



INTERNATIONAL ECONOMIC RELATIONS

МІЖНАРОДНІ ЕКОНОМІЧНІ ВІДНОСИНИ

УДК 621.311.24:330.322:330.59

ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ІНВЕСТИЦІЙ У ВІДНОВЛЮВАЛЬНУ ЕНЕРГЕТИКУ НА РІВЕНЬ ЖИТТЯ НАСЕЛЕННЯ НА ГЛОБАЛЬНОМУ РІВНІ

Марія Шкурат; Микола Роздобудько

*Донецький національний університет імені Василя Стуса,
Вінниця, Україна*

Резюме. Досліджено сучасний стан та динаміку глобальних інвестицій у відновлювальні джерела енергії на основі екологічних принципів у світовому масштабі. Також дослідження містить результати вивчення сучасного досвіду провідних країн світу в розвитку відновлювальних енергетичних технологій. Наведено класифікацію відновлювальних джерел енергії. Обґрунтовано напрями й особливості використання нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії. Проаналізовано обсяги інвестування у країнах із різними рівнями розвитку та виділено основні країни-лідери в сфері відновлювальної енергетики. Сформовано основні тенденції у сфері інвестування в альтернативні джерела енергії. Досліджуючи статистичну інформацію стосовно загальних показників інвестицій в потужність відновлюваної енергії за 2019 рік, енергія вітру займає 1-е місце зі 138,2 мільярдами доларів в усьому світі, сонячна – 131,1 млрд доларів. Серед менших секторів інвестиції у виробничі потужності в сфері використання біомаси у 2019 році склали 9,7 мільярда доларів, у геотермальну енергію – 1 мільярд доларів, біопаливо – близько 500 мільйонів доларів, а мала гідроенергетика – 1,7 мільярда доларів. Розглянуто також проблему забруднення повітря, а саме його вплив на здоров'я та життя населення. Станом на сьогодні забруднення повітря є однією із найбільших світових проблем охорони здоров'я та довкілля, а також одним з провідних світових факторів ризику смерті, від якого помирає близько 5 мільйонів людей щороку. Коефіцієнт смертності населення від забруднення повітря найвищий у країнах з низьким та середнім рівнем доходу, причому розрив у показниках між країнами з різним рівнем може бути більш ніж у 100 разів. Використовуючи результати економіко-математичного аналізу, встановлено, що зміна обсягів інвестицій у відновлювальні джерела енергії опосередковано впливає на рівень життя населення. Таким чином, на основі проведеного дослідження сформовано основні проблеми інвестування у сфері альтернативних джерел енергії та можливості для їх можливого вирішення в майбутньому.

Ключові слова: інвестиції, відновлювальна енергія, забруднення повітря.

https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2020.06.212

Отримано 30.09.2020

UDC 621.311.24:330.322:330.59

FEATURES OF THE INFLUENCE OF INVESTMENT IN RENEWABLE ENERGY ON THE POPULATION LIVING STANDARD OF AT THE GLOBAL LEVEL

Mariia Shkurat; Mykola Rozdobudko

Vasyl' Stus Donetsk National University, Vinnytsia, Ukraine

Summary. *The current state and dynamics of global investment in renewable energy on the basis of ecological principles in the world is investigated in this paper. The results of investigated experiences of the leading countries in renewable energy technologies development are given. The authors presented the classification of renewable energy. The directions and features of the use of unconventional and renewable energy sources are substantiated. The authors investigated the volumes of investments in the countries with different levels of development and identified the main leading countries in this field. The main trends in the field of investing in alternative energy sources are formed. While investigating the statistics on total renewable energy investment in 2019 it is determined that the wind energy ranks first with \$ 138.2 billion worldwide and solar energy is \$ 131.1 billion. Among the smaller sectors, investments in biomass production capacity in 2019 amounted to \$ 9.7 billion, in geothermal energy – \$ 1 billion, biofuels – about \$ 500 million, and small hydropower – \$ 1.7 billion. The problem of air pollution, particularly its impact on the health and lives of the population is also considered in this paper. At present air pollution is one of the world's biggest health and environmental protection problems, as well as one of the world's leading risk factors for death, from which about 5 million people die each year. The mortality rate from air pollution is the highest in the countries with low- and middle-income, and the gap between countries with different levels can be more than 100 times. Using the results of economic and mathematical analysis, it is determined that changes of investment in renewable energy sources indirectly affects the population living standards. Thus, on the basis of the carried out research the main problems of investing in the field of alternative energy sources and opportunities for their possible solution in the future are formed.*

