

*Електронний журнал «Ефективна економіка» включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України № 975 від 11.07.2019). Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292.
Ефективна економіка. 2023. № 8.*

DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2023.8.19>

УДК 338.456.6:004.738

М. Я. Заяць,

к. е. н., доцент кафедри управління та адміністрування, Івано-Франківський навчально-науковий інститут менеджменту Західноукраїнського національного університету

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5073-9247>

М. Й. Романчукевич,

к. е. н., доцент кафедри міжнародної економіки, маркетингу та менеджменту, Івано-Франківський навчально-науковий інститут менеджменту

Західноукраїнського національного університету

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8369-4495>

ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ІНВЕСТИЦІЙ В ТЕХНОЛОГІЇ ІНДУСТРІЇ 4.0 ТА 5.0

M. Zaiats,

*PhD in Economics, Associate Professor,
Ivano-Frankivsk Educational and Scientific Institute of Management of the
West Ukrainian National University*

M. Romanchukevych

*PhD in Economics, Associate Professor,
Ivano-Frankivsk Educational and Scientific Institute of Management of the
West Ukrainian National University*

THE ECONOMIC EFFECT OF INVESTMENTS IN TECHNOLOGIES OF INDUSTRY 4.0 AND 5.0

У статті досліджено вплив довгострокових інвестицій та витрат на дослідження і розробки у впровадження технологій індустрії 4.0 та 5.0 в діяльності 10 найбільших компаній в світі з розвитку систем відновлюваної енергетики. Актуальність дослідження полягає у тому, що технології 4.0 та 5.0 кардинально трансформують бізнес-процеси за рахунок виведення на

вищий рівень ефективності поєднання діяльності людини та сучасних технологій. Проте, це зумовлює необхідність вкладення значного обсягу інвестицій і повинно супроводжуватись позитивним ефектом для економічних показників діяльності компаній. Мета дослідження полягає у визначенні економічного ефекту вкладення інвестицій у впровадження технологій індустрії 4.0 та 5.0. Результати дослідження показали, що довгострокові інвестиції та витрати на дослідження і розробки мають позитивний довгостроковий вплив на такі показники діяльності компаній, як EBITDA, EBIT, Net Income, ROI. Отримані результати відкривають перспективи подальших досліджень, зокрема дослідження впливу технологій індустрії 4.0 та 5.0 на ефективність управління бізнес-процесами.

The article examines the influence of long-term investments and research and development costs in the implementation of Industry 4.0 and 5.0 technologies in the activities of the 10 largest companies in the world on the development of renewable energy systems. The relevance of the research lies in the fact that technologies 4.0 and 5.0 radically transform business processes by bringing the combination of human activity and modern technologies to a higher level of efficiency. However, this necessitates a significant amount of investment and should be accompanied by a positive effect on the economic performance of companies. The purpose of the study is to determine the economic effect of investing in the implementation of Industry 4.0 and 5.0 technologies. The study of the economic effect of investments in the implementation of Industry 4.0 and 5.0 technologies is based on the use of a vector autoregression model. At this stage, the implementation of Industry 4.0 and 5.0 technologies is most widespread among companies working in the field of renewable energy. The generation of energy from renewable sources in these companies is completely built on technologies 4.0 and 5.0. Based on the data of the financial statements of the 10 largest companies in the world engaged in the development and implementation of renewable energy systems and alternative energy sources, we will analyze the impact of investments in the development and implementation of Industry 4.0 and 5.0 technologies on the economic performance of these companies. The obtained results of the study of the economic effectiveness of investments in the development of industry 4.0 and 5.0 technologies confirm their great potential for stimulating economic growth, increasing productivity and changing modern industrial processes. The results of the study showed that long-term investments and research and development expenses have a positive long-term effect on such indicators of company activity as EBITDA, EBIT, Net Income, ROI. The obtained results open the prospects for further research, in particular, the study of the impact of Industry 4.0 and 5.0 technologies on the effectiveness of business process management.

Ключові слова: *індустрія 4.0, індустрія 5.0, EBITDA, EBIT, Net Income, ROI, інвестиції.*

Keywords: *industry 4.0, industry 5.0, EBITDA, EBIT, Net Income, ROI, investments.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Зв'язок між економічним ефектом інвестицій в технології індустрії 4.0 та індустрії 5.0 є ключовим напрямом досліджень в сучасній економічній науці. Ці два концептуальні підходи до промислового розвитку представляють суттєві відмінності та можливості для досягнення економічного зростання, підвищення продуктивності та збільшення конкурентоспроможності країн і підприємств.

Індустрія 4.0 визначається як промислова революція, яка об'єднує розумну автоматизацію, штучний інтелект, інтернет речей та інші передові технології для трансформації традиційних галузей економіки. Вона допомагає оптимізувати процеси, підвищити ефективність та знизити витрати, що призводить до значного економічного впливу для компаній та економік загалом. З іншого боку, індустрія 5.0 є наступним етапом розвитку, який ставить акцент на глибоке поєднання діяльності людини та сучасних автоматизованих систем з метою досягнення максимальної продуктивності та ефективності. Інтеграція людського потенціалу з передовими технологіями дозволяє створити нові інноваційні продукти та послуги, що може призвести до нових можливостей для бізнесу та економіки.

