

Держак Т.В.

д.е.н., професор,

завідувач кафедри менеджменту

Міжнародний гуманітарний університет, м. Одеса

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1431-7300>**Derkach Tatyana**

International Humanitarian University, Odesa

Маркова Д.О.

аспірантка I курсу PhD спеціальності «Менеджмент»,

Міжнародний гуманітарний університет, м. Одеса

Markova Daryna

International Humanitarian University, Odesa

АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В КРАЇНАХ ЄС

ANALYSIS OF THE INTRODUCTION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE EU COUNTRIES

Анотація. У статті доведено, що необхідно оцінити сучасний стан енергетичного сектору та розробити майбутні напрями діяльності у енергетичному секторі ЄС. Здійснено аналіз структури та обсягу виробництва енергії від відновлювальних джерел енергії в країнах ЄС. Використано кластерний аналіз на основі методів k-середніх та Уорду. Проаналізовано вісім змінних моделі (джерел енергії): гідроенергія, гідротермальна, вітер, сонце, первинне тверде біопаливо, біогаз, відновлювані витрати на відновлювані комунальні витрати, рідке біопаливо. Удосконалена методика стосовно оцінювання структури виробництва енергії від відновлювальних джерел енергії дозволяє врахувати додаткові фактори при розробці та реалізації нових кліматичних стратегій з урахуванням різноманітності енергетичного ринку в ЄС. Визначено, що результати дослідження можна використати для розвитку спільної енергетичної та кліматичної політики країн ЄС.

Ключові слова: відновлювальні джерела енергії, енергетичний ринок, кластер, виробництво, розвиток.

Постановка проблеми. Країни Європейського Союзу (ЄС), як один з найбільш економічно розвинутих регіонів у світі, приймають все більш рішучі заходи щодо зменшення викидів шкідливих речовин у природне середовище. Як приклад, нова кліматична стратегія – «Європейська зелена угода» (“The European Green Deal”) – основне припущення якої полягає в тому, що країни ЄС досягнуть кліматичної нейтральності до 2050 року. Для цього необхідно запроваджувати технології енергозбереження, які пов'язані з найширшим можливим використанням відновлюваних джерел енергії (RES) для виробництва енергії. Проте діяльності у цієї сфері повинен передувати аналіз з урахуванням багатьох різних факторів, насамперед, великій різноманітності країн

ЄС з позиції економічного розвитку, кількості мешканців та їх багатства, а також географічного розташування та області певної країни.

Відновлювані технології енергозбереження розглядаються як чисті джерела енергії та оптимальне використання цих ресурсів, що мінімізують вплив на навколишнє середовище, виробляють мінімальні вторинні відходи та є стійкими до пріоритетних поточних та майбутніх економічно-соціальних суспільних потреб.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням проблем відновлювальних джерел енергії займаються багато науковців. В рамках нашого дослідження відокремимо, на наш погляд, найбільш значимі.

Бобров Є.А. зазначає, що для внутрішнього енергетичного ринку ЄС відновлювані джерела енергії відіграють все більшу роль, зокрема, для ринку електроенергії [7]. Відновлювані джерела енергії є одним з ключових факторів інновацій. У галузі відновлюваних джерел енергії більше половини винаходів компаній, що базуються в ЄС, набувають патентного захисту за межами Європи.

Дороніна І.І. констатує, що сучасні технології, які використовуються для отримання відновлюваної енергії, а також механізми раціонального поєднання та використання дозволяють ліквідувати перешкоди щодо їх широкомасштабного впровадження і, тим самим, зумовлюють розвиток відновлюваної енергетики як у світі, так і в Україні [8].

Зябіна Є.А., Люльов О.В., Пімоненко Т.В. доводять тезу, що перспективним є переорієнтація та розвиток зеленої енергетики, що сформує передумови до мінімізації екодеструктивного впливу на навколишнє природне середовище при прийнятних темпах розвитку національної економіки [9].

