htm
12. Top 10: Countries Using Renewable Energy. (n.d.). *Home of Energy News | Energy Magazine*. <https://energydigital.com/top10/top-10-countries-using-renewable-energy>
13. Renewable energy Iceland. (n.d.). *Visit Iceland | Official travel info for Iceland*. <https://www.visiticeland.com/article/renewable-energy>
14. Renewable energy flows through Norway. (n.d.). *Business Norway*. <https://businessnorway.com/articles/renewable-energy-flows-through-norway>
15. Energy use in Sweden. (n.d.). *sweden.se*. <https://sweden.se/climate/sustainability/energy-use-in-sweden>
16. Renewable Energy in Brazil: A Booming Market for Investment. (n.d.). *WWR Energy*. <https://energy.worldwiderecruitment.org/en/renewable-energy-in-brazil-investments/>
17. Electricity statistics | Ministry of Business, Innovation & Employment. (n.d.). *Home | Ministry of Business, Innovation & Employment*. <https://www.mbie.govt.nz/building-and-energy/energy-and-natural-resources/energy-statistics-and-modelling/energy-statistics/electricity-statistics/>
18. Denmark — Renewable Energy Products. (n.d.). *International Trade Administration | Trade.gov*. <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/denmark-renewable-energy-products#:~:text=Overview,while%20biomass%20contributes%2011.2%20percent>
19. Pioneers in clean energy. (n.d.). *Denmark.dk*. <https://denmark.dk/innovation-and-design/clean-energy>
20. Renewable Energy in Austria: What you Should Know. (n.d.). *Hive Power — Energy, made smart*. <https://www.hivepower.tech/blog/renewable-energy-in-austria-what-you-should-know>
21. Renewable Energy. (n.d.). *Schweizerische Eidgenossenschaft | About Switzerland | Economy | Energy | Renewable Energy*. <https://www.eda.admin.ch/aboutswitzerland/en/home/wirtschaft/energie/die-erneuerbaren-energien.html>
22. Renewable Energy. (n.d.). *Schweizerische Eidgenossenschaft | About Switzerland | Economy | Energy | Energy — Facts and Figures*. <https://www.eda.admin.ch/aboutswitzerland/en/home/wirtschaft/energie/energie---fakten-und-zahlen.html>
23. Solar dam powers Switzerland's green energy transition. *euronews*. URL: <https://www.euronews.com/green/2023/02/07/switzerlands-solar-dam-why-are-sun-and-snow-the-perfect-mix-for-solar-energy> (date of access: 05.12.2023).
24. Finland — Energy. *International Trade Administration | Trade.gov*. URL: <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/finland-energy> (date of access: 05.12.2023).
25. Renewable energy in Latin America: Colombia. *Norton Rose Fulbright | Germany | Global law firm*. URL: <https://www.nortonrosefulbright.com/en/knowledge/publications/b09be352/renewable-energy-in-latin-america-colombia#:~:text=Colombia%20has%20a%20rich%20endowment,particularly%20solar,%20wind%20and%20biomass> (date of access: 05.12.2023).
26. Colombia: power generation share by source 2022 | Statista. *Statista*. URL: <https://www.statista.com/statistics/617820/share-of-electricity-production-in-colombia-bysource/#:~:text=Electricity%20production%20breakdown%20in%20Colombia%202022,%20by%20source&text=In%202022,%20renewable%20sources%20accounted,accounting%20for%20the%20largest%20share> (date of access: 05.12.2023).

Novytsky V. V. ANALYSIS OF THE USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES

Abstract. Today, it is impossible to imagine a modern, developed country without a stable and cheap source of energy. Energy has become an integral part not only of the industrial sector but also of household development. Stable energy supply to consumers ensures uninterrupted production and social functioning of society as a whole. The cost of goods and services directly depends on the cost of

energy consumed. Therefore, the more energy is available and the lower the price for it, the cheaper the goods and services.

Currently, the main sources of energy are coal, natural gas and oil products, which are non-renewable. This means that their reserves are limited and they can be used only for a limited period of time. It should also be noted that the main source of environmental pollution is the use of the above energy carriers.

Renewable energy sources, namely solar energy, wind energy, water energy, and geothermal energy, are the solution to the two problems mentioned above. Renewable energy sources are environmentally friendly and widespread around the world. The use of such energy sources as the main ones will reduce the amount of emissions of harmful components into the atmosphere, reduce greenhouse gas emissions, and help improve the natural areas where extraction took place through a gradual reduction in the number of hydrofractures and underground oil accidents.

The transition to the use of environmentally friendly and renewable resources is not only a matter of time, but also of the survival of countries in the future. Currently, a large number of developed countries are switching to time-tested renewable energy sources and are actively developing new solutions in this area. However, countries that are global exporters of energy resources do not benefit from the transition to renewable energy sources, as this may lead to a decrease in demand for their traditional products and a loss of profits associated with the production and export of energy resources.

The article analyzes in detail the experience of the world's leading countries in the field of renewable energy, focusing on the results achieved by these countries and the technologies they used.

Keywords: alternative energy sources, energy production, environmental pollution, innovations in energy, energy security.