

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет менеджменту та маркетингу

Кафедра економічної кібернетики

ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО

Завідувач кафедри

_____ Катерина БОЯРИНОВА

«_____» червня 2026 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

**на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо–професійною програмою
«Економічна аналітика»
спеціальності 051 «Економіка»**

**на тему: «Економіко-аналітичне обґрунтування підвищення ефективності
діяльності підприємства»**

Виконав:

Студент IV курсу, групи УА–21

БАЛЯСНІКОВ Кирилл Ігоревич _____

Керівник:

доцент кафедри економічної кібернетики, к.е.н., доц.

РОЩИНА Надія Василівна _____

Рецензент:

декан факультету менеджменту та маркетингу, д.е.н., проф.

КРАВЧЕНКО Марина Олегівна _____

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає запозичень з
праць інших авторів без відповідних посилань

Студент _____

Київ – 2026

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет менеджменту та маркетингу

Кафедра економічної кібернетики

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 051 Економіка

Освітньо-професійна програма «Економічна аналітика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Катерина БОЯРИНОВА

«06» лютого 2026 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

БАЛЯСНІКОВ Кирилл Ігорович

1. Тема роботи: «Економіко-аналітичне обґрунтування підвищення ефективності діяльності підприємства»,

керівник роботи **РОЩИНА Надія Василівна**, к.е.н., доц.,

затверджені наказом по університету від 29.05.2026 р № 2003-с.

2. Термін подання студентом роботи 08.06.2026 р.

3. Вихідні дані до роботи: законодавчі та нормативні акти України, наукові праці та дослідження, фінансова звітність підприємства ПП «Арсенал-Т-07», дані аналітичної системи YouControl, відкриті дані цін РДН, результати авторських розрахунків у Excel та Python.

4. Зміст дипломної роботи (перелік завдань, які потрібно розробити):

а) теоретична частина:

- узагальнити теоретичні підходи до трактування сутності та видів ефективності діяльності підприємства;
- систематизувати методичні підходи та інструментарій економіко-аналітичного оцінювання ефективності;

б) аналітична частина:

- здійснити комплексний аналіз економічного стану та фінансових результатів діяльності базового підприємства;
- провести економіко-аналітичне оцінювання показників ефективності;
- виконати факторний аналіз для ідентифікації ключових проблем та резервів підвищення ефективності;

в) рекомендаційна частина:

- розробити альтернативні варіанти економічних рішень із застосуванням методів моделювання та прогнозно-аналітичного обґрунтування;
- сформулювати практичні рекомендації щодо підвищення ефективності та здійснити оцінку їхньої економічної доцільності.

5. Перелік ілюстративного матеріалу

1. Теоретичні аспекти та обґрунтування методів аналітики
2. Характеристика бази дослідження та динаміка ключових показників
3. Індикаторна діагностика та конкретизація економічної проблеми
4. Факторний аналіз та причинно-наслідкові зв'язки
5. Сценарний аналіз та формування альтернативних рішень
6. Економіко-математичне прогнозування (SARIMA)
7. Система практичних рекомендацій та алгоритм диспетчеризації
8. Система практичних рекомендацій та оцінка ефективності (Модель DCF)
9. Узагальнення результатів дослідження

6. Дата видачі завдання: «05» лютого 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів дипломної роботи	Примітка
1.	Збір необхідної інформації теоретичного, методичного та практичного змісту, вивчення та аналіз літературних джерел щодо підвищення ефективності діяльності підприємства	06.02.2026– 22.02.2026	
2.	Розгляд теоретичних основ ефективності діяльності підприємства та методичних засад його економічної аналітики	23.02.2026– 22.03.2026	
3.	Вибір підприємства та постановка спеціалізованих завдань	23.03.2026– 01.04.2026	
4.	Економічний аналіз діяльності «Арсенал-Т-07»	02.04.2026– 10.04.2026	
5.	Економіко-аналітичне оцінювання ефективності діяльності підприємства	11.04.2026– 20.04.2026	
6.	Побудова моделі дисконтованих грошових потоків для підвищення ефективності діяльності «Арсенал-Т-07»	21.04.2026– 03.05.2026	
7.	Моделювання та прогнозно-аналітичне обґрунтування варіантів підвищення ефективності діяльності підприємства	04.05.2026– 14.05.2026	
8.	Розроблення практичних рекомендацій та оцінка їх економічної ефективності	15.05.2026– 24.05.2026	
9.	Оформлення дипломної роботи першого (бакалаврського) рівня вищої освіти	25.05.2026– 01.06.2026	

Студент _____ Кирилл БАЛЯСНИКОВ

Керівник роботи _____ Надія РОЩИНА

РЕФЕРАТ

Дипломна робота на тему: «Економіко-аналітичне обґрунтування підвищення ефективності діяльності підприємства» містить 88 сторінок, 26 таблиць, 9 рисунків. Список використаних джерел нараховує 38 найменувань.

Метою дипломної роботи є розгляд теоретико-методичних положень, розробка практичних рекомендацій та економіко-аналітичне обґрунтування рішень щодо підвищення ефективності діяльності підприємства.

Об'єкт дослідження – економічні процеси діяльності підприємства.

Предмет дослідження – теоретичні, методичні положення та інструментарій економіко-аналітичного оцінювання діяльності підприємства, а також практичні рекомендації щодо обґрунтування рішень, спрямованих на підвищення ефективності його діяльності.

Методи дослідження. Використано горизонтальний та вертикальний аналіз, індикаторний аналіз, факторний аналіз, економіко-математичне моделювання, сценарний аналіз.

Результати роботи. Розроблений аналітичний алгоритм та запропоновані рекомендації щодо інсталяції систем накопичення енергії (BESS), що формують реальне підґрунтя для виведення досліджуваного підприємства з фінансової кризи, та підвищення автономності діяльності на ринку електричної енергії.

Рекомендації щодо використання результатів роботи: результати можуть бути використані ПП «Арсенал-Т-07» та іншими гідроенергетичними підприємствами для підвищення ефективності своєї діяльності.

Ключові слова: ефективність, гідроенергетика, оцінка, аналіз, моделювання.

ABSTRACT

The thesis on the topic: “Economic and Analytical Substantiation of Enterprise Performance Enhancement” contains 88 pages, 26 tables, 9 figures. The list of references includes 38 items.

The purpose of the work is to examine theoretical and methodological principles, develop practical recommendations, and provide an economic and analytical justification for decisions aimed at improving the company’s operational efficiency.

The object of the research is economic processes of the company's operations

The subject of the research is the theoretical and methodological principles and tools for the economic and analytical assessment of a company’s operations, as well as practical recommendations for justifying decisions aimed at improving the company’s performance.

Research methods. The study employed horizontal and vertical analysis, indicator analysis, factor analysis, economic-mathematical modeling, and scenario analysis.

Results of the work. An analytical algorithm has been developed and recommendations have been proposed for the installation of battery energy storage systems (BESS), which provide a solid foundation for helping the company in question emerge from its financial crisis and increase its operational autonomy in the electricity market.

Recommendations for the use of work results: The results can be used by Arsenal-T-07 and other hydropower companies to improve the efficiency of their operations.

Keywords: *efficiency, hydropower, assessment, analysis, modeling.*

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА ТА МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ЙОГО ЕКОНОМІЧНОЇ АНАЛІТИКИ.....	11
1.1 Економічна сутність та теоретичні підходи до оцінювання ефективності діяльності підприємства	11
1.2 Методичні підходи та інструментарій економіко-аналітичного оцінювання ефективності діяльності підприємства	19
Висновки до першого розділу.....	28
2 АНАЛІТИКА СТАНУ ТА ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА «АРСЕНАЛ-Т-07».....	29
2.1 Економічний аналіз діяльності «Арсенал-Т-07»	29
2.2 Економіко-аналітичне оцінювання ефективності діяльності підприємства..	45
2.3 Побудова моделі дисконтованих грошових потоків для підвищення ефективності діяльності «Арсенал-Т-07»	49
Висновки до другого розділу	53
3 ЕКОНОМІКО-АНАЛІТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА «АРСЕНАЛ-Т-07».....	55
3.1. Моделювання та прогнозно-аналітичне обґрунтування варіантів підвищення ефективності діяльності підприємства	55
3.2. Розроблення практичних рекомендацій та оцінка їх економічної ефективності	65
Висновки до третього розділу	79
ВИСНОВКИ	82
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	84

ВСТУП

Актуальність теми дипломної роботи зумовлена тим, що класичні бізнес-моделі на ринку відновлюваних джерел енергії, які базуються на реалізації виробленої електроенергії єдиному державному покупцеві за фіксованим «зеленим» тарифом, наразі демонструють надзвичайно високий рівень вразливості. Накопичення багатомільярдних боргів з боку державного підприємства «Гарантований покупець», системні диспетчерські обмеження з боку оператора системи передачі НЕК «Укренерго», а також прогресуючий фізичний та моральний знос генеруючого обладнання призводять до гострого дефіциту ліквідності підприємств, імобілізації їхнього капіталу та втрати рентабельності. За таких кризових умов виникає нагальна теоретична та практична потреба в економіко-аналітичному обґрунтуванні альтернативних напрямів підвищення ефективності діяльності, зокрема через диверсифікацію виробництва, гібридизацію генеруючих потужностей та впровадження інноваційних систем накопичення енергії. Питання підвищення ефективності підприємства досліджували Н.В. Рощина, Д.В. Мазур, Л.В. Оболонцева, Г.К. Веремійчик, А.О. Черняєва, Г.О. Пудичева та інші.

Метою дипломної роботи є розгляд теоретико-методичних положень, розробка практичних рекомендацій та економіко-аналітичне обґрунтування рішень щодо підвищення ефективності діяльності підприємства.

Для досягнення поставленої мети у роботі передбачено виконання наступних завдань:

- узагальнити теоретичні підходи до трактування сутності та видів ефективності діяльності підприємства;
- систематизувати методичні підходи та інструментарій економіко-аналітичного оцінювання ефективності;
- здійснити комплексний аналіз економічного стану та фінансових результатів діяльності базового підприємства;
- провести економіко-аналітичне оцінювання показників ефективності (рентабельності, ліквідності, ділової активності);

- виконати факторний аналіз для ідентифікації ключових проблем та резервів підвищення ефективності;
- розробити альтернативні варіанти економічних рішень із застосуванням методів моделювання та прогнозно-аналітичного обґрунтування;
- сформулювати практичні рекомендації щодо підвищення ефективності та здійснити оцінку їхньої економічної доцільності.

Об’єктом дослідження є економічні процеси діяльності підприємства.