Однак обидва напрямки також несуть ризики та виклики, пов'язані з кібербезпекою, змінами на ринку праці та нерівномірним розподілом економічних ефектів. Дослідження економічного ефекту інвестицій в індустрії 4.0 та індустрії 5.0 допоможуть ідентифікувати оптимальні стратегії впровадження технологій, з'ясувати сфери їх найбільшої вигоди та вирішити проблеми, пов'язані з соціально-економічними наслідками, забезпечуючи сталість та ефективний розвиток сучасного світу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Технології Індустрії 4.0 та 5.0 активно розробляються та впроваджуються, адже їх використання відкриває

ряд можливостей. Зокрема, за даними ЮНІДО [10], використання таких технологій дозволяє зменшити витрати енергії в багатьох галузях. Зменшення споживання енергії з одного боку заощаджує ресурси для споживачів енергії, з іншого боку зменшує навантаженість на енергосистему. Шарл та Практінью [8] зазначають, що зростання кількості альтернативних джерел енергії створює проблему управління ними. Для цього необхідно розробляти відповідні системи на основі технологій Індустрії 4.0, що передбачає вкладення значного обсягу інвестицій. У зв'язку із цим виникає необхідність дослідження економічної ефективності таких інвестицій.

Досліджуючи можливості трансформації та адаптації до технологій поза Індустрією 4.0, автори [1] стверджують, що необхідно заохочувати та сприяти розвитку зелених енергетичних систем, що також передбачає необхідність залучення значного обсягу інвестицій. На даному етапі розвитку компанії з розробки і впровадження відновлювальних енергетичних систем лише формують свою ринкову нішу, а тому питання їх фінансового становища є визначальним для подальшого розвитку всієї галузі.

У дослідженні застосування технологій Індустрії 4.0 автори [5] доходять висновку, що використання технологій Індустрії 4.0 орієнтоване на побудову стабільних ланцюгів поставок, інтернету речей та переваг діджиталізації. Використання цих технологій дозволяє підвищити ефективність та надійність бізнес-процесів, а діджиталізація забезпечує можливість створення цифрових бізнес-моделей. Проте, необхідно також враховувати поточний етап розвитку та впровадження цих технологій, а саме необхідність значних інвестицій.

Юссеф у дослідженні ролі Індустрії 4.0 в боротьбі зі змінами клімату [11] зазначає, що досягнення промисловості можуть бути успішно використані для боротьби зі змінами клімату. Індустрія 4.0 та 5.0, як її логічний розвиток мають бути кліматично сумісними, тобто забезпечувати щонайменше енергетичну ефективність. Проте, для подолання наслідків зміни клімату необхідні значно більші обсяги інвестицій, що ще більше актуалізує дане питання для наукових досліджень.

Колектив авторів [2], досліджуючи економічні та соціальні наслідки індустрії 4.0 стверджують, що основними серед них є вплив на зайнятість та

структуру робочих місць. Впровадження передових технологій вивільняє робочу силу, яка заміщується технологіями. Це призводить до структурних зрушень на ринку праці. Але серед економічних наслідків також варто розглядати ефективність бізнес-моделей безпосередньо самих компаній, які впроваджують технології Індустрії 4.0, особливо це актуально для оцінки ефективності та окупності інвестицій у дану технологію.

Проте, інвестицій в технології 4.0 та 5.0 можуть бути не лише фінансові, але і енергетичні. Автори іншого дослідження [9] зазначають, що разом з усіма перевагами, які забезпечує Індустрія 4.0, вона потребує значних енергетичних затрат на етапі розвитку та впровадження. На даний момент людство лише розпочинає перехід до використання технологій Індустрії 4.0 та 5.0, а цей процес потребує значних витрат енергії та ресурсів. На цьому етапі важливо забезпечувати енергетичну та економічну ефективність, що може бути досягнуто за рахунок відновлювальних енергетичних систем. В цьому контексті важливо підтримувати економічну ефективність компаній з розробки та впровадження відновлювальних енергетичних систем, адже поки що на ринку вони конкурують із системами, що базуються на вичерпних енергоресурсах.

На важливості фінансової ефективності відновлювальних енергетичних систем наголошується в ряді досліджень. OECD [6] наголошує на важливості державної підтримки інвестиційних проектів з розробки і впровадження відновлювальних енергетичних систем. Протягом останнього десятиліття інвестиції у відновлювані джерела енергії були недостатніми для активного розвитку галу і все ще залишаються на такому рівні. Наголошується, що на кожен долар інвестицій у відновлювальні джерела енергії припадає три долари інвестованих у вичерпні джерела енергії, зокрема вугілля. Внаслідок жорсткої конкуренції з вичерпними джерелами енергії, відновлювальні енергетичні системи потребують інвестицій для досягнення ефекту масштабу і виходу на економічну рентабельність.

Пеімані [7] вказує на фінансові перешкоди впровадженню відновлювальних джерел енергії. Головна проблема полягає у потребі значного обсягу інвестування у ці розробки. В короткостроковому періоді на багато більш вигідним є використання вичерпних джерел енергії, оскільки це не

потребує значних вкладень коштів у розробки, адже технології давно доступні. В той же час, відновлювальні енергетичні системи на даний момент є збитковими в силу обмеженості доступу технологій для масового використання та потреби у вдосконаленні та розвитку таких технологій. Розвиток та впровадження технологій Індустрії 4.0 та 5.0 можливі за умови економічної ефективності діяльності компаній, що займаються розробкою таких енергетичних систем.