Key words: *investment, renewable energy, air pollution.*

https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2020.06.212

Received 30.09.2020

Постановка проблеми. У світлі зміни цін на енергоносії і глобальних екологічних проблем, тема відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) стала однією з головних у світі. Альтернативні види енергії виробляються з невичерпних джерел є екологічно чистими та являють собою найменшу небезпеку для здоров'я й життя людей. До ВДЕ відносяться: енергія вітру, біоенергія, сонячна енергія, гідроенергія та геотермія. Вони мають потенціал, щоб замінити традиційні енергоносії, за рахунок автономного використання забезпечити електроенергією людей. ВДЕ можна використовувати для виробництва електроенергії й тепла, а також для пересування. Здатність атмосфери абсорбувати забруднення без будь-яких небезпечних наслідків давно вичерпана. Використовуючи ВДЕ, ми маємо справу з джерелами енергії, які не виділяють забруднень і постійно оновлюються в ході природних процесів, у результаті чого вони будуть залишатися в розпорядженні людини необмежений час. Технології використання ВДЕ дозволять значно скоротити викиди вуглекислого газу при виробництві електроенергії, замінити нафту й нафтопродукти і забезпечити екологічно чисте опалення та охолодження. Якщо врахувати як економічні так і екологічні витрати, то ВДЕ є інвестиційно привабливішими, ніж звичайні джерела енергії. Екологічний збиток, зумовлений використанням викопного палива, особливо збиток, викликаний змінами клімату й забрудненням повітря, стають важливішим економічним фактором при прийнятті рішень, що визначають економічну політику [1, с. 5–8].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями економічного розвитку альтернативної енергетики займалися такі закордонні вчені, як Бехбергер М., Джекобс Д., Клейн А., Мендонса М., Нетцхаммер М., Пфлагер Б., Рагвиц М., Рех Г., Хелд А., Фабер Т. та інші. Значну увагу питанням відновлюваної енергетики приділяють у своїх працях такі вітчизняні вчені, як Геєць В., Носенко Ю., Масленнікова І., Кузнецов Л., Півняк Г., Шкрабець Ф., Шидловський А., Суходоля О., Сівіцька С., Сохацька О., Сотник І., Онищенко А., Лір В., Буяк А., Борщук Є., Долінський А., Ільясов В., Товажнянський Л., Касич А., Литвиненко Я., Мельничук П., Кудря С., Віссаріонов В. та інші. Проте дана тематика містить аспекти, які ще не були достатньо розкриті.

Метою дослідження є аналіз впливу інвестицій у відновлювальні джерела енергії на смертність населення від забруднення повітря у світі.

Постановка завдання. Для досягнення поставленої мети визначено такі наукові завдання: розкрити сутність теоретичних аспектів відновлювальних джерел енергії та їх окремих компонентів; дослідити інвестиційний аспект ВДЕ; проаналізувати динаміку смертності від забруднення повітря; виявити й охарактеризувати залежність між обсягом інвестицій у відновлювальну енергетику та смертністю від забруднення повітря; надати рекомендації щодо подальшого розвитку ВДЕ.

Виклад основного матеріалу. Альтернативними є – невичерпні джерела енергії, які є постійними або періодичними явищами природи, такі, як енергія сонця, вітру, геотермальна, аеротермальна, гідротермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси.

Енергія вітру. Впродовж року на планету надходить енергії в 15 тис. разів більше від обсягів нинішнього споживання всіма країнами світу. На енергію вітру перетворюється близько 3% енергії сонячного випромінювання, а отже, ресурси енергії вітру на Землі приблизно у 50 разів більші за сумарні енергетичні потреби людства [2, с. 43].