Кубарова В.А. аналізує, що відновлювана енергія дозволяє вирішити низку соціально-економічних проблем суспільства – від створення нових робочих місць у сфері «зеленої енергетики» до зменшення ризиків настання бідності, голоду та нерівності, що відповідає цілям сталого розвитку людської цивілізації, що заплановано досягнути ООН до 2030 року [10].

Миколок О.А. показує, що міжнародна спільнота визнала відновлювані джерела енергії одним із найбільш перспективних напрямків забезпечення енергетичної безпеки, оскільки вони мають значний невичерпний потенціал та екологічність застосування [11].

Бамбіндра Д.І. та Костюк В.О. визначають, що забезпечення сталого розвитку паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) є особливо важливим на етапі входження країни до світового економічного простору, оскільки від стану ПЕК значною мірою залежить ступінь економічної та політичної незалежності країни, темпи виходу країни з кризового стану та її національна безпека [6].

Бабина О.М. окреслює, що для визначення світових трендів розвитку альтернативних джерел енергії проведено оцінювання статистичних даних щодо споживання відновлювальних джерел енергії у країнах ЄС та інших світових лідерів [5]. Визначено способи стимулювання використання альтернативних джерел енергії в країнах Європейського Союзу, досліджено досвід країн, що використовують нетрадиційні енергетичні джерела та розвивають ці напрями.

Пархомець М.К., Пуцентейло П.Р., Уніят Л.М. розглядають проблему об'єктивної необхідності активізації використання відновлюваних джерел енергії у виробництві агропромислової продукції, що сприятиме зменшенню використання невідновних енергетичних ресурсів та поліпшенню умов природно-кліматичного і життєвого середовища [12].

При здійсненні контент аналізу досліджень стосовно відновлюваних джерел енергії, можна стверджувати, що поки що не проводилося жодних досліджень у сфері структури джерел, з яких виробляється RES в країнах ЄС з врахуванням специфіки діяльності окремих країн. Безсумнівно, розраховуючи RES до кількості населення, валового внутрішнього продукту та області певної країни, ця специфічність

повинна враховуватися. Але необхідно удосконалити методіку оцінювання RES з врахуванням особливостей окремих країн-членів ЄС.

Мета статті. Метою статті є розробка теоретичних, методологічних положень та практичних рекомендацій щодо впровадження відновлюваних джерел енергії в країнах ЄС.

Виклад основного матеріалу. На підставі прийнятої процедури здійснено аналіз – аналіз охопив 27 країн ЄС та Великобританію, для яких було прийнято вісім діагностичних змінних, що визначають обсяг виробництва енергії від різних джерел.

Мета аналізу полягає в тому, щоб поділити країни ЄС у подібні групи за структурою та обсягом виробництва енергії від RES у загальному значенні (абсолютних значень), а також щодо вартості ВВП окремої країни, на душу населення та по відношенню до області певної країни (відносних значень).

Метод k-середніх, який використовується для аналізу, вимагає апріорну кількість кластерів, до яких будуть призначені країни ЄС. Для того, щоб визначити відповідну кількість кластерів, виконано попередній аналіз ієрархічної групи з використанням методу Уорду (рис. 1).

Цей метод не вимагає визначення апріорної кількості кластерів, до яких повинні бути призначені країни. У нашому дослідженні кількість кластерів визначається на основі алгоритму з евклідовим зв'язком (однаковою зв'язкою, як у методі k-середніх). На підставі результатів цього аналізу (рис. 1), прогнозовано, що оптимальна кількість кластерів, прийнятих для розрахунків у методі k-середніх, – чотири.

Відповідно до здійсненого аналізу, було згруповано країни ЄС у кластери таким чином, що ступінь асоціації з країнами, які належать до одного кластера, повинна бути максимально високою, а з країнами з інших кластерів – якомога нижче.