Предметом дослідження є теоретичні, методичні положення та інструментарій економіко-аналітичного оцінювання діяльності підприємства, а також практичні рекомендації щодо обґрунтування рішень, спрямованих на підвищення ефективності його діяльності.

Базою дослідження обрано Приватне підприємство «Арсенал-Т-07» (ПП «Арсенал-Т-07»), яке здійснює свою комерційну діяльність у секторі відновлюваної енергетики, спеціалізуючись на малій гідроенергетиці (експлуатація Дубівської та Острівцевої малих гідроелектростанцій).

Інформаційно-аналітичну базу дослідження становлять офіційна фінансова звітність ПП «Арсенал-Т-07» (Форма №1-мс «Баланс», Форма №2-мс «Звіт про фінансові результати») за 2021–2025 роки, внутрішня документація підприємства, галузева статистика, нормативно-правові акти Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП), а також масиви відкритих економічних даних.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених завдань у дипломній роботі застосовано широкий арсенал методів сучасного економічного аналізу. Зокрема, для узагальнення теоретико-методичних засад використано методи наукової абстракції, індукції та дедукції. Оцінка стану майна та джерел його формування базується на методах горизонтального та вертикального аналізу. Діагностика ефективності спирається на коефіцієнтний (індикаторний) метод. Для виявлення причинно-наслідкових зв'язків між кризою неплатежів та втратою рентабельності застосовано детермінований факторний аналіз. Обґрунтування

напрямів підвищення ефективності виконано із залученням методів економіко-математичного моделювання, сценарного аналізу та прогностичної аналітики.

Результати дипломної роботи полягають в тому, що розроблений аналітичний алгоритм та запропоновані рекомендації щодо інсталяції систем накопичення енергії (BESS), які формують реальне підґрунтя для виведення досліджуваного підприємства з фінансової кризи, диверсифікації його операційних ризиків та підвищення автономності діяльності на конкурентних сегментах ринку електричної енергії.

Рекомендації щодо використання результатів роботи: результати можуть бути використані ПП «Арсенал-Т-07» та іншими гідроенергетичними підприємствами для підвищення ефективності діяльності.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА ТА МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ЙОГО ЕКОНОМІЧНОЇ АНАЛІТИКИ

1.1 Економічна сутність та теоретичні підходи до оцінювання ефективності діяльності підприємства

Фундаментальне розуміння економічної природи функціонування будь-якого суб'єкта господарювання неможливе без глибокого ретроспективного та концептуального дослідження категорій, що визначають успішність його діяльності. Історичний розвиток економічної думки переконливо свідчить про те, що концепція продуктивності та ефективності фірми пройшла значну еволюцію, щоразу відображаючи зміни у складності глобального бізнес-середовища.

У середині двадцятого століття, зокрема у 1950-х роках, ефективність розглядалася науковцями переважно як еквівалент організаційної раціональності. Цей підхід, представлений у працях Б. Георгопулоса та А. Танненбаума (1957), визначав організацію як закриту соціальну систему, здатною досягати цілей без надмірних зусиль з боку її членів, де основними критеріями виступали внутрішня продуктивність та відсутність міжорганізаційної напруженості [2].

У 1960-х та 1970-х роках науковий фокус змістився в бік відкритих систем. Дослідники (Е. Юхтман, С. Сішор) почали визначати ефективність як здатність експлуатувати зовнішнє середовище для отримання доступу до обмежених ресурсів. Т. Луптон (1977) наголошував, що ефективна організація демонструє високі показники мотивації персоналу при одночасно низьких витратах та відсутності плинності кадрів. Водночас Д. Кац та Р. Кан (1978) зазначали, що глобальна продуктивність є поєднанням операційної ефективності (efficiency) та стратегічної результативності (effectiveness) [2].

З переходом до 1980-х років основна увага змістилася на здатність фірми створювати цінність для клієнтів (М. Портер), а у 1990-х роках теоретичні межі суттєво розширилися завдяки концепціям безперервного навчання (Е. Адам) та динамічного підходу, де продуктивність є безперервною «дією», а не просто

ретроспективним результатом (А. Бургіньон). У сучасному розумінні (починаючи з 2000-х) теоретична база підійшла до того, що це здатність ефективно використовувати ресурси для задоволення вимог усіх ключових зацікавлених сторін (стейкхолдерів) [2]. Еволюція підходів представлена у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Еволюція концептуальних підходів до визначення ефективності підприємства

Десятиліття	Основний фокус концепції ефективності	Ключові критерії та представники підходу
1950-ті	Організаційна раціональність (закриті системи)	Внутрішня продуктивність, відсутність напруженості (Б. Георгіопулос, А. Танненбаум)
1960-1970-ті	Відкриті системи та результативність	Адаптивність до зовнішніх шоків, мотивація персоналу, доступ до ресурсів (Е. Юхтман, Т. Луптон, Д. Кац)
1980-ті	Конкурентні переваги та створення цінності	Стратегічна перевага на ринку, задоволення потреб клієнтів (М. Портер, С. Роббінс)
1990-ті	Динамічні підходи та контроль якості	Безперервне навчання, динамічна поведінка, інтереси стейкхолдерів (Е. Адам, А. Бургіньон, Д. Харрісон)
2000-ні, Сучасність	Багатовимірність та сталий розвиток	Інтеграція фінансових і нефінансових індикаторів, причинно-наслідкові моделі (І. Вербонку, М. Лебанс)

Джерело: складено автором на основі [2]

Для формування міцного методологічного підґрунтя критично важливим є чітке термінологічне розмежування базових категорій: «ефект», «ефективність» та «результативність», які у повсякденній практиці часто помилково ототожнюються.

Ефект (від лат. effectus – виконання, дія) є найпростішою, базовою категорією економічного аналізу, що означає абсолютний результат, виконання або наслідок цілеспрямованих дій. Ефект характеризує зміну стану об'єкта під впливом чинників і може вимірюватися у матеріальному, соціальному або вартісному вираженні, наприклад, сума отриманого прибутку. Однак абсолютне значення ефекту має

суттєвий недолік, а саме, воно не відображає масштабів самого виробництва та розміру понесених витрат, а отже, не дає змоги об'єктивно судити про ціну, за яку цей ефект був отриманий [3].

Ефективність, на відміну від ефекту, є величиною суто відносною. Вона виражає об'єктивний взаємозв'язок між кінцевим результатом (отриманим ефектом) та загальними витратами, понесеними на його досягнення, або наявними ресурсами. Підвищення ефективності можливе за кількох математичних умов: збільшення ефекту за незмінних витрат, зниження витрат при збереженні обсягу ефекту, або коли темпи зростання ефекту випереджають темпи зростання витрат [2]. У табл. 1.2 було систематизовано основні підходи до терміну ефективності.

Таблиця 1.2 – Систематизація наукових підходів до визначення категорії «економічна ефективність»

Автор / Дослідник	Наукове трактування категорії «Ефективність»
В. Д. Базилевич	Економічна категорія, що відображає співвідношення між отриманими результатами і витраченими на їх досягнення ресурсами у вартісній чи натуральній формі.
Дж. Блек	Досягнення будь-яких визначених результатів з мінімально можливими витратами ресурсів (економія ресурсів).
К. Р. Макконнелл	Співвідношення між витратами ресурсів і виробленими в результаті їх використання обсягами товарів чи послуг.
В. І. Лямець, А. Д. Тевяшев	Не просто властивість операції давати ефект, а дієвість такої здатності, тобто результативність, співвіднесена з ресурсними витратами.
П. А. Орлов	Співвідношення результату і витрат, або, навпаки, співвідношення витрат до результатів діяльності (ресурсомісткість).
Б. А. Райзберг	Відносний ефект, результативність процесу, що визначається як відношення ефекту до витрат, що зумовили його отримання.
Ю. П. Сурмін	Показник успішності роботи складної соціально-економічної системи для досягнення встановлених цілей.

Джерело: сформовано автором на основі [3]

Зі свого боку, результативність (effectiveness) виходить за межі суто внутрішнього співвідношення витрат. Класик світового менеджменту П. Друкер влучно зазначив, що результативність – це наслідок правильних дій, або ж досягнення цілей, тоді як ефективність – це наслідок правильності виконання самих

дій. Це можна назвати оптимізацією процесу. Результативність розуміється як внутрішня ефективність підприємства, яка обов'язково коригується з урахуванням впливу макросередовища та ринкової кон'юнктури [4].

Усі ці категорії тісно пов'язані з поняттям фінансового потенціалу підприємства – резервом, сукупністю можливостей та ресурсів, які можуть бути мобілізовані для досягнення цілей в умовах конкурентного ринку. Лише підприємство, що ефективно використовує свій потенціал, до якого входять інвестиційні можливості, рівень фінансової стійкості, поведження ж активами, здатне швидко генерувати адаптивні реакції на шоки ринку та розширювати відтворення капіталу.

Надзвичайна складність та комплексна природа економічної ефективності як об'єкта досліджень зробили неможливим існування єдиної універсальної методології її вимірювання. Це зумовило формування низки теоретико-методологічних підходів [5]. Порівняння цих підходів представлено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Порівняльна характеристика базових підходів до оцінювання ефективності підприємства

Підхід	Концептуальна сутність парадигми	Ключові індикатори оцінювання
Витратний	Мінімізація поточних операційних витрат при досягненні заданого рівня корисного результату. Орієнтація на співвідношення результатів і витрат.	Коефіцієнти рентабельності продажів та операційної діяльності, валовий дохід, чистий прибуток.
Ресурсний	Максимально повне та інтенсивне використання авансованого капіталу та всіх факторів виробництва (праці, фондів, матеріалів).	Фондовіддача, матеріаломісткість, продуктивність праці, оборотність сукупних активів
Ресурсно-витратний	Логічний синтез двох попередніх. Комбінує оцінку інтенсивності використання активів із контролем споживання поточних ресурсів.	Комплексні показники віддачі та ресурсомісткості з урахуванням амортизації та вартості капіталу.
Цільовий	Оцінка як ступінь досягнення стратегічних і тактичних цілей підприємства, враховуючи інтереси різноманітних стейкхолдерів.	Частка ринку, рівень задоволеності споживачів, інноваційність, конкурентоспроможність.

Джерело: сформовано автором на основі [5]

У межах цільового підходу критично важливо розуміти природу цілей, які формують власники підприємств. Хоча традиційна економіка базується на максимізації фінансової вартості, на практиці власники (особливо у сімейному та приватному бізнесі) часто прагнуть оптимізувати складну функцію корисності (U), яка включає не лише фінансову вартість (U_V), а й нефінансові соціально-емоційні вигоди ($(U_F, \text{англ. FONFB})$) [6].