Енергія Сонця. Вся потреба людства в енергії на 180 років вперед може бути забезпечена сонячною енергією, яка досягає Землі лише за один день. Сонячну енергію використовують для нагрівання води, обігрівання приміщень та кондиціонування повітря. Особливий потенціал мають області пустель, які за 6 годин отримують більше енергії, ніж витрачає все людство за один рік. Експерти виходять з того, що в найближчі 5–10 років геліотермічний спосіб отримання електроенергії й пов'язані з ним технології зможуть конкурувати з традиційними електростанціями [3, с. 36].

Біоенергія вважається в усьому світі найголовнішим і універсальним відновлювальним енергоносієм. У будь-якій формі біомаса є єдиним доступним, простим і дешевим джерелом енергії для більшості сільських жителів планети. В Ефіопії, Непалі, Танзанії, Сибіру і Амазонії, Північній Канаді, на островах Полінезії, в Малайзії завдяки біомасі задовольняється 80–90% потреб у паливі [4].

Гідроенергія. Нині понад 15% енергії в усьому світі виробляється за допомогою енергії води. Проте дана сфера володіє майже невичерпним потенціалом, що може збільшити показники виробництва у кілька разів.

Об'єкти малої енергетики не вимагають великих водосховищ із відповідним затопленням території й колосальним матеріальним збитком [5, с. 34].

Використання енергії приливних хвиль морів і океанів заснована на перетворенні гравітаційної енергії взаємодії Землі й Місяця в теплову та електричну форми енергії. У світі існує понад 20 ділянок морського узбережжя з високими приливами, що перевищують 7 м, і умовами, сприятливими для облаштування приливних електростанцій [6, с. 21].

Геотермія – це форма відновлювальної енергії, яка незалежно від сезонних кліматичних і погодних коливань цілодобово залишається доступною у відносно постійній кількості. Підраховано, що температура ядра Землі складає близько 5000°C. У середньому температура підвищується на 3°C через кожні 100 метрів у глибину. У регіонах зі сприятливими умовами (наприклад, області вулканічної активності, де підповерхнева температура понад 200°C) геотермальне тепло створює солідну базу для екологічно нешкідливого й недорогого способу отримання енергії та здатне скласти істотну частину системи енергопостачання. В якості джерел тепла можуть служити земні надра, вода або навіть навколишнє повітря. В даний час геотермальні електростанції функціонують в Ісландії, Японії, США та деяких інших країнах. Усього в світі їх налічується близько 200 [4, с. 22].

Інвестиції у ВЕД. Останні дані дослідницької компанії BloombergNEF (BNEF), опубліковані сьогодні, показують основні тенденції у сфері інвестування в альтернативні джерела енергії. З огляду на загальні показники інвестицій у потужність відновлюваної енергії за 2019 рік, енергія вітру займає 1-е місце зі 138,2 мільярда доларів у всьому світі, сонячна – 131,1 млрд доларів. Серед менших секторів, інвестиції у виробничі потужності у сфері використання біомаси в 2019 році склали 9,7 мільярда доларів, у геотермальну енергію – 1 мільярд доларів, біопаливо – близько 500 мільйонів доларів, а мала гідроенергетика – 1,7 мільярда доларів (рис. 1) [7].