На першому етапі аналізу розподілено країни ЄС у подібні групи відповідно до загальної суми енергії, що вироблена з RES у 2017 році. На підставі прийнятого припущення щодо оптимальної кількості груп країн ЄС були відокремлено чотири кластери.

На основі аналізу визначено різноманітні заходи в межах кластерів та ступенями свободи (*df*) (табл. 1).

Таблиця 1

Аналіз дисперсії виробництва відновлюваної енергії

Змінна (енергія)	Між SS	df	Всередині SS	df	F	Значимість p
Гідроенергія	7531153	3	907123,9	24	66,41786	9,11 x 10 ⁻¹²
Гідротермальна	8449498	3	28485,69	24	2,37	0,0954
Вітер	12897670	3	690972,2	24	149,33	1,755 x 10 ⁻¹⁵
Сонце	1709996	3	404956,8	24	33,7813	8,8 x 10 ⁻⁹
Первинне тверде біопаливо	291396,2	3	304678,4	24	7,651247	9,31 x 10 ⁻⁴
Біогаз	1076737	3	73173,82	24	117,72	1,7234 x 10 ⁻¹⁴
Відновлювані витрати на відновлювані комунальні витрати	94923,71	3	52252,73	24	14,53302	1,32 x 10 ⁻⁵
Рідке біопаливо	222790,6	3	264058,1	24	6,749747	0,00184