Європейський інвестиційний банк [3] розглядає можливості використання операцій з фінансовими інструментами для фінансування розвитку відновлювальних енергетичних систем. Використання фінансових інструментів може забезпечити залучення необхідних фінансових ресурсів для розробки і впровадження відновлювальних енергетичних систем. Головна перевага міжнародних фінансових ринків полягає в тому, що на них можливо залучити великі обсяги ресурсів, які не здатні забезпечити жодні інституції або приватні інвестори самотійно. Але для залучення таких інвестицій необхідно забезпечувати фінансову ефективність діяльності, оскільки в першу чергу інвесторів на міжнародних фінансових ринках цікавить економічна ефективність роботи компаній, що розвивають відновлювальні енергетичні системи.

Аналіз літературних джерел показав, що питання економічної ефективності діяльності компаній з впровадження технологій 4.0 та 5.0 є визначальним для розвитку цих технологій. Якими б не були переваги використання відновлювальних енергетичних систем, компанії повинні бути фінансово успішними. Саме цей фактор є визначальним при залученні інвестицій такими компаніями.

Формулювання цілей статті. Мета дослідження полягає у визначенні економічного ефекту вкладення інвестицій у впровадження технологій індустрії 4.0 та 5.0.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одним із ключових економічних аспектів, які визначають впровадження технологій індустрії 4.0 та 5.0, є витрати на дослідження та розробки компаній, а також довгострокові інвестиції. Дослідження даного питання показало, що на даному етапі

впровадження технологій індустрії 4.0 та 5.0 має найбільше поширення серед компаній, що працюють у сфері відновлюваної енергетики. Саме генерація енергії з відновлюваних джерел у цих компаніях повністю побудована на технологіях 4.0 та 5.0. На основі даних фінансової звітності 10 найбільших компаній світу, що займаються розвитком та впровадженням відновлювальних енергетичних систем та альтернативними джерелами енергії [4] ми проаналізуємо вплив інвестицій у розробку та впровадження технологій індустрії 4.0 та 5.0 на економічні показники діяльності цих компаній. Витрати на дослідження і розробки та довгострокові інвестиції серед іншого включають також і розвиток і впровадження технологій для обслуговування енергетичних потужностей. На рис. 1 наведено динаміку обсягу довгострокових інвестицій та витрат на дослідження і розробки 10 найбільших компаній з розвитку відновлюваної енергетики.

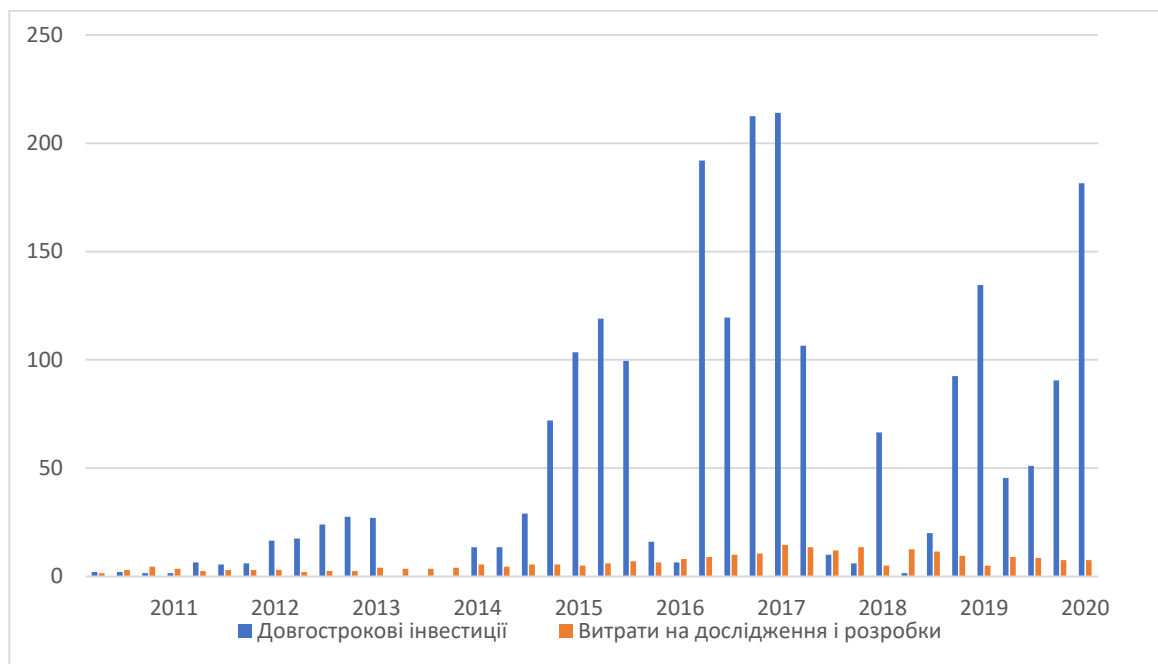


Рис 1. Обсяг інвестицій та витрат на дослідження і розробки 10 найбільших компаній світу в галузі відновлюваної енергетики (млрд дол. США)

Джерело: побудовано автором

Дані рис. 1 свідчать про зростаючу динаміку обсягу довгострокових інвестицій та витрат на дослідження і розробку компаній, що займаються відновлювальними енергетичними системами. Далі розглянемо, як довгострокові інвестиції та витрати на дослідження і розробки впливають на фінансові показники діяльності найбільших компаній з відновлювальних

енергетичних систем. В дослідженні використані показники діяльності компаній, які за своєю природою є часовими рядами. Виходячи з цього, першим етапом є перевірка часових рядів на стаціонарність. Для цього використаємо тест Діккі-Фулера на одиничний корінь (Augmented Dickey-Fuller test).