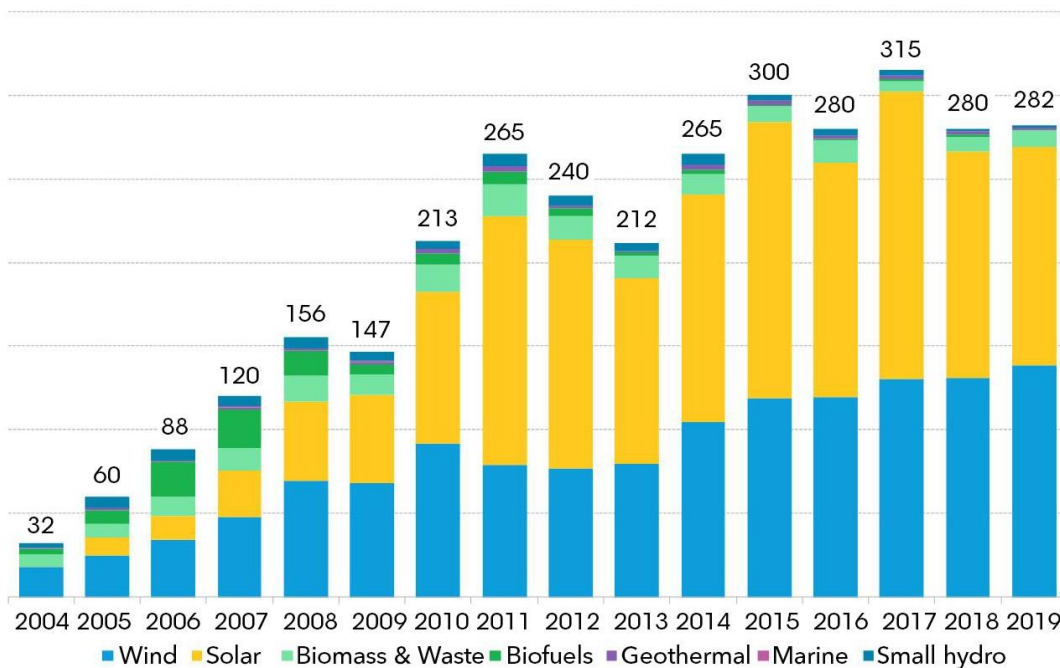


Рисунок 1. Глобальні інвестиції у відновлювальні джерела енергії за категоріями 2004–2019 рр. (у млрд дол США)

Figure 1. Global investment in renewable energy by categories 2004–2019, billion USD

Джерело: BloombergNEF.

Що стосується географічної структури інвестицій у 2019 році, Китай був найбільшим інвестором у відновлювані джерела енергії – 83,4 мільярда доларів у 2019 році, але це було на 8% нижче в 2018 році і найнижчим з 2013 року. США були

другою за величиною країною-інвестором з обсягом інвестицій у 55,5 млрд дол США, що на 28% більше у порівнянні з 2018 роком. Основним стимулом є можливість власників сонячних та вітрових станцій отримати право на федеральні податкові кредити, що мають виплачуватися в 2020 році. Європа інвестувала 54,3 млрд доларів у розроблення відновлюваних джерел енергії, що на 7% менше, ніж 2018 року. Японія інвестувала 16,5 мільярда доларів, переважно у сонячну енергетику, що на 10% більше, ніж у 2018 році, а Австралія – 5,6 мільярда доларів, що на 40% менше. Індія вклала у відновлювальну енергію 9,3 мільярда доларів, що на 14% менше, ніж у 2018 році, в той час як Об'єднані Арабські Емірати вклали рекордні 4,5 мільярда доларів – майже все це для сонячного термального та фотоелектричного комплексу в Дубаї потужністю 950 МВт Al Maktoum IV. У Латинській Америці Бразилія збільшила інвестиції у відновлювані джерела енергії 6,5 мільярдів доларів у 2019 році, тоді як Мексика виділила 4,3 мільярда доларів, що на 17% більше.

Більш широке визначення BNEF має щодо загальних інвестицій в екологічно чисту енергію, що включає гроші, спрямовані на дослідження та розробки, а також залучений венчурний капітал, загальний обсяг якого склав у 2019 році 363,3 мільярда доларів. У рамках цієї загальної суми державні ринки інвестували в екологічно чисту енергію 9,3 мільярда доларів, що на 13% менше, ніж у 2018 році, тоді як приватні інвестори вклали 10,5 мільярдів доларів, що на 6% більше, ніж минулого року. Корпоративні та державні дослідження й розроблення в галузі чистої енергії ширшого визначення склали в 2019 році 45,7 мільярда доларів [7].

Забруднення повітря є однією з найбільших світових проблем охорони здоров'я та довкілля, а також одним із провідних світових факторів ризику смерті, від якого помирає близько 5 мільйонів людей щороку. Коефіцієнт смертності від забруднення повітря найвищий у країнах з низьким та середнім рівнем доходу, причому розрив у показниках між країнами з різним рівнем може бути більш, ніж у 100 разів (рис. 2).