Джерело: розраховано автором

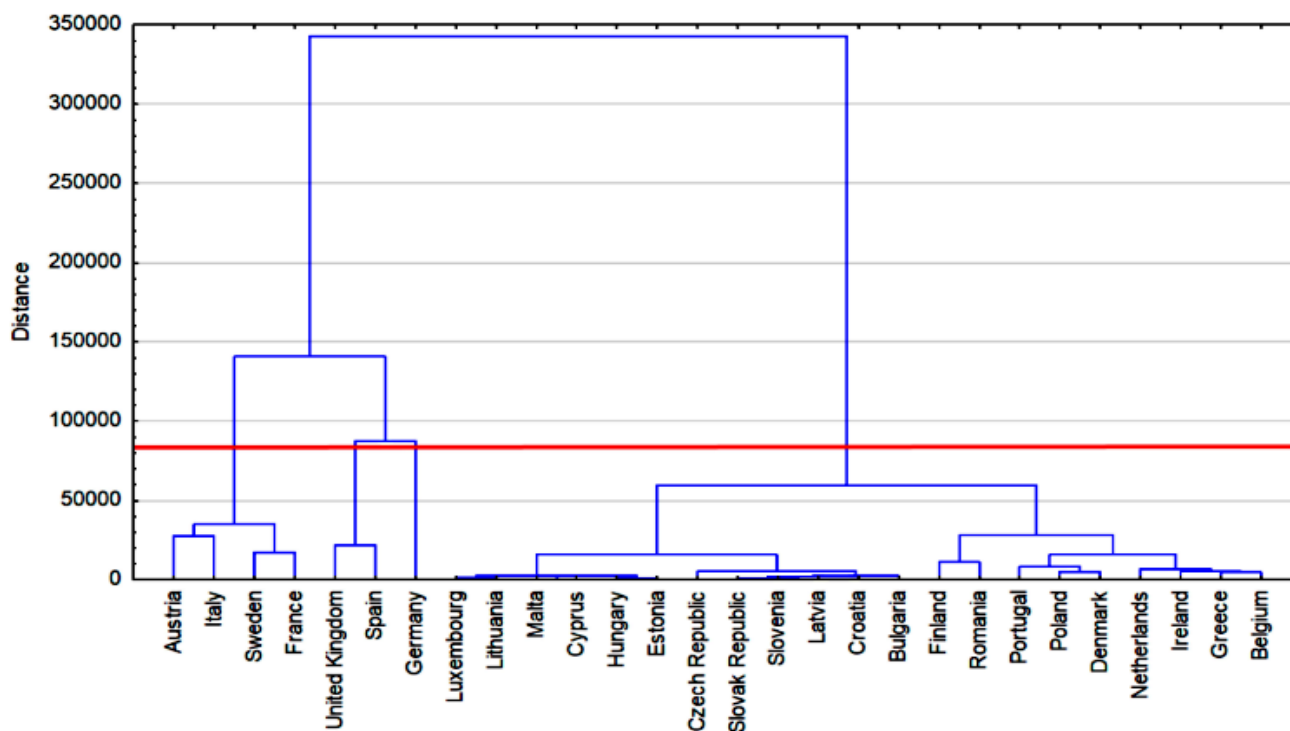


Рис. 1. Результати ієрархічного групування подібності між країнами ЄС у виробництві енергії від джерел відновлюваних джерел енергії у 2017 році за методом Уорду

Джерело: розраховано авторами

Отримані значення F -статистики, які є співвідношенням різноманітності між кластерами до різноманітності у кластері, дозволили визначити найважливіші групові змінні з позиції дискримінації. Це означає, чим більша F -статистика для даної змінної, тим важливіше призначення окремих країн до відповідних кластерів.

Аналіз дисперсії показав, що енергія вітру відіграла найбільшу роль у призначенні країн ЄС за окремим кластером. Значення F -статистики для цієї змінної є найбільшою і становить 149,33. Другим найважливішим критерієм розподілу стала енергія, отримана з біогазів (статистична величина $F = 117,72$). Геотермальна енергія, для якої значення F -статистики становила лише 2,37, було найменш важливим джерелом для призначення країн ЄС на основі прийнятого критерію.

Однак необхідно підкреслити, що кожна діагностична змінна, тобто кожне відновлюване джерело енергії, в кінцевому підсумку вплинуло на групу країн ЄС у однорідних кластерів з точки зору обох структур, так і обсягу виробництва енергії з цих джерел.

Необхідно зазначити, що роль енергії вітру у відновлювальній енергетичній структурі в країнах ЄС надзвичайно важлива, оскільки це друге, після природного газу, найбільше «джерело» електроенергії в Європі. Частка енергії вітру в енергетичній структурі ЄС становить близько 18% [4]. У той же час, у звіті [2], Європейська асоціація вітрової енергії (EWEA) зазначила, що до 2030 року вітрові господарства можуть стати найбільшим джерелом RES в Європі.

Країни з аналогічними обсягами виробництва енергії з цих джерел теж знаходяться в одному кластері.

Композиції створених кластерів та відстань від їх центрів (кластерні центри) представлені в табл. 2. Чим більше відстань даної країни ЄС від центру кластера, в якій розташована країна, тим більша її різноманітність з країн, чия відстань від центру кластера була меншою.

Результати показують, що найбільш численним кластером, що створений 21 країнами, є кластер 3, а також вони вказують на однорідність одного з кластерів – кластер 2. Німеччина, як країна з найбільшою кількістю виробництва вітру та біогазу, знаходиться в кластері 2, що створює однорідний кластер. Жодна інша країна не подібна на Німеччину з позиції кількості енергії, що вироблена з обраних відновлювальних джерел, особливо, у виробництві енергії вітру та біогазу. Спеціальна програма вітрової енергії країни, яка гарантує адекватні ціни, зробила Німеччину одним з найбільших світових виробників вітрової енергії у 21 столітті. У 2017 році, як лідер європейської вітрової енергії, Німеччина має потужність 56 ГВт. Інші країни включають таку потужність вітрової енергії: Іспанія (23 ГВт), Великобританія (14 ГВт) (кластер 1) та Франція (14 ГВт) (кластер 4) [4].