Таблиця 1. Перевірка часових рядів на стаціонарність

Variables Level	ADF Stats	Prob.	Variables First Difference	ADF Stats	Prob.	Results
Investments	-3.30146	0.08099	d-Investments	-6.19239	4.442e-05	I(1)
R&D	-1.86022	0.675	d-R&D	-6.24534	2.834e-07	I(1)
EBITDA	-5.07045	0.001021				I(0)
EBIT	-4.32788	0.007446				I(0)
Net Income	-4.2394	0.009329				I(0)
ROI	-3.0354	0.136	d-ROI	-5.79924	0.0001	I(1)

Дані таблиці 1 свідчать, що інвестиції, витрати на дослідження та розробки та ROI є стаціонарними на рівні першої різниці. В свою чергу EBITDA, EBIT та чистий дохід є стаціонарними на рівні змінної. Таким чином, ми можемо зробити висновок, що всі змінні є стаціонарними або на рівні змінної або на рівні першої різниці. Це означає, що для подальшого аналізу ми можемо використати векторну авторегресійну модель, яка застосовується для стаціонарних рядів даних.

Наступним етапом дослідження є перевірка коінтеграції змінних між собою. Для цього ми розглянемо моделі залежностей показників:

$$EBITDA, EBIT, Net\ income, ROI = f(Investments, R\&D)$$

Результати тесту на коінтеграцію наведені в таблиці 2.

Отримані результати свідчать, що EBITDA, EBIT чистий дохід є коінтегрованими з інвестиціями та витратами на дослідження і розробки. Це підтверджується відповідними значеннями параметра p-value. P-value для EBITDA становить 0,01111; для EBIT становить 0,05702; для чистого доходу становить 0,04439. Лише ROI не є коінтегрованим з інвестиціями та витратами на дослідження і розробки, що підтверджується значенням p-value 0,3562, яке більше еталонного значення 0,05.

Таблиця 2. Перевірка показників на коінтеграцію

Показник	Коефіцієнт	t-статистика	Значення p-value
Залежна змінна: EBITDA			
Const	42.0326	3.078	0.0039
Investments	0.149295	1.264	0.2141
R&D	-0.516003	-0.2476	0.8058
p-value			0.01111
Залежна змінна: EBIT			
const	18.9611	1.579	0.1228
Investments	0.0828318	0.7975	0.4303
R&D	1.07209	0.5851	0.5620
p-value			0.05702
Залежна змінна: Net Income			
const	5.70564	0.6080	0.5469
Investments	0.0323948	0.3991	0.6921
R&D	0.0348003	0.02430	0.9807
p-value			0.04439
Залежна змінна: ROI			
const	5.78987	3.112	0.0036
Investments	0.00713715	0.4436	0.6599
R&D	-0.0155245	-0.05469	0.9567
p-value			0.3562

Наступний етап це перевірка залишків регресії відповідних залежностей з таблиці 2 на нормальність розподілу. Фактично, у часових рядах економічних параметрів важко отримати нормальність розподілу залишків регресії, оскільки економічні показники залежать від багатьох змінних і не мають середніх об'єктивних значень. На рис. 2 наведено графіки нормальності розподілу залишків регресій впливу інвестицій та витрат на дослідження і розробку на результуючі показники.

Дані рис. 2 свідчать про нормальність розподілу залишків, що підтверджується графічно та відповідними значеннями коефіцієнтів. Далі побудуємо векторні авторегресійні моделі впливу інвестицій та витрат на дослідження і розробки на результуючі показники.