Death rates from air pollution, 2017

Death rates are measured as the number of deaths per 100,000 population from both outdoor and indoor air pollution. Rates are age-standardized, meaning they assume a constant age structure of the population to allow for comparisons between countries and over time.

Our World
in Data

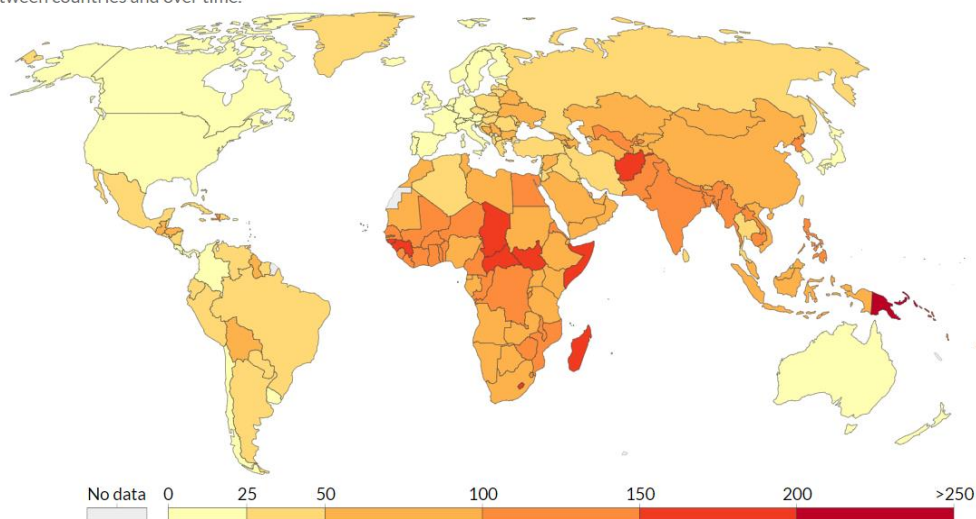


Рисунок 2. Візуалізація рівня смертності від забруднення повітря у світі в 2017 році (кількість смертей на 100 000 осіб населення)

Figure 2. Death rates from air pollution in 2017 (the number of deaths per 100,000 persons)

Джерело: Institute for Health Metrics and Evaluation, Global Burden of Disease Study 2017.

Не дивлячись на доволі високі показники смертності від забруднення повітря, спостерігається їх поступове скорочення. В усьому світі ми бачимо, що в останні десятиліття рівень смертності від загального забруднення повітря зменшився: з 2006 року кількість смертей на 100 000 людей майже на 25% зменшилася (рис. 3) [8].

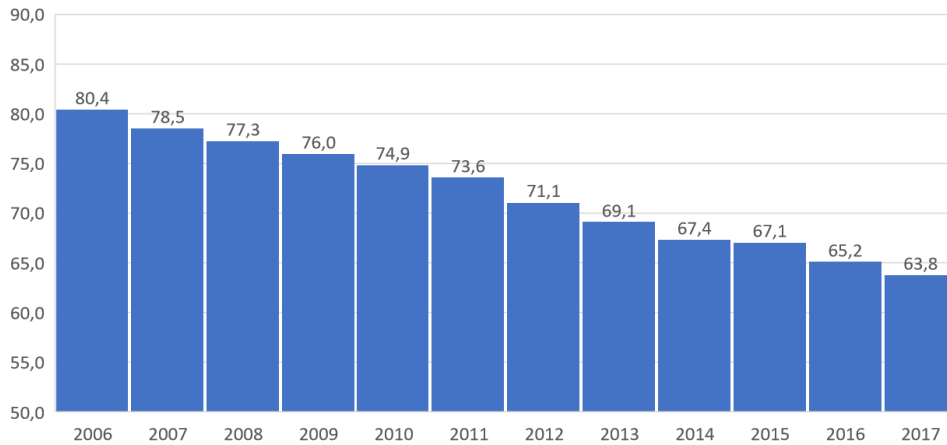


Рисунок 3. Динаміка смертності від забруднення повітря у світі в 2006–2017 рр. (кількість смертей на 100 000 осіб населення)

Figure 3. Death rates from air pollution, 2006–2017, the number of attributed deaths from pollution per 100,000 population

Джерело: Our World In Data.