Залежно від цього, цільові системи можна математично формалізувати так по-різному. Наприклад, суто фінансова цільова система, метою якої є оптимізація корисності виключно через створення вартості: $(U = U_V(\text{Value Creation})$, за умови досягнення мінімального рівня прибутку $\geq \Delta V^*$ та в межах обмежених ресурсів R_V [6].

Також можлива система «Бізнес на першому місці», коли власник максимізує фінансову вартість, але змушений витратити ресурси на підтримку нефінансових потреб, таких як збереження гармонії. Рівняння набуває вигляду: $U = U_V(\text{Value Creation})$, за умови, що нефінансові вигоди $FONFB > 0$. Це відволікає ресурси від генерування прямого прибутку [6].

Можливо також існування взаємозамінних цілей. Власники готові жертвувати прибутком заради нефінансових вигод, наприклад, збереження репутації, соціальні проекти. Функція має вигляд суми корисностей: $U = U_V(\text{Value Creation}) + U_F(FONFB)$ [6].

На кінець, є комплементарні цілі, а отже для досягнення фінансової та нефінансової мети створюється синергетичний ефект: $U = U_V(\text{Value Creation}) + U_F(FONFB) + U_{VF}(\text{Value Creation} \times FONFB)$. У цьому випадку ефективність суттєво зростає через мультиплікативну корисність [6].

Отже, використання виключно традиційних фінансових індикаторів для оцінки ефективності призводить до спотворених висновків, оскільки вони не враховують повний комплекс цілей суб'єкта господарювання.

Зважаючи на багатокomпонентність економічної ефективності, будь-яка спроба звести результативність діяльності компанії до єдиного ізольованого

критерію, як от тільки до чистого прибутку, неминуче призводить до управлінської міопії.

Традиційний експрес-аналіз операційної діяльності, як пропонують вітчизняні дослідники, передбачає оптимізовану систему оцінювання, де кількість індикаторів у блоці не повинна перевищувати п'яти. До такої системи входять показники ресурсоефективності (фондовіддача, продуктивність праці, матеріаломісткість), цілеоцінні показники (ступінь виконання планів виробництва, частка ринку) та узагальнюючі показники (рентабельність операційної діяльності, рентабельність активів).

Проте для подолання обмеженості суто фінансових метрик, які фіксують лише наслідки минулих рішень, світова практика розробила низку комплексних моделей вимірювання ефективності (табл. 1.4) [2].

Таблиця 1.4 – Сучасні комплексні моделі вимірювання ефективності організацій

Модель вимірювання (Автор)	Основний фокус та складові моделі
Збалансована система показників (BSC) (Р. Каплан, Д. Нортон)	Транслює стратегію у 4 перспективи: фінанси, клієнти, внутрішні бізнес-процеси, інновації та навчання. Доводить, що нефінансові драйвери є прямими випереджаючими індикаторами майбутніх прибутків.
Піраміда ефективності (Р. Лінч, К. Кросс)	Візуалізує ієрархічний зв'язок від корпоративного бачення (верхній рівень) через цілі бізнес-одиниць (фінанси і ринок) до щоденних метрик відділів (якість, своєчасність доставки, час циклу, рівень відходів).
Призма ефективності (Е. Нілі, К. Адамс)	Тривимірна модель, що базується на 5 гранях: задоволення потреб стейкхолдерів, розробка стратегії, процеси, організаційні спроможності (capabilities) та особистий внесок стейкхолдерів.
Модель Малколма Болдріджа	Рамкова структура, що оцінює підприємство за 7 категоріями: лідерство, стратегічне планування, орієнтація на клієнта, вимірювання та застосування знань, фокус на персонал, операції, кінцеві результати.

Джерело: сформовано автором на основі [2]

Незважаючи на переваги систем з множиною показників, для прийняття стратегічних рішень формату «так або ні» економістам часто необхідний зведений індикатор – інтегральний показник економічної результативності [5].

Найпростішим методом його розрахунку, за умови свідомого ігнорування впливу різних факторів є формула простої середньої арифметичної (формула 1.1):

$$EP_u = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (1.1)$$

де EP_u – інтегральний показник економічної результативності підприємства;

x_i – стандартизовані значення вхідних показників;

n – кількість показників.

Однак цей метод має недолік. Критичне погіршення одного надважливого показника може маскуватися зростанням іншого. Тому частіше застосовують середньозважену формулу з використанням вагових коефіцієнтів (w_i) [5], які точно відображають різну стратегічну значущість кожного компонента (формула 1.2):

$$EP_n = \sum_{i=1}^n x_i w_i \quad (1.2)$$

Галузева специфіка вимагає суттєвої модифікації загальних підходів. Гідроенергетика – це один з найбільш капіталомістких та стратегічно важливих секторів. У глобальному вимірі гідроенергетика залишається найбільшим джерелом відновлюваної енергії. Станом на 2022 рік загальна встановлена потужність у світі досягла 1220 ГВт, що становить майже 16-17% світового виробництва [7].

Технологічна ефективність (ККД перетворення енергії води в електричну) є феноменальною і перевищує 90-94%. Коефіцієнт використання встановленої потужності варіюється від 23% до 95% залежно від того, чи працює станція у базовому режимі, чи як високоманевровий інструмент [8].

В Україні економічно ефективний гідроенергетичний потенціал становить близько 17,5 млрд кВт-год на рік, з яких до війни використовувалося понад 60%. Ключова макроекономічна функція великих ГЕС та ГАЕС, якими оперує ПрАТ «Укргідроенерго» полягає в забезпеченні енергосистеми високоманевровими потужностями. Різниця в графіках навантаження між піком і нічним провалом

сягала 8000 МВт взимку та 5000 МВт влітку. Робота ГАЕС дозволяє атомним і тепловим станціям працювати у стабільному базовому режимі, що генерує величезний економічний ефект у масштабах держави [8].

Оцінка інвестиційних гідроенергетичних мегапроектів, що які мають життєвий цикл експлуатації 50-100 років базується на дисконтованих показниках теорії часової вартості грошей: чистої приведеної вартості (NPV), внутрішньої норми рентабельності (IRR), індексу прибутковості (PI) та дисконтованого періоду окупності (DPP). Такі оціночні показники щодо проектів ПрАТ «Укргідроенерго» представлені у табл. 1.5.

Таблиця 1.5 – Аналіз показників ефективності ключових інвестиційних проектів ПрАТ «Укргідроенерго»

Показник ефективності інвестиційного проекту	Будівництво Канівської ГАЕС (1000 МВт генераторна / 1040 МВт насосна)	Будівництво Каховської ГЕС-2 (250 МВт)
Чиста приведена вартість (NPV)	13 617 млн грн	1 617 млн грн
Внутрішня норма рентабельності (IRR)	9,52 %	7,30
Дисконтований період окупності (DPP)	18 років	20 років
Індекс прибутковості (PI)	1,38	1,12
Очікуваний макроекономічний бюджетний ефект	25 470 млн грн	9 817 млн грн

Джерело: розрахункові дані до руйнування Каховського гідровузла

Як видно з табл. 1.5, масштабні гідропроекти мають консервативну норму рентабельності (7-10%) та значні терміни окупності (18-20 років), що є досить типовим для об'єктів критичної інфраструктури. Окремої уваги заслуговує синтетичний показник «бюджетний ефект», який відображає позитивні макроекономічні наслідки, екстерналії, від реалізації проекту для економіки держави через дію мультиплікатора.

Окрім фінансових показників, цільовий підхід у гідроенергетиці вимагає обов'язкового врахування еколого-соціальної ефективності (ESG-критеріїв). ГЕС виконують функції захисту від повеней, водопостачання та підтримки рекреаційних зон. Водночас будівництво гребель несе ризики для річкових екосистем. Тому європейські протоколи, наприклад, Керівні принципи

Міжнародної комісії із захисту річки Дунай, вимагають жорсткого компромісу: ефективним визнається лише той проект, який максимізує системний енергетичний ефект при абсолютній мінімізації негативного впливу на біорізноманіття [8].

1.2 Методичні підходи та інструментарій економіко-аналітичного оцінювання ефективності діяльності підприємства

Для того, щоб перевести фундаментальні теоретичні засади оцінювання ефективності у практичну площину, підприємству необхідний потужний та релевантний методичний апарат. В умовах високої турбулентності зовнішнього середовища, глобалізації та цифровізації економіки, поводження з результативністю неможливе без застосування сучасного економіко-аналітичного інструментарію. Такий інструментарій повинен дозволяти не лише фіксувати ретроспективні результати (ex-post аналіз), але й здійснювати проактивне прогнозування (ex-ante аналіз), оптимізувати розподіл ресурсів та підтримувати прийняття обґрунтованих економічних рішень.

Економіко-математичне моделювання у цьому контексті – це комплексний підхід, що базується на законах математики, економіки та теорії складних систем. Згідно з сучасною методологією, основні етапи такого моделювання включають: 1) глибокий аналіз економічної системи, її ідентифікацію та визначення достатньої структури для моделювання; 2) синтез і побудову моделі з урахуванням її особливостей та строгої математичної специфікації; 3) верифікацію моделі й уточнення її параметрів на основі емпіричних даних.

Сучасна економічна наука оперує широким арсеналом методів дослідження господарської діяльності, які еволюціонували від простих статистичних спостережень до складних аналітичних комплексів. Основу класичного економічного аналізу становлять три взаємодоповнюючі підходи: фінансовий, факторний та індикаторний (коефіцієнтний) аналіз [9, 10]. Основні методи аналізу наведено у табл. 1.6.

Таблиця 1.6 – Порівняльна характеристика традиційних методів економіко-аналітичного оцінювання підприємства

Група методів аналізу	Сутність та основний інструментарій	Переваги застосування	Недоліки та обмеження
Фінансовий аналіз	Аналіз стану та динаміки розвитку на основі бухгалтерської звітності (горизонтальний, вертикальний, трендовий аналіз).	Простота розрахунку, висока доступність інформації, можливість швидкого контролю ліквідності.	Базується виключно на історичних даних, може викривлятися через застосування методу нарахувань.
Факторний аналіз	Вимірювання кількісного впливу факторів на результативний показник (ланцюгові підстановки, абсолютні різниці, індексний метод).	Дозволяє чітко ідентифікувати резерви зростання та оцінити якість роботи окремих підрозділів підприємства.	Складність побудови багатфакторних моделей, ігнорування нефінансових та якісних (неоцифрованих) драйверів.
Індикаторний аналіз	Розрахунок відносних коефіцієнтів (рентабельності, ліквідності, ділової активності - ROI, ROE, EBITDA).	Згладжує вплив інфляції, ідеально підходить для просторового порівняння та бенчмаркінгу.	Не відображає вартість залучення капіталу у повному обсязі, не враховує соціально-екологічні екстерналії.