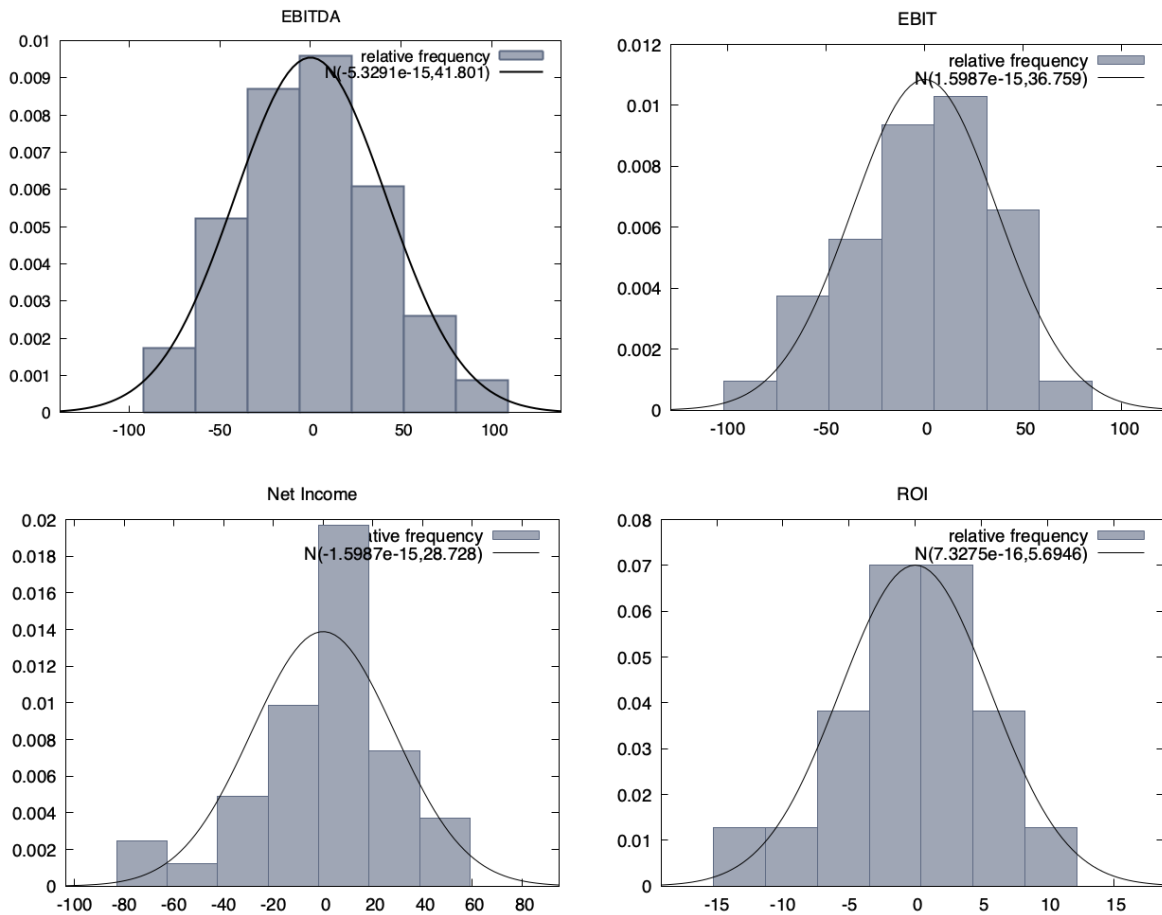


Рис 2. Нормальність розподілу залишків регресій впливу інвестицій та витрат на дослідження і розробки на результуючі показники
Джерело: побудовано автором

Відповідно до проведених розрахунків, ми маємо векторну авторегресійну модель з довжиною лагу 4. Для кожного рівняння ми наводимо змінні, які є статистично значимими регресорами, що підтверджується відповідними значеннями параметра p -value. Дані рівняння відповідають на питання: чи призводять зміни у значеннях регресора до змін у значеннях результуючого показника? Нульова гіпотеза передбачає відсутність причинного зв'язку. Якщо параметр p -value має значення менше 0,05, то ми можемо відхилити нульову гіпотезу та підтвердити наявність причинного зв'язку. В таблиці 3 наведено інформацію про причинний зв'язок між змінними на відповідних лагах.

Таблиця 3. Причинний зв'язок між змінними на відповідних лагах

Показник	Коефіцієнт	Стандартна помилка	t-статистика	Значення p-value
Рівняння 1: Investments				
Investments_1	0.822507	0.297975	2.760	0.0185
Investments_2	-0.812213	0.358835	-2.263	0.0448
RD_1	20.8885	7.87214	2.653	0.0224
R-squared	0.730969			
rho	-0.197764			
Durbin-Watson	2.372525			
Рівняння 2: Research & Development				
const	4.42211	1.90862	2.317	0.0408
Investments_1	0.0248926	0.00767825	3.242	0.0078
Investments_3	0.0285745	0.0112328	2.544	0.0273
EBIT_4	0.0529134	0.0237317	2.230	0.0476
NetIncome_3	0.0518602	0.0241126	2.151	0.0546
R-squared	0.942534			
Durbin-Watson	1.917618			
rho	0.006469			
Рівняння 3: EBITDA				
RD_1	11.4174	5.12454	2.228	0.0477
R-squared	0.714132			
Durbin-Watson	2.879837			
rho	-0.443811			
Рівняння 4: EBIT				
R-squared	0.679262			
Durbin-Watson	2.364350			
rho	-0.185093			
Рівняння 5: Net Income				
ROI_4	-4.26305	1.71737		
R-squared	0.689698			
Durbin-Watson	2.676721			
rho	-0.344597			
Рівняння 6: ROI				
Investments_2	-0.0386049	0.0129982	-2.970	0.0127
RD_1	0.799800	0.285155	2.805	0.0171
EBITDA_2	0.0722347	0.0268285	2.692	0.0209
EBIT_1	0.0990535	0.0297350	3.331	0.0067
R-squared	0.949347			
Durbin-Watson	2.799855			
rho	-0.404539			

На основі отриманих даних можемо констатувати, що зміни в обсязі інвестицій впливають самі на себе у 1 та другому лагах, а також зміни у витратах на дослідження та розробки в першому лазі впливають на обсяг інвестицій. Витрати на дослідження та розробки також залежать від інвестицій у першому та третьому лазі, а також від зміни ЕБІТ у четвертому лазі та чистого доходу у третьому лазі. На ЕБІТДА впливають витрати на дослідження

та розробки у першому лазі, а на ЕВІТ статистично значимого впливу не мають зміни жодного параметра. На обсяг чистого доходу пливають зміни показника ROI у четвертому лазі, а на ROI впливають зміни в інвестиціях в другому лазі, зміни у витратах на дослідження і розробки у першому лазі, ЕВІТДА у другому лазі, ЕВІТ у першому лазі.