Для проведення аналізу було взято два показники, які можуть мати непрямий зв'язок між собою, а саме, чи впливає збільшення обсягів інвестування у ВДЕ на зменшення смертності від забруднення повітря. Для визначення залежності смертності від забруднення повітря (кількість смертей на 100 000 осіб населення) – результативна ознака Y , від обсягу інвестицій у відновлювальну енергетику (млрд дол) на глобальному рівні – факторна ознака X . Побудовано модель парної регресії. Для аналізу взято дані за 12 років (табл. 1).

Таблиця 1. Показники смертності від забруднення повітря (кількість смертей на 100 000 осіб населення) та обсягу інвестицій у відновлювальну енергетику 2006–2017 рр. (млрд. дол. США)

Table 1. Indicators of mortality rate from air pollution (number of deaths per 100,000 persons) and global investment in renewable energy 2006–2017 (billion USD)

Роки	Смертність (Y)	Інвестицій (X)
2006	80,420	120,100
2007	78,530	168,200
2008	77,290	200,700
2009	76,010	195,100
2010	74,860	270,800
2011	73,600	322,800
2012	71,090	289,700
2013	69,130	266,800
2014	67,380	327,700
2015	67,080	356,500
2016	65,150	344,500
2017	63,820	392,400

На основі проаналізованих даних побудовано модель парної регресії з рівнянням

$$Y = 88,497 - 0,0607X. \quad (1)$$

На основі побудованої моделі можна зробити такі економічні висновки: при збільшенні інвестицій на 1 млрд коефіцієнт смертності від забруднення повітря зменшується в середньому на 0,0607 пунктів (1).

Відповідно до рівняння побудовано графік та лінію тренду, яка показує, що за умови збільшення фінансування розвитку ВДЕ смертність від забруднення повітря буде знижуватися (рис. 4).

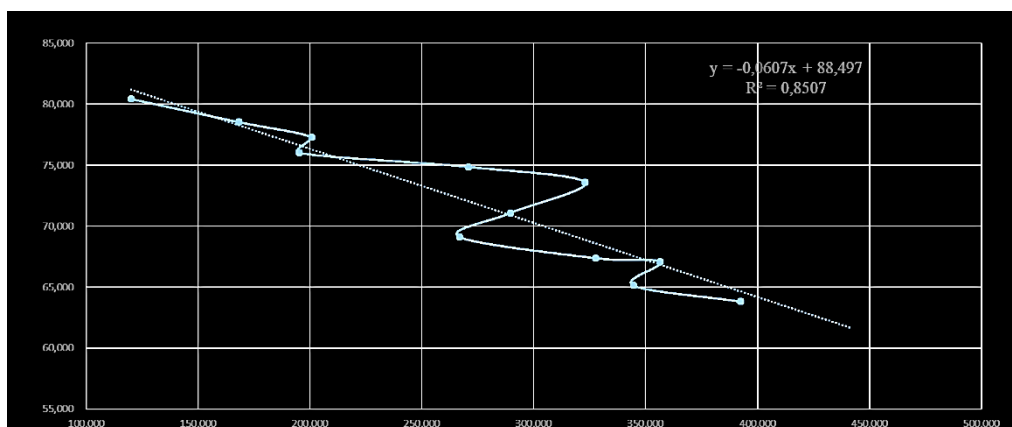


Рисунок 4. Модель парної лінійної регресії

Figure 4. Model of linear regression with one regressor

Джерело: побудовано авторами.

Для того, щоб виявити, чи є дана модель економічно й статистично значущою проведено її аналіз, результати якого описано далі.

Коефіцієнт кореляції = -0,92, що свідчить про високу обернену залежність між двома змінними. На основі значення коефіцієнта детермінації $R^2=0,85$ робимо висновки, що побудована модель пояснює коливання результативної ознаки Y на 85%, а 15% припадає на частку факторів, не врахованих у моделі.