Джерело: сформовано автором на основі [9, 10]

Фінансовий аналіз виступає базовим методом діагностики діяльності підприємства, що ґрунтується переважно на вивченні його офіційної фінансової, бухгалтерської та статистичної звітності. Його головна мета – оцінка майнового стану, ступеня підприємницького ризику, достатності капіталу для поточної діяльності та довгострокових інвестицій, а також здатності підприємства своєчасно погашати зобов'язання. У рамках фінансового аналізу традиційно застосовують горизонтальний, або також часовий аналіз, що дозволяє порівняти показники поточного періоду з попередніми для виявлення тенденцій, та вертикальний, або структурний аналіз, який фокусується на вивченні внутрішньої структури звітності [9, 10].

Факторний аналіз є одним із найпотужніших методів комплексного вивчення та кількісного вимірювання впливу окремих внутрішніх і зовнішніх факторів на величину результативних показників діяльності підприємства. Сутність цього методу полягає в декомпозиції (розкладанні) узагальнюючого показника на

складові елементи, що дозволяє керівництву чітко ідентифікувати так звані вузькі місця або резерви зростання. Факторний аналіз поділяється на детермінований, коли зв'язок між факторами та результатом має строгий функціональний характер та стохастичний, коли зв'язок є імовірнісним. Для проведення детермінованого факторного аналізу в практиці вітчизняних підприємств найчастіше застосовуються метод ланцюгової підстановки, метод абсолютних та відносних різниць, індексний метод та метод балансового узагальнення. Перевагою цього підходу є його здатність дати точну кількісну відповідь на питання про рівень впливу кожного окремого чинника [9, 10].

Індикаторний (коефіцієнтний) аналіз передбачає розрахунок відносних показників (фінансових коефіцієнтів), які визначаються шляхом математичного зіставлення окремих абсолютних показників діяльності підприємства. Ці коефіцієнти широко застосовуються для аналізу платоспроможності, фінансової стійкості, рентабельності та ділової активності організації. Перевагою фінансових коефіцієнтів є їх здатність згладжувати вплив інфляції та масштабів виробництва, що робить їх ідеальними інструментами для бенчмаркінгу – порівняння підприємства з конкурентами або середньогалузевими нормативами [9, 10].

В індикаторному аналізі виділяють кілька ключових груп показників, які відповідають різним інформаційним потребам стейкхолдерів:

- Показники оцінювання ефективності вкладеного капіталу (орієнтація на інвесторів та акціонерів). До цієї групи належать: чистий прибуток на акцію (EPS), коефіцієнт співвідношення ринкової і балансової вартості акцій (М/В), ринкова додана вартість (MVA). Ці показники дозволяють оцінити інвестиційну привабливість бізнесу, проте вони часто ігнорують фактори внутрішнього середовища і залежать від ринкових спекуляцій [10].

- Показники оцінювання фінансових результатів (орієнтація на менеджмент). Сюди входять рентабельність інвестицій (ROI), рентабельність чистих активів (RONA), рентабельність акціонерного капіталу (ROE), прибуток до виплати відсотків, податків і амортизації (EBITDA), економічна додана вартість (EVA). Ці індикатори є класичними мірилами внутрішньої операційної

ефективності. Їхня перевага полягає у низьких витратах на розрахунок та доступності даних. Основний недолік – виражена ретроспективність, оскільки вони фіксують наслідки минулих економічних рішень і слабо корелюють з майбутніми перспективами розвитку в умовах нестабільності [10].

Слід зазначити, що традиційні методи часто критикуються сучасною наукою за нездатність врахувати стохастичну, імовірнісну природу ринку та ризики. Наприклад, в умовах кризи класичний аналіз втрачає прогностичну силу. Саме тому методологія оцінювання повинна розширюватися за рахунок економетрики.

Економіко-математичне моделювання виступає одним із найсучасніших та найпотужніших інструментаріїв економічного аналізу, що дозволяє перевести емпіричні спостереження у площину строгих логіко-математичних абстракцій. Одним із найпоширеніших у практиці економічного аналізу є кореляційно-регресійний підхід. Цей метод застосовується у випадках, коли зв'язок між показником ефективності та факторами впливу не є жорстко детермінованим, а має імовірнісний характер.

При побудові багатофакторних економетричних моделей однією з головних умов є визначення щільності зв'язку між факторами, які відібрані для моделі, тобто перевірка наявності проблеми мультиколінеарності. Множинний коефіцієнт кореляції для лінійної залежності визначається за матрицею парних коефіцієнтів кореляції. Оцінка надійності та адекватності економетричних моделей здійснюється за допомогою низки статистичних критеріїв. Коефіцієнт детермінації (R^2) показує, яка частка варіації результативного показника пояснюється зміною факторів. Статистична значущість всієї моделі перевіряється за допомогою F-критерію Фішера, а значущість кожного окремого параметра рівняння – за допомогою t-критерію Стьюдента. Для виявлення автокореляції залишків розраховується статистика Дарбіна-Уотсона (Durbin-Watson stat). Крім того, математичний апарат дозволяє знаходити довірчі інтервали для коефіцієнтів лінійного рівняння із заданою надійністю (наприклад, $P = 0,98$), що дає змогу розраховувати точкові та інтервальні прогнози зміни ефективності підприємства на майбутні періоди [11].

Окрім класичної регресії, для оцінювання виробничої ефективності підприємств, навіть особливо у складних технологічних галузях, таких як енергетика, застосовують передові методики граничної ефективності (Frontier Efficiency). Ці методи базуються на розрахунку близькості фактичних показників підприємства до теоретично можливої або фактичної межі ефективності. Вони поділяються на параметричні та непараметричні.

Параметричні методи вимагають попереднього задання математичної форми виробничої функції.

Метод стохастичної межі (Stochastic Frontier Approach, SFA) виходить із припущення про існування особливої функціональної форми зв'язку між ресурсами на вході та продукцією на виході. Специфікація межі формується як варіант регресійної моделі (у формулі 1.3):

$$y_{it} = a_i + x_{it}\beta + v_{it} - u_{it}, \quad (1.3)$$

де загальне відхилення від еталону розділяється на дві складові:

v_{it} – випадкову статистичну похибку, яка має в собі суть незалежних макроекономічних шоків,

$u_{it} \geq 0$ – односторонню похибку, що відображає власне технічну неефективність менеджменту підприємства.

Метод без специфікації розподілення (Distribution Free Approach, DFA) звільняє дослідника від необхідності визначати характер розподілу даних. У цьому підході дані ранжуються від найменших до найвищих значень. Перевагою DFA є висока надійність і те, що оцінки дисперсії на основі рангів є менш чутливими до аномальних відхилень [12].

Метод широкої межі (Thick Frontier Approach, TFA) оцінює параметри ефективності не для всіх об'єктів вибірки, а лише для чверті (квартіля) умовно найкращих підприємств із найнижчими середніми витратами [12].

Непараметричні методи обходяться без припущень про жорсткий функціональний розподіл та базуються на апараті лінійного програмування.

Метод оболонкового аналізу (Data Envelopment Analysis, DEA) розраховує

відносну ефективність як відношення зваженої суми всіх виходів до зваженої суми всіх входів. Цей метод усуває необхідність встановлення чіткої форми зв'язку і дозволяє оптимізувати багатокритеріальні системи, в якій наявні безліч ресурсів і безліч результатів, нівелюючи ризики суб'єктивної оцінки з боку аналітика [12].

Метод вільної оболонки (Free Disposal Hull, FDH) є важливим різновидом непараметричних моделей, який розглядає вектори входів та виходів з припущенням про їх монотонність, але без урахування постулату випуклості або опуклості. Межа ефективності у FDH є невивуклою, що дозволяє точніше оцінити ефект масштабу. Більше того, у моделях FDH немає жорстких математичних обмежень, пов'язаних із технологією виробництва [12].

Останнім словом в економіко-математичному інструментарії оцінювання ефективності є використання алгоритмів машинного навчання, зокрема ймовірнісних дерев регресії (Probabilistic Regression Trees, PRT). На відміну від класичних дерев (CART або Random Forest), які будують нееластичні, розривні східчасті функції, метод PRT забезпечує створення гладких, диференційованих, монотонних та увігнутих апроксимацій невідомої виробничої функції, що є критично важливим для відповідності економічній теорії. Впровадження в термінальних вузлах (листах) дерева локальних виробничих функцій, наприклад, Кобба-Дугласа замість звичайних констант дозволяє врахувати технічну неефективність та аналізувати складні панельні дані підприємств, уникаючи при цьому проблеми надмірного перенавчання моделі (overfitting) [12]. Класифікація моделей наведена у табл. 1.7.

Надзвичайна різноманітність методів економічного та математичного аналізу вимагає від дослідника і керівника чіткого обґрунтування вибору інструментарію. Жоден з існуючих методів ізолювано не здатен забезпечити вичерпну характеристику ефективності підприємства, тому в сучасній науці домінує парадигма змішаного методичного підходу (Mixed-Method Approach). Цей підхід передбачає синергетичне поєднання якісних методів із жорстким кількісним інструментарієм [12].

Таблиця 1.7 – Класифікація економіко-математичних методів в оцінюванні ефективності підприємства

Тип моделі / Метод	Цільове призначення та механізм дії	Переваги застосування	Недоліки / Складність
Множинна регресія (OLS)	Знаходження аналітичної форми стохастичного зв'язку між результатом та множиною факторів.	Можливість точкового та інтервального прогнозування, перевірка гіпотез статистичними критеріями.	Вимагає виконання жорстких статистичних припущень (відсутність мультиколінеарності, нормальний розподіл).
Стохастична межа (SFA)	Параметрична оцінка відхилення від ідеальної виробничої функції (межі ефективності).	Здатність відокремити реальну неефективність менеджменту від випадкового статистичного шуму.	Жорстка прив'язка до обраної функціональної форми (ризик спотворення результатів).
Оболонковий аналіз (DEA)	Непараметрична оцінка ефективності через лінійне програмування (багато входів/багато виходів).	Не потребує задання математичної функції; автоматично визначає підприємства-еталони; знижує суб'єктивність.	Висока чутливість до аномальних викидів та відсутність вектора статистичних помилок.
Вільна оболонка (FDH)	Непараметрична оцінка без урахування постулату випуклості межі.	Дозволяє точніше оцінити ефект масштабу, не має технологічних обмежень.	Складність обчислень для великих вибірок, нестабільність при великій кількості змінних.
Ймовірнісні дерева регресії (PRT)	Апроксимація складних нелінійних залежностей алгоритмами машинного навчання.	Забезпечення гладкості, монотонності та увігнутості межі; висока точність на панельних даних.	Надзвичайна обчислювальна складність, необхідність застосування Байєсівських підходів.