Для більш детального розуміння отриманих результатів необхідно розглянути властивості помилок прогнозу та декомпозицію їх дисперсій. Декомпозиція дисперсій дозволяє оцінити пропорції дисперсії, викликані шоками різних змінних, і таким чином дозволяє визначити, на скільки відсотків зміна одного показника пояснюється зміною іншого. На рис. 3 наведено графічне представлення декомпозиції дисперсій змінних векторної авторегресійної моделі за 20 періодів (кварталів).

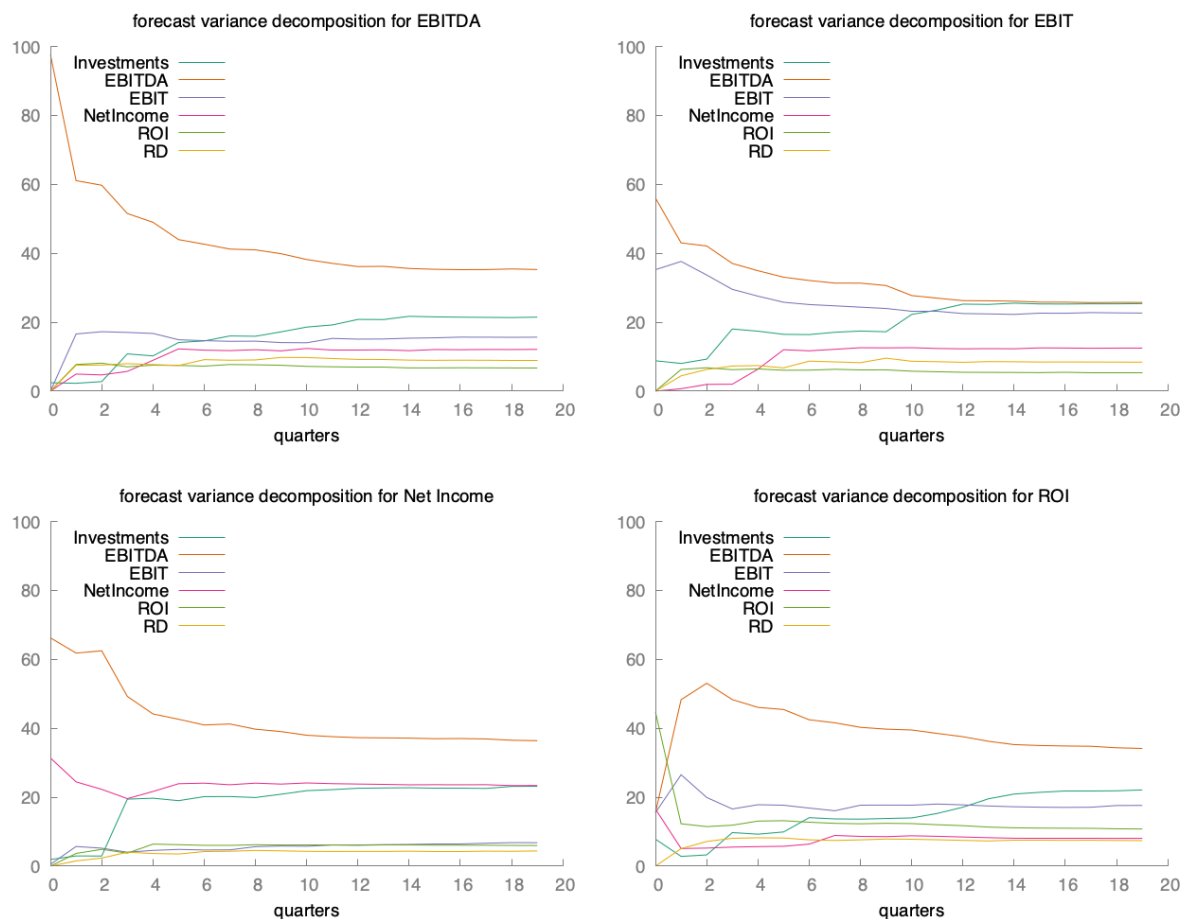


Рис. 3. Декомпозиція дисперсій змінних векторної авторегресійної моделі
Джерело: побудовано автором

Дані свідчать, що зміна ЕВІТДА в значній мірі зумовлена змінами самого показника в попередніх періодах, але після 8 періоду така зміна зумовлена лише на 40%. В перших десяти періодах зміна ЕВІТ зумовлена сама собою на

30%, але майже на 40% зумовлена змінами EBITDA. Зміни чистого доходу більш ніж на 40% протягом всього періоду зумовлені змінами в EBITDA та на 20% змінами в інвестиціях. А зміни ROI більш як на 40% зумовлені змінами EBITDA, змінами в інвестиціях – близько 20%. Зміни фінансових показників зумовлені змінами у витратах на дослідження і розробки в середньому на 5%, а інвестиціями в середньому близько 20%.

Прогноз впливу інвестицій на витрат на розробки на показники EBITDA, EBIT, Net Income, ROI наведено на рис. 4.