Середня похибка апроксимації 2,1%, що менше 15% відсотків. Отже, побудовану модель можна використовувати для економічного аналізу та прогнозу.

При перевірці значущості моделі отримано результати $F_{\text{фактичне}} = 57$ $F_{\text{табличне}} = 5,3$. Оскільки $F_{\text{фактичне}} > F_{\text{табличне}}$, то визнається статистична значущість моделі.

При перевірці значущості коефіцієнтів моделі й коефіцієнтів кореляції отримано розрахункові значення t -статистики $t_{a0} = 11,7$ і $t_{a1} = t_{r_{xy}} = -7,8$. Табличне значення $t_{\text{табличне}} = 2,3$. Так як $|t_{ai}| > t_{\text{табличне}}$, то коефіцієнти a_0, a_1 та коефіцієнти кореляції r_{xy} значущі. Межі довірчих інтервалів коефіцієнтів моделі $71 \leq a_0 \leq 105,9$ та $-0,08 \leq a_1 \leq -0,04$.

Значення факторної ознаки для прогнозу й відповідні прогнозні значення результативної ознаки такі: $x_{\text{прогноз}} = 287,5$ та $y_{\text{прогноз}} = 71$ відповідно. Гранична похибка прогнозу при рівній значущості $\alpha = 0,05$ дорівнює 5,389. Звідки довірчий інтервал прогнозу результативної ознаки $y_{\text{прогноз}}$ має вигляд $65,7 < y_{\text{прогноз}} < 76,4$ (рис. 5).

На етапі специфікації обрано парну лінійну регресію. Оцінено її параметри методом найменших квадратів. Встановлено також, що параметри моделі статистично значущі. Можлива економічна інтерпретація параметрів моделі – збільшення інвестицій

на 1 млрд призводить до зменшення коефіцієнта смертності в середньому на 0,06 пункта. Отримані оцінки рівняння регресії дозволяють використовувати його для прогнозу.

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0,922358693							
R Square	0,850745559							
Adjusted R Sq	0,835820115							
Standard Error	2,242009361							
Observations	12							
<i>ANOVA</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	1	286,5149403	286,5149403	56,99968164	1,94837E-05			
Residual	10	50,26605974	5,026605974					
Total	11	336,781						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
Intercept	88,49701081	2,275114564	38,89782617	3,01116E-12	83,42773966	93,56628196	83,42773966	93,56628196
X Variable 1	-0,060702279	0,008040236	-7,549813351	1,94837E-05	-0,078617041	-0,042787518	-0,078617041	-0,042787518

Рисунок 5. Результати аналізу моделі

Figure 5. The results of model analysis

Джерело: побудовано авторами.

Висновки. Останні 10 років спостерігається чітка тенденція до зростання інвестицій у дану сферу. З кожним роком все більше країн вкладають кошти в розроблення технологій використання відновлювальних джерел енергії. Основними лідерами в сфері інвестування в альтернативну енергетику є Китай, США, Індія, Німеччина, Японія, Франція та Бразилія.

Вище перелічені країни лише одні з багатьох, хто зрозумів, що відновлювальні джерела енергії здатні вирішити проблему енергетичної безпеки та енергетичної незалежності держави. Крім того, позитивний аспект полягає ще й у поліпшенні екологічної ситуації в світі, а саме, зменшенні викидів шкідливих речовин в атмосферу і як наслідок підвищення рівня життя населення.

Основні проблеми самої альтернативної енергетики – це: потреба значних інвестицій, відповідної і сприятливої законодавчої бази, усвідомлення населенням їх необхідності. Для їх вирішення держава має активно діяти: надання пільг інвесторам, залучення фахівців з країн, в яких розвинена ця галузь для розроблення та вдосконалення законодавчої бази, а також популяризація серед населення теми «Захист довкілля».