Джерело: сформовано автором на основі [12]

Вибір конкретного інструментарію визначається декількома ключовими факторами. По-перше, треба розуміти цілі та об'єкт оцінювання. Якщо метою є оцінка ретроспективного фінансового стану для кредиторів, достатньо індикаторного аналізу за допомогою показників ліквідності, ROE. Якщо ж

оцінюється великомасштабний інвестиційний проєкт, виключно бухгалтерський підхід є неприйнятним. Тут критично необхідно розмежовувати оцінку економічної привабливості та економічної ефективності проєкту. Мета оцінювання економічної привабливості – встановлення загальної результативності використання ресурсів суспільства, таких як економія валютних ресурсів, додана вартість, створення робочих місць. Водночас, економічна ефективність фокусується на доцільності використання дефіцитних ресурсів у межах конкретної компанії. Для комплексного аналізу в таких проєктах застосовуються динамічні інструменти дисконтування (NPV, IRR), а також мікроекономічні концепції альтернативної вартості (opportunity costs), розрахунок тіньових цін (shadow prices), оцінка надлишку споживача (consumer surplus) та макроекономічних екстерналій.

По-друге, звичайно необхідно звертати увагу на специфіку галузі. Наприклад, для підприємств гідроенергетичного комплексу ефективність не може вимірюватися лише фінансовою рентабельністю. Оцінювання вимагає використання специфічних техніко-економічних індикаторів: коефіцієнта використання встановленої потужності, ККД агрегатів, а також обов'язкового включення до економетричних моделей (наприклад, DEA або PRT) екологічних змінних, оскільки виробництво корисної енергії супроводжується комплексним впливом на навколишнє середовище, що обов'язково повинно бути враховано.

Не менш важливим фактором є ступінь невизначеності та ризиків. В умовах економічної турбулентності традиційний статичний аналіз втрачає сенс. Інструментарій повинен включати стрес-тестування фінансової моделі підприємства та сценарне прогнозування для оцінки здатності бізнесу зберігати платоспроможність за найгірших умов [9].

Врешті, дослідник повинен мати розуміння рівня автоматизації аналітичних процесів. Економічна ефективність сучасного підприємства неможлива без застосування спеціалізованих програмних продуктів та автоматизованих систем контролінгу, які дозволяють проводити багатовимірний аналіз у режимі реального часу, зводячи до мінімуму людський фактор. Враховуючи всі фактори вибору, можна підсумувати алгоритм вибору в табл. 1.8.

Таблиця 1.8 – Матриця обґрунтування вибору інструментарію економіко-аналітичного оцінювання підприємства

Рівень аналітичного завдання	Рекомендований інструментарій дослідження	Очікуваний результат (Output)
Експрес-діагностика поточного стану (мікрорівень)	Індикаторний (коефіцієнтний) аналіз, горизонтальний/вертикальний аналіз, детермінований факторний аналіз.	Оцінка платоспроможності, виявлення критичних відхилень у структурі витрат та факторів впливу.
Оцінка інвестиційних проектів та макростратегій	Динамічний аналіз (NPV, IRR), оцінка зовнішніх ефектів та альтернативної вартості, сценарне моделювання.	Обґрунтування привабливості та ефективності залучення капіталу з урахуванням інтересів суспільства.
Комплексна оцінка ефективності (бенчмаркінг)	Метод оболонкового аналізу (DEA), Вільна оболонка (FDH), Стохастична межа (SFA).	Визначення рейтингу підприємства серед конкурентів, розрахунок чистої економічної неефективності.
Прогнозування та пошук прихованих залежностей	Багатофакторний регресійний аналіз (OLS), Ймовірнісні дерева регресії (PRT).	Математична апроксимація виробничої функції, передбачення ефективності при зміні входних факторів.

Джерело: сформовано автором на основі [9]

У межах даного дипломного дослідження найбільш обґрунтованим є застосування комплексного (змішаного) інструментарію. Для ретроспективної діагностики базового стану підприємства доцільно використовувати індикаторний та факторний аналіз, оскільки вони забезпечують високу репрезентативність та розуміння структурних відхилень. Водночас, для виявлення глибинних причинно-наслідкових зв'язків між спожитими ресурсами та отриманим ефектом, а також для прогнозування майбутніх результатів, методологія повинна бути посилена інструментами економіко-математичного моделювання (наприклад, елементами множинної регресії або методами граничної ефективності). Такий синтез дозволить уникнути одновимірності та забезпечить високу наукову і практичну цінність результатів оцінювання.

Висновки до першого розділу

У першому розділі дипломної роботи було здійснено глибинне теоретико-методологічне дослідження економічної сутності та інструментарію оцінювання ефективності діяльності підприємства.

1. Доведено, що еволюція наукових поглядів на результативність бізнесу пройшла шлях від примітивного фокусування на максимізації поточного прибутку в закритих системах до складних багатовимірних моделей, що враховують інтереси стейкхолдерів, сталий розвиток та еколого-соціальні екстерналії. Чітко розмежовано базові категорії: «ефект», як абсолютний наслідок дії, «ефективність», як відносне співвідношення результату та понесених витрат та «результативність», здатність досягати стратегічної мети в умовах турбулентності.

2. Систематизовано чотири фундаментальні підходи до оцінювання: витратний, ресурсний, ресурсно-витратний та цільовий. Встановлено, що орієнтація підприємства лише на фінансові цілі є обмеженою. Сучасна парадигма вимагає впровадження комплексних систем вимірювання (Performance Measurement Systems), які інтегрують фінансові та нефінансові драйвери.

3. Обґрунтовано, що практична реалізація оцінювання потребує використання змішаного інструментарію. Такі традиційні методи, як фінансовий, факторний, індикаторний аналіз, є незамінними для експрес-діагностики та контролю майнового стану. Проте для вирішення завдань оптимізації, бенчмаркінгу та прогнозування вони повинні бути доповнені економіко-математичним моделюванням. Доведено переваги застосування передових методів граничної ефективності, такі як параметричний метод стохастичної межі SFA або непараметричні методи DEA та FDH та інноваційних алгоритмів машинного навчання (ймовірнісні дерева регресії PRT), які здатні враховувати технічну неефективність, гарантувати математичну гладкість функцій та забезпечувати створення високоточних прогностичних моделей для стратегічного планування.

2 АНАЛІТИКА СТАНУ ТА ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Економічний аналіз діяльності підприємства

Приватне підприємство «Арсенал-Т-07» є суб'єктом господарювання малого підприємництва, що функціонує у високотехнологічному та суворо регламентованому секторі відновлюваної енергетики України. Юридична та фактична адреса реєстрації головного офісу підприємства розташована у Черкаській області, Уманському районі. Згідно з Національним класифікатором видів економічної діяльності, основним і фактично єдиним напрямом комерційної роботи компанії є «Виробництво електроенергії». Матеріально-технічна база та виробничі потужності ПП «Арсенал-Т-07» зосереджені виключно у секторі малої гідроенергетики, що визначає специфіку його операційного та фінансового циклів.

Ключовими діючими генеруючими активами підприємства виступають дві малі гідроелектростанції (МГЕС), розташовані в акваторії місцевих річок Уманського району: Дубівська ГЕС та Острівецька ГЕС. Обидва генеруючі об'єкти були введені в промислову експлуатацію у 2014 році, і кожен з них має встановлену електричну потужність на рівні 0,18 МВт, що сумарно забезпечує 0,36 МВт гідрогенерації. Водночас, усвідомлюючи вразливість монопрофільної генерації, стратегія підприємства передбачає можливості диверсифікації виробничого портфеля, зокрема шляхом впровадження сонячної генерації, для часткового зниження залежності від мінливих гідрологічних умов та оптимізації загальних потужностей.

Організаційно-економічний механізм функціонування ПП «Арсенал-Т-07» базується на жорсткій моделі B2B (business-to-business), де єдиним контрагентом та покупцем виробленої екологічно чистої електричної енергії виступає Державне підприємство «Гарантований покупець». Реалізація здійснюється за фіксованим «зеленим» тарифом, який встановлюється державою в особі Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг

(НКРЕКП). Діяльність компанії суворо регламентується ліцензійними умовами, дотримання яких є обов'язковим для збереження права на продаж електроенергії. У процесі своєї господарської діяльності підприємство періодично проводяться планові регуляторні перевірки, що вимагає від менеджменту підтримки високого рівня корпоративного планування, бездоганної фінансової звітності та суворого дотримання нормативів у сферах охорони праці та промислової безпеки, оскільки енергетичні об'єкти відносяться до суб'єктів із високим ступенем ризику.

У макроекономічному контексті 2025–2026 років господарська діяльність ПП «Арсенал-Т-07» протікає під впливом глибокої та болісної трансформації енергетичного сектору України. Відповідно до сучасних аналітичних досліджень галузі, функціонування підприємств малої генерації перейшло у фазу структурної рівноваги виживання, яка характеризується формуванням моделі адаптивної експлуатації в умовах безперервних системних ризиків. Макроекономічні шоки, такі як диспетчерські обмеження з боку системного оператора НЕК «Укренерго» та колосальна криза неплатежів на ринку ВДЕ, де борг перед виробниками перевищує 15,5 млрд грн, накладаються на мікроекономічні проблеми підприємства. Господарська діяльність об'єктивно ускладнюється гідрологічною нестабільністю, зокрема тривалими періодами маловоддя на малих річках, що фізично обмежує потенціал виробітку ГЕС. Попри ці об'єктивні виклики та регуляторну залежність доходів, підприємство зберігає свою операційну активність і продовжує генерувати дохід. Головним завданням господарської діяльності ПП «Арсенал-Т-07» на поточному етапі є оптимізація умовно-постійних витрат на експлуатацію та обслуговування зношеного обладнання. Також для підприємства важлива адаптація до графіків диспетчерських обмежень і відчайдушний пошук внутрішніх фінансових резервів для збереження рентабельності бізнесу в умовах вкрай складної ситуації на ринку відновлюваної енергетики [14, 15].