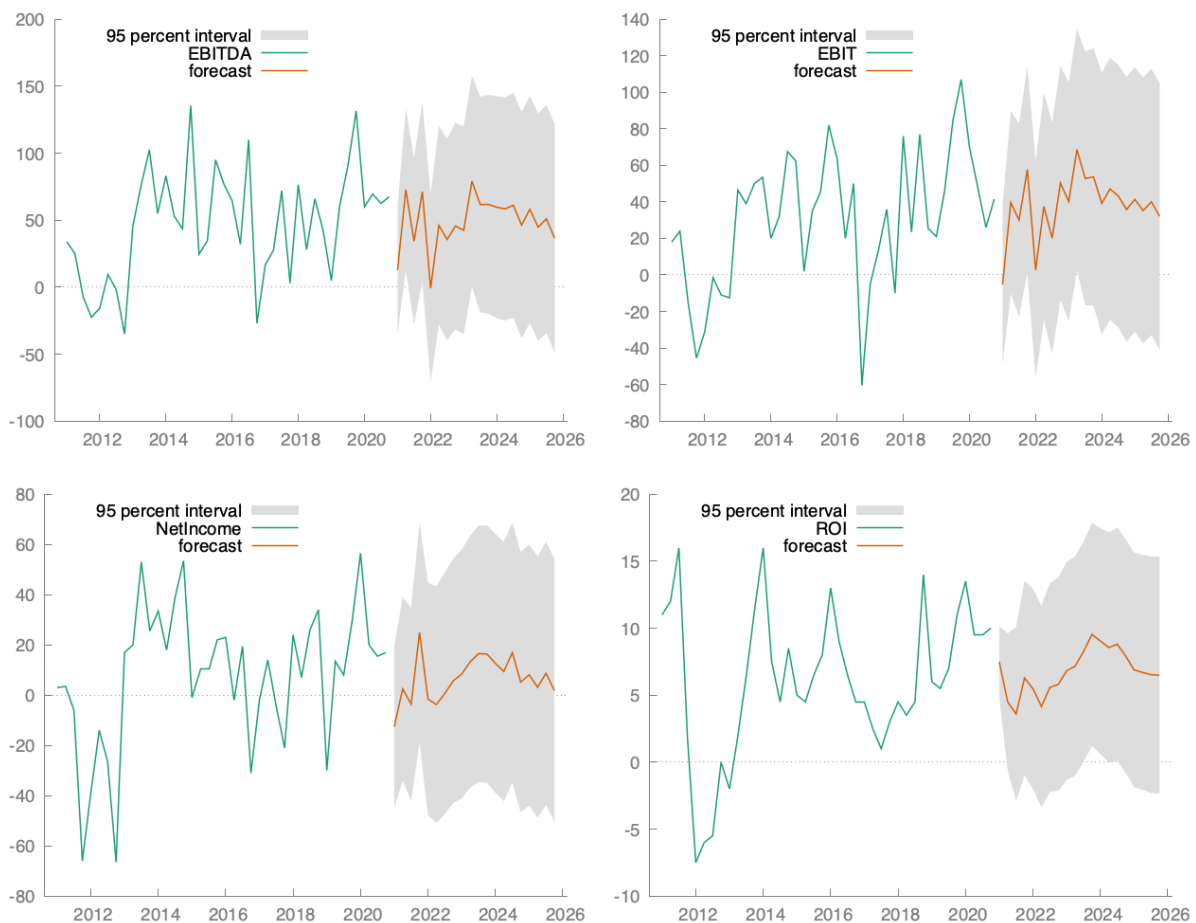


Рис. 4. Прогноз впливу інвестицій на витрат на розробки на показники EBITDA, EBIT, Net Income, ROI

Джерело: побудовано автором

Результати прогнозування свідчать про те, що інвестиції та витрати на дослідження і розробки компаній, що займаються розвитком відновлювальних енергетичних систем мають позитивний вплив. Прогноз розраховувався на горизонт до 2026 року. За всіма показниками спостерігається позитивна тенденція, а прогнозні значення знаходяться у межах 95% довірчого інтервалу.

Отримані результати свідчать про позитивний довгостроковий вплив

інвестицій та витрат на дослідження і розробки компаній, що займаються відновлюваною енергетикою, на фінансові показники їх діяльності. Варто зазначити, що для більше детального та якісного аналізу необхідно враховувати відсотковий розподіл інвестицій та витрат на дослідження і розробки саме в частині витрат на технології індустрії 4.0 та 5.0. Проте, така інформація є конфіденційною та розголошенню не підлягає. Але особливість діяльності компаній, що займаються відновлюваною енергетикою, полягає в тому, що основні інвестиції спрямовуються не лише в розробку технологій відновлюваної енергетики, а й у формування інфраструктури для енергетичних потужностей. А така інфраструктура повністю будується на технологія індустрії 4.0 та 5.0.

Висновки та перспективи подальших розвідок у даному напрямі.

Отримані результати дослідження економічної ефективності інвестицій в розвиток технологій індустрії 4.0 та 5.0 підтверджують їх великий потенціал для стимулювання економічного зростання, підвищення продуктивності та зміни сучасних промислових процесів. Проведене дослідження показало, що довгострокові інвестиції в розвиток технологій індустрії 4.0 та 5.0 позитивно впливають на фінансові показники діяльності компаній. Ці інвестиції дозволяють підвищити ефективність виробництва, зменшити витрати, забезпечити стабільний розвиток та збільшити конкурентоспроможність на ринку. Одночасно інноваційна діяльність та постійне вдосконалення технологій забезпечують прогресивний розвиток галузей, підвищення якості життя та стимулюють стає економічне зростання в цілому. Отримані результати відкривають перспективи подальших досліджень, зокрема дослідження впливу технологій індустрії 4.0 та 5.0 на ефективність управління бізнес-процесами.