Аналогічна ситуація може спостерігатися з урахуванням виробництва енергії з біогазу, в якому Німеччина також є безперечним лідером. Обидва ці джерела енергії є основою для енергетичного переходу в Німеччині (Energiewende) та зменшення викидів

Елементи кластерів з відстанями від центрів

Кластер 1	Відстань від центру Кластера 1	Кластер 2	Відстань від центру Кластера 2	Кластер 3	Відстань від центру Кластера 3	Кластер 4	Відстань від центру Кластера 4
Іспанія	3850,46	Німеччина	0,0	Бельгія	1565,13	Франція	3520,82
Великобританія	3850,46	X		Болгарія	1180,17	Італія	7469,39
X				Чеська Республіка	1615,02	Австрія	5466,60
				Данія	4256,7	Швеція	6575,79
				Естонія	1848,61	X	
				Ірландія	1574,96		
				Греція	1357,56		
				Хорватія	1455,91		
				Кіпр	2053,82		
				Латвія	1611,55		
				Литва	1479,69		
				Люксембург	1780,1		
				Угорщина	1745,87		
				Мальта	2019,29		
				Нідерланди	2749,05		
				Польща	3963,60		
				Португалія	3166,95		
				Румунія	4185,19		
Словенія	1674,17						
Словацька Республіка	1609,99						
Фінляндія	5144,29						

Джерело: розраховано авторами

парникових газів, підвищення енергоефективності [1]. Екологічно чиста політика, яка спрямована на забезпечення 100% попиту на енергію у вибраних секторах виконується відновлюваними джерелами. Подібні дії приймаються у багатьох країнах ЄС, але Німеччина має найбільшу кількість таких ініціатив. Відповідно до Звіту щодо глобального статусу (Global Status Report) [3], у регіонах Німеччини, де попит на RES значно зростає проживає близько 20 мільйонів людей. З точки зору абсолютних цінностей енергозбереження, жодна з країн ЄС не має такі результати.

Кластери 3 та 4 є найбільш внутрішньо різноманітними кластерами з позиції структури та обсягу виробництва енергії від RES. До кластеру 3 входять 21 країна ЄС, у тому числі: Фінляндія, Бельгія, Греція, Данія, Нідерланди та Польща. Цей кластер створюється країнами з дуже низьким виробництвом енергії від RES (Мальта, Литви, Люксембургу), але і країнами, де обсяг виробництва енергії від RES набагато більший (Данія, Фінляндія).

Кластер 4 утворюється чотирма країнами, які характеризуються більшою різноманітністю у структурі виробництва енергії від RES. Необхідно зазначити, що склад окремих кластерів відповідає складу кластерів, отриманих за попереднім аналізом (метод Уорду) (рис. 1).

На рис. 2 показано розраховані середні значення виробництва енергії від RES для кожного кластеру.

Результати групування країн ЄС у однорідні кластери (групи) з позиції структури та обсягу виробництва енергії від RES, вказують на те, що аналіз абсолютної кількості енергії, не повністю описує фактичний стан цього явища. Таким чином, виправдано у подальших дослідженнях, розширити цей аналіз з врахуванням новітніх факторів. Це дозволить здійснити більш точну оцінку подібності країн ЄС у сфері виробництва відновлювальних джерел енергії.

З метою розробки технологій, що пов'язані з відновлюваними джерелами енергії, слід використовувати досвід країн, які мають досягнення та досвід у певній місцевості. Однак вартість відновлюваних джерел енергії може змінюватися – це залежить від природних умов окремої країни. Управлінські рішення, які успішно реалізуються у країнах з високим рівнем сонячного світла, не будуть працювати у країнах з низьким рівнем.

Економічний та демографічний потенціал кожної країни також має вирішальне значення. Отримання енергії від RES вартісне та вимагає значних інвестицій. Громадська згода на ці інвестиції є ключовим фактором у рішеннях стосовно запровадження технологій енергозбереження на основі відновлювальних джерел енергії.