Аналітична діяльність ПП «Арсенал-Т-07» безпосередньо детермінується його статусом суб'єкта малого підприємництва, який складає спрощену фінансову звітність мікропідприємства, та специфікою функціонування на суворо

регламентованому ринку електроенергії. Звертаючи увагу на те, що компанія оперує об'єктами малої генерації, аналітичний процес тут не виокремлений у спеціалізований підрозділ, а інтегрований у загальну операційно-економічну систему. Функції зі збору, верифікації, обробки та узагальнення масивів економічної інформації акумулюються безпосередньо на рівні вищого керівництва та бухгалтерії. Такий підхід забезпечує максимальну оперативність у прийнятті рішень, що є критично важливим в умовах високої нестабільності енергоринку.

Організація аналітичної роботи на підприємстві охоплює три фундаментальні напрями, які тісно переплітаються між собою. Фінансово-економічна аналітика фокусується на безперервному моніторингу ліквідності, ретельному аналізі структури витрат, з особливим акцентом на умовно-постійних витратах, пов'язаних із технічним обслуговуванням та ремонтом обладнання та жорсткому щоденному контролю стану дебіторської заборгованості з боку державного підприємства «Гарантований покупець». Виробнича аналітика спрямована на оцінку технологічної ефективності, що передбачає розрахунок та аналіз коефіцієнта використання встановленої потужності (КВВП) гідроагрегатів, моніторинг неминучих технологічних втрат електроенергії у мережах та порівняння фактичної генерації з плановими показниками, які залежать від гідрологічних умов. Своєю чергою, комерційна або ринкова аналітика зосереджена на короткостроковому та середньостроковому прогнозуванні обсягів відпуску електричної енергії. Цей напрям є життєво необхідним для мінімізації фінансових втрат підприємства, оскільки будь-які відхилення фактичної генерації від заявлених прогнозів призводять до накладання жорстких фінансових штрафів за створення небалансів в об'єднаній енергетичній системі.

Для якісної реалізації зазначених напрямів на підприємстві застосовується широкий спектр класичного та специфічного інструментарію економічної аналітики. Методи структурно-динамічного (горизонтального та вертикального) аналізу систематично застосовуються для комплексного дослідження Балансу та Звіту про фінансові результати, що дозволяє виявляти зміни валюти балансу, динаміку частки необоротних активів та темпи зростання або падіння виручки від

реалізації. Коефіцієнтний або індикаторний аналіз є критично важливим інструментом для обчислення базових показників ліквідності, рентабельності та фінансової стійкості, які сигналізують про загрози платоспроможності компанії в умовах касових розривів. План-фактовий та трендовий аналіз активно використовуються у виробничій сфері для вивчення сезонності генерації, де фактично згенерована електроенергія порівнюється з прогнозними моделями, які базуються на гідрологічних даних щодо рівня води в річках та показниках інсоляції.

Ефективність усієї аналітичної системи ПП «Арсенал-Т-07» цілком залежить від якості та оперативності її інформаційного забезпечення. Інформаційно-аналітична база підприємства формується шляхом поєднання внутрішніх облікових систем та зовнішніх галузевих цифрових платформ. Внутрішня частина представлена комплексами автоматизації бухгалтерського та управлінського обліку, зокрема сучасними ERP-рішеннями, наприклад, лінійкою BAS, які дозволяють вести суворий реєстровий облік інженерних об'єктів, контролювати фінансові потоки та формувати регламентовану звітність. Зведення нетипових масивів даних для економічного аналізу здійснюється керівництвом за допомогою електронних табличних процесорів.

Фундаментальною інформаційною базою технічного рівня виступає Автоматизована система комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ). Ця інтелектуальна система здійснює безперервне зчитування фізичних показників з лічильників та передає їх у режимі реального часу до комп'ютерної системи, перетворюючи технічні дані на дані для подальшої їх аналітики, що необхідно для виявлення втрат та формування точних комерційних прогнозів. Зовнішня інформаційна частина, життєво необхідний для роботи на ринку ВДЕ, охоплює систему управління ринком MMS (Market Management System) від оператора НЕК «Укренерго», через яку обробляються дані про балансуєчу енергію та небаланси, а також програмний комплекс АІС «ВДЕ» від ДП «Гарантований покупець». Останній використовується для щодобової передачі прогнозних даних щодо обсягів генерації та моніторингу актуального стану взаєморозрахунків. Для

моніторингу загального нормативно-правового поля та перевірки контрагентів підприємство поєднує дані з платформи «YouControl» та офіційного порталу НКРЕКП.

Операційна діяльність ПП «Арсенал-Т-07» має глибоко специфічний, вузькоспеціалізований характер. Вона полягає у безперервному, цілодобовому технологічному процесі перетворення кінетичної та потенціальної енергії природних водних потоків на електричну енергію, яка миттєво відпускається до Об'єднаної енергетичної системи (ОЕС) України. Підприємство позиціонується виключно у сегменті B2B оптового ринку електричної енергії, реалізуючи 100% обсягу своєї згенерованої екологічно чистої продукції єдиному державному покупцеві за законодавчо закріпленим, хоча й проблематичним в аспекті виплат, «зеленим» тарифом. Специфіка операційного циклу підприємства на ринку відновлюваної енергетики кардинально відрізняється від традиційних виробничих бізнес-моделей. Цей цикл повністю позбавлений стадії закупівлі сировини чи матеріалів для їх подальшої переробки, оскільки єдиним «паливом» виступає відновлюваний природний гідроресурс. Операційний процес розпочинається безпосередньо з гідрологічного прогнозування, після чого здійснюється планування графіка видачі потужності, фізична генерація та миттєвий автоматизований комерційний облік відпущеної енергії через систему АСКОЕ.

Фундаментом виробничого потенціалу та основою операційної діяльності компанії є її унікальна матеріально-технічна база. Вона сконцентрована у вигляді двох цілісних майнових комплексів малих гідроелектростанцій: Дубівської ГЕС та Острівцевої ГЕС. Інженерна система підприємства є дуже складною і охоплює три ключові блоки.

По-перше, це гідротехнічні споруди, що включають масивні греблі, спеціалізовані водозабірні конструкції та водоскиди, які забезпечують формування необхідного напору води для обертання турбін.

По-друге, це гідромеханічне та електромеханічне обладнання, основою якого є гідротурбіни, що безпосередньо перетворюють енергію падаючої води на

механічну енергію обертання, та синхронізовані з ними генератори, які продукують електричний струм.

По-третє, це електротехнічна інфраструктура, що складається з підвищувальних трансформаторних підстанцій, надскладних систем релейного захисту, автоматики та ліній електропередачі (ЛЕП), необхідних для безпечної видачі виробленої потужності в мережі місцевого оператора системи розподілу.

Критично важливим аспектом для розуміння причин падіння ефективності компанії є технічний стан цього генеруючого обладнання. Економічний аналіз фінансової звітності (Форма №1-мс «Баланс») беззаперечно доводить, що станом на кінець 2025 року матеріально-технічна база перебуває у стані глибокої деградації. При первісній вартості основних засобів на рівні 6474,0 тис. грн, сума накопиченого бухгалтерського зносу досягла вражаючих 4600,5 тис. грн. Як наслідок, залишкова балансова вартість активів становить лише 1873,5 тис. грн. Цей математичний факт свідчить про те, що ступінь фізичного та морального зносу активів перевищив 71%. Експлуатація настільки зношеного обладнання несе у собі колосальні операційні ризики: вона об'єктивно підвищує ймовірність аварійних зупинок станцій, невпинно знижує загальний коефіцієнт корисної дії (ККД) турбін, що призводить до втрати обсягів генерації навіть за сприятливих водних умов, та вимагає постійного збільшення фінансових витрат на проведення поточного технічного обслуговування та ремонтів.

Для забезпечення безперебійності операційної діяльності ПП «Арсенал-Т-07» залучає комплексний набір природних, трудових та нематеріальних ресурсів. Головним природним ресурсом виступає гідрологічний потенціал річок Уманщини. Оскільки підприємство повністю залежить від стохастичного природного фактора, його операційна активність характеризується високим рівнем сезонності: пікові обсяги генерації припадають на періоди весняного водопілля та осінніх паводків, тоді як під час літнього маловоддя виробництво може критично падати. Що стосується трудових ресурсів, то завдяки високому ступеню автоматизації технологічних процесів, обслуговування МГЕС не вимагає утримання великого штату працівників. За даними звітності, чисельність персоналу

є стабільною і коливається в межах 6-8 осіб, які включають адміністративно-управлінський апарат та інженерно-технічний персонал, відповідальний за цілодобовий моніторинг гідрологічного режиму та стану електромереж.

До нематеріальних та інформаційних ресурсів належать життєво необхідні ліцензії НКРЕКП та апаратна частина системи АСКОВЕ. Підсумовуючи, ефективність операційної діяльності підприємства сьогодні жорстко лімітована двома некерованими факторами: природно-кліматичними змінами та прогресуючим високим рівнем зносу наявної матеріально-технічної бази.

Дослідження фінансово-економічної діяльності ПП «Арсенал-Т-07» вимагає відходу від поверхневого опису статистичних даних і переходу до глибокого розуміння причинно-наслідкових зв'язків, які визначають фінансову архітектуру компанії. Аналіз базується на обробці офіційної фінансової звітності мікропідприємства за період 2021–2025 років. Динаміка та структура активів, наведені у табл. 2.1 та 2.2, відображають нерівномірний, кризовий розвиток майнового стану.

Таблиця 2.1 – Абсолютні показники та вертикальний аналіз активів ПП «Арсенал-Т-07» за 2021–2025 рр.