Література

1. Artie W.Ng., Jatin N., Jingyan F., Hui Z. Green financing for global energy sustainability: prospecting transformational adaptation beyond Industry 4.0. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/15487733.2021.1999079>

2. Cézanne C., Lorenz E., Saglietto L. Exploring the economic and social impacts of Industry 4.0. *Revue d'économie industrielle* 2020/1 (169), pages 11-35. URL: <https://www.cairn.info/revue-d-economie-industrielle-2020-1-page-11.htm>
3. European Investment Bank. Stocktaking study on financial instruments by sector. Synthesis – The use of financial instruments in the ‘Renewable Energy’ sector. URL: <https://www.fi-compass.eu/sites/default/files/publications/The%20use%20of%20financial%20instruments%20in%20the%20‘Renewable%20Energy’%20sector.pdf>
4. Johnston M. 10 Biggest Renewable Energy Companies in the World. URL: <https://www.investopedia.com/investing/top-alternative-energy-companies/>
5. Khan I.S., Ahmad M.O., Majava J. Industry 4.0 and sustainable development: A systematic mapping of triple bottom line, Circular Economy and Sustainable Business Models perspectives. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621008751>
6. OECD. The Clean Energy Finance and Investment Policy Review of Indonesia. URL: <https://www.oecd.org/environment/cc/policy-highlights-clean-energy-finance-and-investment-policy-review-of-indonesia.pdf>
7. Peimani H. Financial Barriers To Development Of Renewable And Green Energy Projects In Asia. URL: <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/445156/adbi-wp862.pdf>
8. Sharl S., Praktiknjo A.J. The Role of a Digital Industry 4.0 in a Renewable Energy System. URL: https://www.researchgate.net/publication/330831699_The_Role_of_a_Digital_Industry_40_in_a_Renewable_Energy_System
9. Tan Ching Ng, Morteza G. Energy sustainability and industry 4.0. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 463 012090. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/463/1/012090>
10. UNIDO. Accelerating clean energy through Industry 4.0: manufacturing the next revolution. URL: https://www.unido.org/sites/default/files/2017-08/REPORT_Accelerating_clean_energy_through_Industry_4.0.Final_0.pdf

11. Youssef A.B. How Can Industry 4.0 Contribute to Combatting Climate Change? *Revue d'économie industrielle* 2020/1 (169), pages 161-193. URL: <https://www.cairn.info/revue-d-economie-industrielle-2020-1-page-161.htm>

References

1. Artie, W.Ng., Jatin, N., Jingyan, F. and Hui, Z. (2021), "Green financing for global energy sustainability: prospecting transformational adaptation beyond Industry 4.0", available at: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/15487733.2021.1999079> (Accessed 22 July 2023).

2. Cézanne, C., Lorenz, E. and Saglietto, L. (2020), "Exploring the economic and social impacts of Industry 4.0", *Revue d'économie industrielle*, vol. 2020/1 (169), pp. 11-35, available at: <https://www.cairn.info/revue-d-economie-industrielle-2020-1-page-11.htm> (Accessed 22 July 2023).

3. European Investment Bank (2020), "Stocktaking study on financial instruments by sector. Synthesis – The use of financial instruments in the 'Renewable Energy' sector", available at: <https://www.fi-compass.eu/sites/default/files/publications/The%20use%20of%20financial%20instruments%20in%20the%20'Renewable%20Energy'%20sector.pdf> (Accessed 22 July 2023).

4. Johnston, M. (2021), "10 Biggest Renewable Energy Companies in the World", available at: <https://www.investopedia.com/investing/top-alternative-energy-companies/> (Accessed 22 July 2023).

5. Khan, I.S., Ahmad, M.O. and Majava, J. (2020), "Industry 4.0 and sustainable development: A systematic mapping of triple bottom line, Circular Economy and Sustainable Business Models perspectives", available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621008751> (Accessed 22 July 2023).

6. OECD (2021), "The Clean Energy Finance and Investment Policy Review of Indonesia", available at: <https://www.oecd.org/environment/cc/policy-highlights-clean-energy-finance-and-investment-policy-review-of-indonesia.pdf> (Accessed 22 July 2023).

7. Peimani, H. (2017), “Financial Barriers To Development Of Renewable And Green Energy Projects In Asia”, available at: <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/445156/adbi-wp862.pdf> (Accessed 22 July 2023).

8. Sharl, S. and Praktijnjo, A.J. (2019), “The Role of a Digital Industry 4.0 in a Renewable Energy System”, available at: https://www.researchgate.net/publication/330831699_The_Role_of_a_Digital_Industry_40_in_a_Renewable_Energy_System (Accessed 22 July 2023).

9. Tan Ching, Ng. and Morteza, G. (2020), “Energy sustainability and industry 4.0”, IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci., vol. 463 012090, available at: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/463/1/012090> (Accessed 22 July 2023).

10. UNIDO (2017), “Accelerating clean energy through Industry 4.0: manufacturing the next revolution”, available at: https://www.unido.org/sites/default/files/2017-08/REPORT_Accelerating_clean_energy_through_Industry_4.0.Final_0.pdf (Accessed 22 July 2023).

11. Youssef, A.B. (2020), “How Can Industry 4.0 Contribute to Combatting Climate Change? ”, Revue d'économie industrielle, vol. 2020/1 (169), pp. 161-193, available at: <https://www.cairn.info/revue-d-economie-industrielle-2020-1-page-161.htm> (Accessed 22 July 2023).

Стаття надійшла до редакції 09.08.2023 р.