Висновки і пропозиції. Результати вказують на велику різноманітність джерел, з яких отримується відновлювальна енергія в країнах ЄС. Це пов'язано

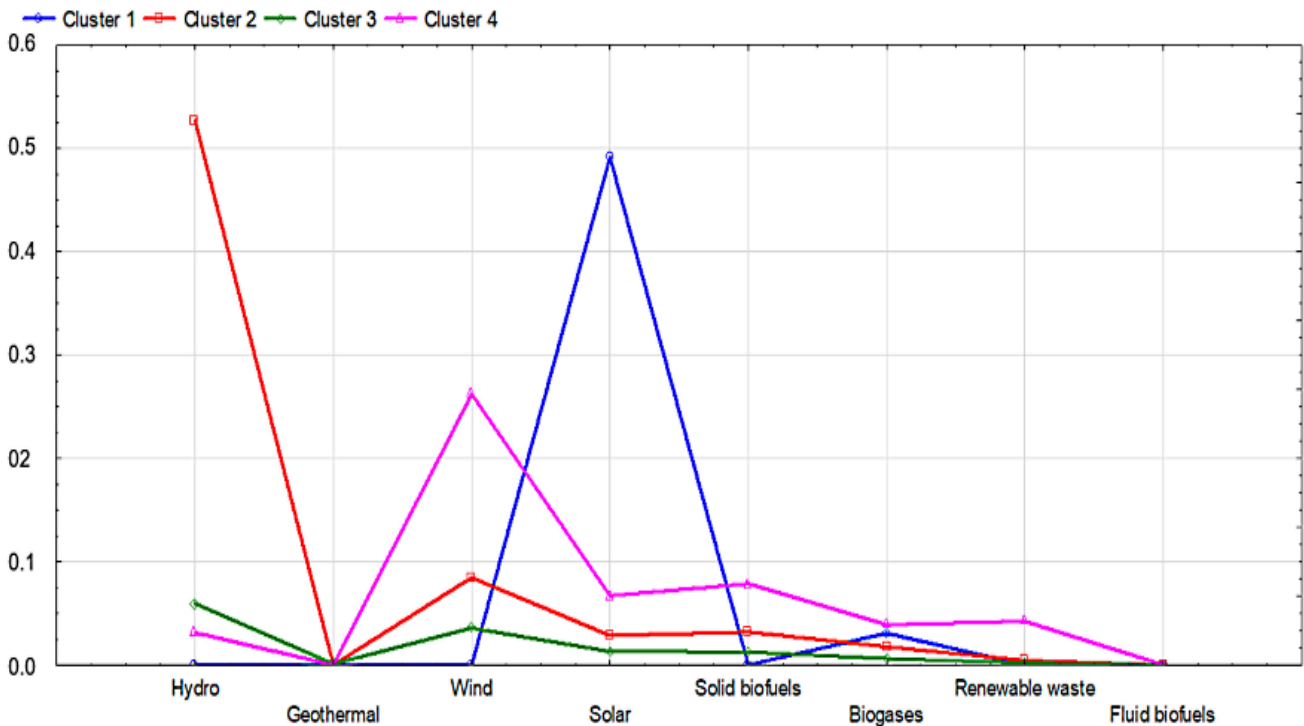


Рис. 2. Середні значення виробництва енергії від відновлюваних джерел енергії по відношенню до площі окремих країн для окремих кластерів

з географічним розташуванням країн, фінансовими можливостями, традиціями, а також економічним потенціалом та соціальним усвідомленням. В цій галузі існують великі можливості для співпраці та обміну досвідом між окремими країнами, які повинні призвести до більш повного та ефективного використання окремих відновлюваних джерел енергії.

Використання таксономічних методів для аналізу структури та обсягу виробництва енергії від RES у окремих країнах ЄС стосовно нових критеріїв, що враховують специфіку країн, дозволяє отримати аналітичну базу для прийняття ефективних управлінських рішень. Результати, безсумнівно, підтримують оцінку поточного стану відновлюваної енергії в ЄС та є джерелом нових знань, які можуть бути використані для поліпшення стану навколишнього середовища.