Показник (Активи)	2021 р., тис.грн	2022 р., тис.грн	2023 р., тис.грн	2024 р., тис.грн	2025 р., тис.грн	Питома вага 2021, %	Питома вага 2022, %	Питома вага 2023, %	Питома вага 2024, %	Питома вага 2025, %
I. Необоротні і активи	4688,0	3839,5	3259,4	2734,7	1873,5	50,01	43,58	37,49	32,92	16,55
Основні засоби	4688,0	3839,5	3259,4	2734,7	1873,5	50,01	43,58	37,49	32,92	16,55
Первісна вартість	6285,9	5915,1	6136,7	6474,0	6474,0					
Знос	1597,9	2075,6	2877,3	3739,3	4600,5					
II. Оборотні активи	4687,0	4971,0	5434,4	5571,7	9483,4	49,99	56,42	62,51	67,08	83,45
Запаси	235,4	240,0	245,0	248,0	249,7	2,51	2,72	2,82	2,99	2,20

Продовження табл. 2.1

Показник (Активи)	2021 р., тис.г рн	2022 р., тис.грн	2023 р., тис.грн	2024 р., тис.грн	2025 р., тис.грн	Питома вага 2021, %	Питома вага 2022, %	Питома вага 2023, %	Питома вага 2024, %	Питома вага 2025, %
Дебіторська заборгованість	4225,3	4550,0	5050,0	5205,6	9009,4	45,07	51,64	58,11	62,67	79,33
Гроші та їх еквіваленти	111,3	65,0	22,4	0,1	106,1	1,19	0,74	0,26	0,00	0,93
БАЛАНС (АКТИВ)	9375,0	8810,5	8693,8	8306,4	11356,9	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Джерело: розраховано автором за даними фінансової звітності

Таблиця 2.2 – Горизонтальний аналіз (абсолютні відхилення та темпи приросту) активів підприємства

Показник (Активи)	Відхилення 22/21, тис.грн	Відхилення 23/22, тис.грн	Відхилення 24/23, тис.грн	Відхилення 25/24, тис.грн	Приріст 22/21, %	Приріст 23/22, %	Приріст 24/23, %	Приріст 25/24, %
I. Необоротні активи	-848,5	-580,1	-524,7	-861,2	-18,10	-15,11	-16,10	-31,49
II. Оборотні активи	+284,0	+463,4	+137,3	+3911,7	+6,06	+9,32	+2,53	+70,21
Дебіторська заборг.	+324,7	+500,0	+155,6	+3803,8	+7,68	+10,99	+3,08	+73,07
БАЛАНС (АКТИВ)	-564,5	-116,7	-387,4	+3050,5	-6,02	-1,32	-4,46	+36,72

Джерело: розраховано автором за даними фінансової звітності

Аналіз динаміки активів виявляє глибоку диспропорцію між реальними виробничими потужностями та фінансовими зобов'язаннями контрагентів. Зниження валюти балансу з 9375,0 тис. грн у 2021 році до 8306,4 тис. грн у 2024 році було зумовлено стрімким нарахуванням амортизації. Знос зріс до 4600,5 тис. грн за умови повної відсутності капітальних інвестицій. Причиною такої інвестиційної стагнації є не побажання керівництва оновлювати фонди, а фізична відсутність коштів. Зростання балансу у 2025 році на 36,72% є явищем, яке не відображає справжньої ситуації. Воно було спричинене аномальним стрибком

дебіторської заборгованості (+73,07%), яка сягнула 9009,4 тис. грн і сформувала майже 80% усього майна компанії.

Причинно-наслідковий зв'язок цього явища великою частиною залежить від макроекономічної ситуації. Згідно з галузевими даними, станом на кінець 2025 року загальнонаціональна заборгованість ДП «Гарантований покупець» перед виробниками електричної енергії з ВДЕ перевищила 15,5 млрд грн. Відповідно, накопичені 9 млн грн у балансі ПП «Арсенал-Т-07» є прямим наслідком нездатності державного гаранта своєчасно оплачувати відпущену електроенергію, зокрема за історичні періоди 2022-2024 років. Ця іммобілізація капіталу призводить до катастрофічного дефіциту ліквідності. На рахунках підприємства залишаються мінімальні суми (від 0,1 до 106,1 тис. грн), що паралізує будь-яку інвестиційну активність та унеможливорює своєчасне проведення навіть поточних ремонтів. Структура пасивів компанії демонструє, яким чином підприємство намагається вижити в умовах відсутності грошових надходжень (табл. 2.3, 2.4).

Таблиця 2.3 – Абсолютні показники та вертикальний аналіз пасивів ПП «Арсенал-Т-07» за 2021–2025 рр.

Показник (Пасиви)	2021 р., тис.г рн	2022 р., тис.грн	2023 р., тис.грн	2024 р., тис.грн	2025 р., тис.грн	Питом а вага 2021, %	Питом а вага 2022, %	Питом а вага 2023, %	Питом а вага 2024, %	Питом а вага 2025, %
I. Власний капітал	8088, 0	7665,2	7911,4	6196,6	7670,9	86,27	87,00	91,00	74,60	67,54
III. Поточні зобов'язан ня	1287, 0	1145,3	782,4	2109,8	3686,0	13,73	13,00	9,00	25,40	32,46
Інші поточні зобов.	774,9	677,6	360,5	1751,0	3414,0	8,27	7,69	4,15	21,08	30,06
БАЛАНС (ПАСИВ)	9375, 0	8810,5	8693,8	8306,4	11356,9	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Джерело: розраховано автором за даними фінансової звітності

Таблиця 2.4 – Горизонтальний аналіз (відхилення) пасивів підприємства

Показник (Пасиви)	Відхилення 22/21, тис.грн	Відхилення 23/22, тис.грн	Відхилення 24/23, тис.грн	Відхилення 25/24, тис.грн	Темп приросту 22/21, %	Темп приросту 23/22, %	Темп приросту 24/23, %	Темп приросту 25/24, %
Власний капітал	-422,8	+246,2	-1714,8	+1474,3	-5,23	+3,21	-21,68	+23,79
Поточні зобов'язання	-141,7	-362,9	+1327,4	+1576,2	-11,01	-31,69	+169,66	+74,71

Джерело: розраховано автором за даними фінансової звітності

Причиною стрімкого зростання поточних зобов'язань (з 13,73% до 32,46% у структурі балансу) є вимушене залучення зовнішнього короткострокового фінансування. Оскільки операційні борги за сировину, зарплату, податки залишаються низькими, колосальний приріст статті «Інші поточні зобов'язання» (яка досягла 3414,0 тис. грн у 2025 році) свідчить про системне вливання поворотної фінансової допомоги з боку власників. Цей причинно-наслідковий зв'язок є очевидним: оскільки підприємство не отримує грошей за вироблену енергію, але змушене нести постійні витрати на утримання станції та персоналу. Щоб уникнути дефолту, власники кредитують власну компанію, штучно збільшуючи боргове навантаження. Фінансові результати підприємства є квінтесенцією описаних вище кризових процесів (табл. 2.5, 2.6).

Таблиця 2.5 – Абсолютні показники та вертикальний аналіз доходів і витрат за 2021–2025 рр.

Показник	2021 р., тис.грн	2022 р., тис.грн	2023 р., тис.грн	2024 р., тис.грн	2025 р., тис.грн	Питома вага 2021, %	Питома вага 2025, %
Чистий дохід від реалізації	3345,4	3283,2	2889,2	2890,0	2243,4	100,00	100,00
Разом витрати	2224,0	3207,2	2852,2	2867,1	2830,1	66,48	126,15
Чистий прибуток (збиток)	1296,9	167,8	82,8	28,8	(588,7)	38,77	(26,24)

Джерело: розраховано автором за даними фінансової звітності

Таблиця 2.6 – Горизонтальний аналіз доходів і витрат за 2021–2025 рр.

Показник	Відхилення 22/21, тис.грн	Відхилення 23/22, тис.грн	Відхилення 24/23, тис.грн	Відхилення 25/24, тис.грн	Приріст 25/24, %
Чистий дохід від реалізації	-62,2	-394,0	+0,8	-646,6	-22,37
Собівартість реалізації	+309,2	+50,3	+127,1	+143,5	+7,85
Чистий прибуток (збиток)	-1129,1	-85,0	-54,0	-617,5	-2144,1

Джерело: розраховано автором за даними фінансової звітності

Причиною обвалу чистого доходу на 22,37% у 2025 році (до 2243,4 тис. грн) є не цінова кон'юнктура, адже «зелений» тариф фіксований, а фізичне падіння обсягів генерації. Це падіння зумовлене сукупністю факторів.

По-перше, жорсткими диспетчерськими обмеженнями НЕК «Укренерго», які примусово знижують видачу потужності для балансування системи.

По-друге зміною гідрологічних умов та зниженням ККД старих турбін. Наслідком падіння генерації є зменшення доходу. Водночас собівартість стабільно зростає (з 1341,0 до 1971,1 тис. грн), що є прямим наслідком збільшення витрат на ремонт зношеного на 71% обладнання. Синергія цих двох факторів – зменшення доходів через недовиробіток та зростання витрат через зношеність – призвела до того, що сумарні витрати склали 126,15% від виручки, перетворивши компанію на глибоко збиткову організацію (-588,7 тис. грн у 2025 році).

Діагностична аналітика фінансового стану ПП «Арсенал-Т-07» дозволяє перекласти виявлені абсолютні відхилення на мову відносних фінансових індикаторів, які розкривають глибинні вектори розвитку компанії. Особлива увага приділяється інтерпретації причинно-наслідкових зв'язків, що стоять за змінами цих коефіцієнтів, оскільки формальний підхід може призвести до хибних економічних висновків. Динаміку індикаторів приведено в табл. 2.7, 2.8, 2.9, 2.10.

Таблиця 2.7 – Динаміка індикаторів стану активів та капіталу підприємства (2021-2025 рр.)

Показник	2021 р.	2022 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.
Придатність основних засобів	0,74	0,65	0,53	0,42	0,29
Співвідношення матеріальних активів і дебіторської заборгованості	0,70	0,94	0,68	0,39	0,26
Темп зміни необоротних активів	6,11	0,82	0,85	0,84	0,69

Джерело: розраховано автором за даними фінансової звітності

Коефіцієнт придатності основних засобів демонструє катастрофічне падіння з 0,74 до 0,29. Це означає, що активи компанії, такі як греблі та турбіни, придатні до експлуатації лише на 29%, як зазначено на рис. 2.1.