Таким чином, більшість країн світу дійшли висновку, що альтернативна енергетика – це єдиний шлях для довготермінової енергетичної стратегії. Ресурси відновлювальних нетрадиційних джерел енергії за потенціалом значно перевищують геологічні запаси палива на планеті й здатні забезпечити довготермінову перспективу розвитку енергетики при стійких тарифах та без шкідливих наслідків для навколишнього середовища.

Conclusions. The carried out analysis makes it possible to conclude that over the past 10 years there is a clear trend of increasing investment in this area, every year more and more countries are investing in the development of renewable energy technologies. The main leaders of investing in alternative energy are: China, the USA, India, Germany, Japan, France and Brazil.

The above listed countries are among the few which have realized that renewable energy sources can solve the problem of energy security and energy independence of the state. In addition, another positive aspect is to improve the environmental situation in the world,

particularly the reduction of harmful substances emissions into the atmosphere and as a consequence the improvement of the population living standards.

As far as the main problems of the most alternative energy are concerned they are as follows: the need for significant investment, appropriate and favorable legal framework, public awareness of their need. In order to solve these problems, the state should act dynamically, i. e., to provide benefits to investors, to involve experts from the countries where this industry is developed for the improvement of legal framework, as well as to promote the subject of "Environmental Protection" among the population.

Thus, most countries around the world have come to the conclusion that alternative energy is the only way for a long-term energy strategy. The resources of non-traditional renewable energy sources significantly exceed the potential of geological fuel reserves on the planet and are able to provide the long-term perspective for energy development at sustainable tariffs and without harmful effects on the environment.

Список використаної літератури

1. «Зелёная энергетика» – уже сегодня, но с расчётом на завтра. Немецкое энергетическое агентство (dena). Нистеталь, Німеччина: Silber Druck oHG, 2013. С. 36.
2. Носенко Ю. Вітроенергетика – практичні аспекти і перспективи. Агробізнес сьогодні. 2012. Січень, № 1–2. С. 42–44.
3. Лавренчук В. А. «Зелені» інвестиції: українські реалії ринку альтернативної енергетики. Інвестиції: практика та досвід. 2012. № 22. С. 35–38.
4. Розвиток біоенергетики в світі. URL: <http://newecolife.com.ua/news/229-rozvitok-boenergetiki-v-svt.html>.
5. Півняк Г. Г. Альтернативна енергетика в Україні. Нац. гірн. ун-т. Д.: НГУ, 2013. С. 109.
6. Масленникова И. С. Экологический менеджмент и аудит. Издательство Юрайт, 2016. С. 328.
7. BNEF CleanEnergy InvestmentTrends, 2019. URL: <https://about.bnef.com/clean-energy-investment/>.
8. Air Pollution by Hannah Ritchie and Max Roser. This article was first published in October 2017; last revised in November 2019. URL: <https://ourworldindata.org/air-pollution>.

References

1. «Zelenaia energetika» – uje segodnia, no s raschetom na zavtra. Nemeckoe energetycheskoe agentstvo (dena). Nistetel, Nimechchyna: Silber Druck o HG, 2013. P. 36.
2. Nosenko Yu. Vitroenergetyka – praktychni aspekty i perspektyvy. Agrobiznes sogan. 2012. Sichen, No. 1–2. P. 42–44.
3. Lavrenchuk V. A. «Zeleni» investyciyi: ukrayinski realiyi rynku alternatyvnoyi energetyky. Investyciyi: praktyka ta dosvid. 2012. No. 22. P. 35–38.
4. Rozvytok bioenergetyky v sviti. URL: <http://newecolife.com.ua/news/229-rozvitok-boenergetiki-v-svt.html>.
5. Pivnyak G. G. Alternatyvna energetyka v Ukrayini. Nacz. girn. un-t. D.: NGU, 2013. P. 109.
6. Maslennikova Y. S. Ekologicheskyj menedzhment y audyt. Yzdatelstvo Yurajt, 2016. P. 328.
7. BNEF Clean Energy Investment Trends, 2019. URL: <https://about.bnef.com/clean-energy-investment/>.
8. Air Pollution by Hannah Ritchie and Max Roser. This article was first published in October 2017; last revised in November 2019. URL: <https://ourworldindata.org/air-pollution>.