Література:

- 12 Insights on Germany's Energiewende. Agora Energiewende. URL: https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2012/12-Thesen/Agora_12_Insights_on_Germanys_Energiewende_web.pdf (дата звернення: 17.09.2021).
- European Wind Energy Association. Wind energy scenarios for 2020. A report by the European Wind Energy Association. URL: <https://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/scenarios/EWEA-Wind-energy-scenarios-2020.pdf> (дата звернення: 17.09.2021).
- Renewables 2018 Global Status Report. URL: <https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/08/Full-Report-2018.pdf> (дата звернення: 17.09.2021).
- Wind in power 2017. Annual combined onshore and offshore wind energy statistics. URL: <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/statistics/WindEurope-Annual-Statistics-2017.pdf> (дата звернення: 17.09.2021).

5. Бабина О.М. Світовий досвід розвитку альтернативних джерел енергії. *Держава та регіони. Серія: Економіка та підприємництво*. 2019. № 6(111). С. 15–19.
6. Бамбіндра Д.І., Костюк В.О. Європейський досвід диверсифікації джерел енергетичних ресурсів. *Вісник Запорізького національного університету. Економічні науки*. 2019. № 1. С. 69–72.
7. Бобров С.А. Поточний стан розвитку відновлюваних джерел енергії в країнах ЄС. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2020. № 1(57). С. 32–38.
8. Дороніна І.І. Трансформація енергетичного сектору ЄС та України: відновлювальні джерела енергії. *Наукові записки Інституту законодавства Верховної Ради України*. 2019. № 4. С. 122–129.
9. Зябіна Є.А., Люльов О.В., Пімоненко Т.В. Розвиток зеленої енергетики як шлях до енергетичної незалежності національної економіки: досвід країн ЄС. *Науковий вісник Полісся*. 2019. № 3(19). С. 39–48.
10. Кубарова В.А. Перспективи розвитку альтернативних джерел енергії: досвід ЄС та України. *Україна і світ: перспективи та стратегії розвитку: електронний збірник наукових праць*. 2018. № 1(6). С. 218–229. URL: <https://dspace.nau.edu.ua/handle/NAU/37737> (дата звернення: 17.09.2021).
11. Миколюк О.А. Стан та розвиток відновлюваних джерел енергії. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 2019. №1. С. 174–183.
12. Пархомець М.К., Пуцентейло П.Р., Уніят Л.М. Активізація використання відновлюваних джерел енергії – об'єктивна необхідність поліпшення ресурсозбереження та підвищення конкурентоспроможності виробництва продукції аграрного сектору України. *Інноваційна економіка*. 2020. № 5–6. С. 122–132.

References:

- 12 Insights on Germany's Energiewende. Agora Energiewende (2021) URL: https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2012/12-Thesen/Agora_12_Insights_on_Germanys_Energiewende_web.pdf (accessed 17 September 2021).
- European Wind Energy Association. Wind energy scenarios for 2020. A report by the European Wind Energy Association. (2020) URL: <https://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/scenar->

- ios/EWEA-Wind-energy-scenarios-2020.pdf (accessed 17 September 2021).
3. Renewables 2018 Global Status Report. URL: <https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/08/Full-Report-2018.pdf> (accessed 17 September 2021).
 4. Wind in power (2017). Annual combined onshore and offshore wind energy statistics. URL: <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/statistics/WindEurope-Annual-Statistics-2017.pdf> (accessed 17 September 2021).
 5. Babyna O.M. (2019) Svitovyi dosvid rozvytku alternatyvnykh dzherel enerhii [World experience of development of alternative energy sources]. *State and regions. Series: Economics and Entrepreneurship*, no. 6, vol. 111, pp. 15–19.
 6. Babmindra D.I., Kostyuk V.O. (2019) Yevropeyskyi dosvid diversyfikatsii dzherel enerhetychnykh resursiv [European experience on diversification of energy resources sources]. *Bulletin Zaporizhzhia national university. Economic sciences*, no. 1, pp. 69–72.
 7. Bobrov Y. (2020) Potochnyi stan rozvytku vidnovliuvalnykh dzherel enerhii v krainakh YES [Current status of renewable energy in the EU]. *Scientific Notes of «KROK» University*, no. 1, vol. 57, pp. 32–38.
 8. Doronina I. (2019) Transformatsiia enerhetychnoho sektoru Yes ta Ukrainy: vidnovliuvalni dzherela enerhii [Transformation of the energy sectors of EU and Ukraine: renewable energy sources]. *The Scientific Papers of the Legislation Institute of the Verkhovna Rada of Ukraine*, no. 4, pp. 122–129.
 9. Ziabina Y., Lyulyov O., Pimonenko T. (2019) Rozvytok zelenoi enerhetyky yak shliakh do enerhetychnoi nezalezhnosti natsionalnoi ekonomiky: dosvid krain YES [Development of green energy as a way to energy independence of the national economy: experience of EU countries]. *Scientific bulletin of Polissia*, no. 3, vol. 19, pp. 39–48.
 10. Kubarova V. (2018) Perspektyvy rozvytku alternatyvnykh dzherel enerhii: dosvid YES ta Ukrainy [Perspectives of the development of alternative energy sources: experience of EU and Ukraine]. *Ukraine and the World: Prospects and development strategies: Electronic collection of scientific works*, no. 1, vol. 6, pp. 218–229. URL: <https://dspace.nau.edu.ua/handle/NAU/37737> (accessed 17 September 2021).
 11. Mykoliuk O. (2019) Stan ta rozvytok vidnovliuvanykh dzherel enerhii [Capacity and development of renewable energy sources]. *Herald of Khmelnytskyi national university. Economic sciences*, no. 1, pp. 174–183.
 12. Parkhomets M., Putsenteilo P., Uniiat L. (2020) Aktyvizatsiia vykorystannia vidnovliuvanykh dzherel enerhii – ob'iektivna neobkhdnist polipshennia resursozberezhennia ta pidvyshchennia konkurentospromozhnosti vyrobnytstva produktii ahramoho sektoru Ukrainy [Intensification of the use of renewable energy sources – the objective need to improve resource conservation and increase the competitiveness of production of products of the agrarian sector of Ukraine]. *Innovative economy*, no. 5–6, pp. 122–132.

Summary. The article confirms that it is necessary to assess the current state of the energy sector and develop future directions in the EU energy sector. The purpose of the article is to develop theoretical, methodological provisions and practical recommendations for the introduction of renewable energy sources in the EU countries. The analysis of the structure and volume of energy production from renewable energy sources in the EU countries was carried out. Cluster analysis based on k-means and Ward methods was used. Eight model variables (energy sources) are analyzed: hydro, hydrothermal, wind, solar, solid primary biofuels, biogas, renewable utility costs, liquid biofuels. Based on the results of this analysis, it was determined that the optimal number of clusters accepted for calculations in the k-means method is four. Dispersion analysis showed that wind energy played the largest role in identifying the EU countries in individual clusters. The value of the F-statistic for this variable is the largest and is 149.33. The second most important distribution criterion was the energy obtained from biogases (statistical value $F = 117.72$). Geothermal energy, for which the F-statistic was only 2.37, was the least important source for identifying EU countries based on the adopted criterion. An improved methodology for assessing the composition of energy production from renewable energy sources allows you to take into account additional factors in the development and implementation of new climate strategies, taking into account the diversity of the energy market in the EU. It is determined that the results of the study can be used for the development of a common energy and climate policy of the EU countries. The use of taxonomic methods to analyze the structure and volume of energy production from RES in individual EU countries with new relative perspectives, that take into account the specifics of these countries provides an analytical basis for making effective management decisions. The results certainly confirm the assessment of the current state of renewable energy in the EU and are a source of new knowledge which can be used to improve the state of the environment.

Keywords: renewable energy sources, energy market, cluster, production, development.