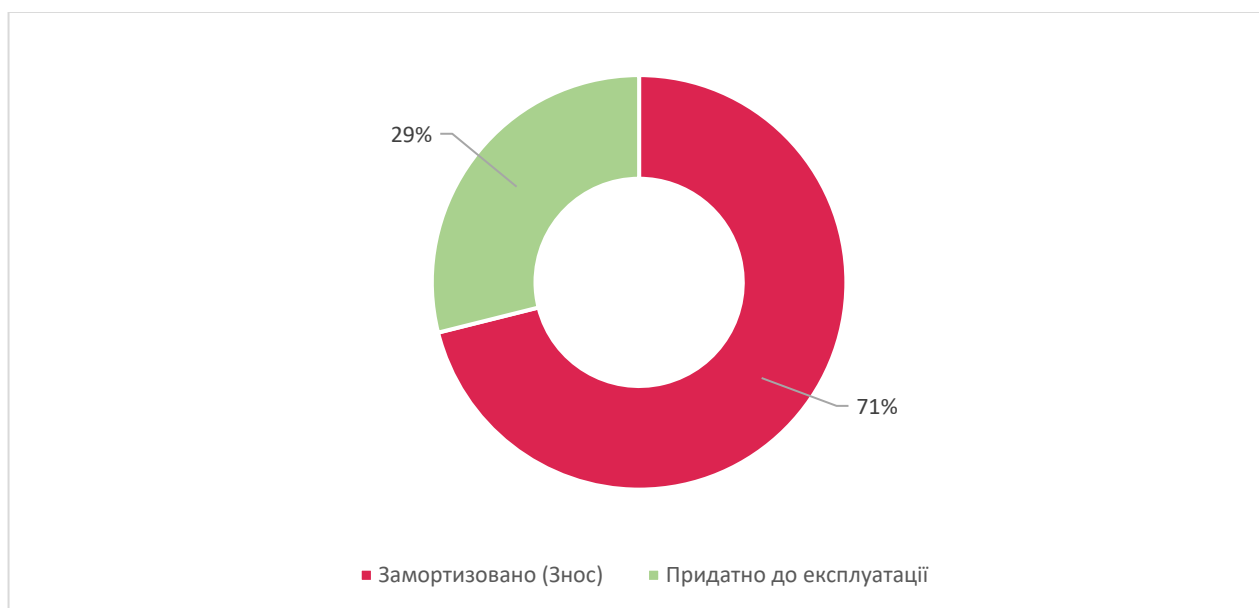


Рисунок 2.1 – Рівень фізичного зносу турбін ГЕС у 2025 році

Джерело: розраховано автором на основі даних підприємства

Причиною цього є відсутність реінвестування прибутку у капітальні ремонти. Своєю чергою, інвестиційний параліч спричинений відсутністю вільного грошового потоку. Наслідком такого технічного стану є неминуче падіння обсягів виробництва електроенергії через часті аварійні зупинки. Падіння співвідношення матеріальних активів до дебіторської заборгованості з 0,94 до 0,26 доводить, що

реальні виробничі фонди у структурі капіталу компанії витісняються боргами ДП "Гарантований покупець".

Таблиця 2.8 – Динаміка індикаторів платоспроможності ПП «Арсенал-Т-07» (2021-2025 рр.)

Показник	2021 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.	Норматив
Загальна платоспроможність	3,46	6,63	2,52	2,51	> 1,5
Проміжна (швидка) платоспроможність	3,37	6,48	2,47	2,47	> 1,0
Абсолютна платоспроможність	0,09	0,03	0,00	0,03	> 0,2

Джерело: розраховано автором за даними фінансової звітності

Аналіз ліквідності розкриває класичний фінансовий парадокс підприємств енергетичного сектору України. Коефіцієнт загальної платоспроможності компанії у 2025 році становить 2,51, що суттєво перевищує норматив. Це може здаватись дивним, що компанія має надлишок коштів для розрахунку за своїми зобов'язаннями. Однак цей показник є викривленим. Близько 95% цих оборотних активів становить безнадійна дебіторська заборгованість держави за вже вироблену «зелену» енергію. Реальний стан справ показує коефіцієнт абсолютної платоспроможності, який впав до нуля (0,00-0,03). Це описано на рис 2.2. Причиною цього є те, що держава затримує виплати роками. Наслідком такої ситуації є те, що компанія, маючи мільйонні доходи відповідно до фінансової звітності, не має грошей на рахунку навіть для покриття поточних податкових платежів чи виплати заробітної плати, що змушує її залучати боргове фінансування від власників.

Зниження коефіцієнта автономії з відмінних 0,91 у 2023 році до 0,68 у 2025 році є наслідком нарощування поточних зобов'язань, які поповнювались від поворотної фінансової допомоги. Хоча показник все ще перевищує норматив (0,5), динаміка свідчить про поступову втрату фінансової незалежності підприємства.

Показники ділової активності остаточно фіксують процес втрати операційної ефективності. Падіння окупності операційних витрат нижче одиниці (до 0,79) означає, що підприємство технічно більше не здатне покривати свої поточні

витрати отриманими доходами. Причиною цього є зростання собівартості через аварійність турбін та зменшення доходу через диспетчерські обмеження. Наслідком є формування глибоко від'ємної рентабельності активів ($ROA = -5,99\%$) та капіталу ($ROE = -8,49\%$). Підприємство опинилося у замкненому колі, де кожна вироблена кіловат-година на старому обладнанні лише збільшує загальний збиток компанії.

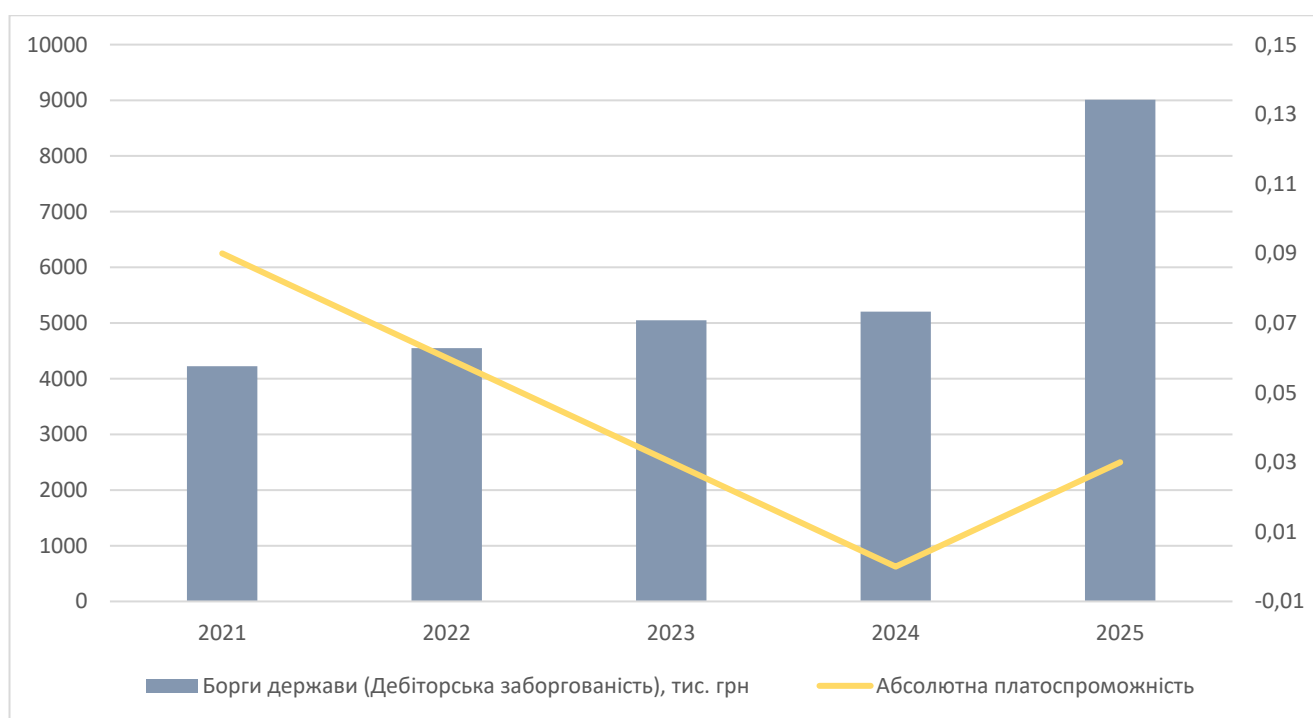


Рисунок 2.2 – Дебіторська заборгованість та абсолютна ліквідність

Джерело: розраховано автором на основі даних підприємства

Таблиця 2.9 – Динаміка індикаторів фінансової стійкості (2021-2025 рр.)

Показник	2021 р.	2022 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.	Норматив
Коефіцієнт автономії	0,86	0,87	0,91	0,75	0,68	> 0,5
Маневреність власного капіталу	0,42	0,50	0,59	0,56	0,76	> 0,1

Джерело: розраховано автором за даними фінансової звітності

Показники ділової активності остаточно фіксують процес втрати операційної ефективності. Падіння окупності операційних витрат нижче одиниці (до 0,79) означає, що підприємство технічно більше не здатне покривати свої поточні

витрати отриманими доходами. Причиною цього є зростання собівартості через аварійність турбін та зменшення доходу через диспетчерські обмеження. Наслідком є формування глибоко від'ємної рентабельності активів (ROA = -5,99%) та капіталу (ROE = -8,49%). Підприємство опинилося у замкненому колі, де кожна вироблена кіловат-година на старому обладнанні лише збільшує загальний збиток компанії.

Таблиця 2.10 – Динаміка індикаторів ділової активності та ефективності (2021-2025 рр.)

Показник	2021 р.	2022 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.
Темп зміни чистого доходу	0,99	0,98	0,88	1,00	0,78
Окупність витрат операційної діяльності	1,59	1,05	1,03	1,01	0,79
Прибутковість активів (ROA), %	14,00	1,94	0,99	0,39	-5,99
Прибутковість власного капіталу (ROE), %	16,00	2,23	1,12	0,47	-8,49

Джерело: розраховано автором за даними фінансової звітності

На основі проведеної комплексної економічної діагностики фінансово-господарського стану ПП «Арсенал-Т-07» виявлено глибоку системну диспропорцію між потенційними можливостями підприємства та його реальними результатами діяльності. Центральна практична проблема полягає у критичному дефіциті вільного грошового потоку, що спричинений системною кризою неплатежів на ринку ВДЕ. Цей дефіцит безпосередньо блокує можливість інвестиційного оновлення фізично зношених генеруючих потужностей малих ГЕС та водночас призводить до утворення масштабного замороженого капіталу через наявність жорстких регуляторно-технічних бар'єрів.

Для деталізації цієї проблеми проведемо економіко-аналітичне оцінювання втрат від іммобілізації капіталу. Станом на кінець 2025 року дебіторська

заборгованість підприємства з боку державного підприємства склала 9 009,4 тис. грн. Ця сума заморожених коштів завдає компанії не лише прямих втрат через касові розриви, але й генерує приховані збитки – втрачену вигоду. Якщо застосувати метод розрахунку альтернативної вартості капіталу за безризиковою ставкою дохідності, скажімо 13% річних, підприємство щороку втрачає понад 1,17 млн грн потенційного інвестиційного ресурсу лише через знецінення своїх коштів на рахунках державного гаранта. Цей невидимий збиток майже вдвічі перевищує офіційно зафіксований чистий збиток компанії за рік.

Відсутність стабільного грошового потоку робить неможливим фінансування капітальних інвестицій. Коефіцієнт придатності основних засобів впав до 0,289, що свідчить про знос обладнання понад 71%. Експлуатація такого обладнання запускає ланцюгову реакцію: падіння ККД турбін зменшує фактичну генерацію, а потреба у позапланових ремонтах геометрично збільшує собівартість. Ця взаємодія негативних впливів стала ключовою внутрішньою причиною формування від'ємної рентабельності продажів у 2025 році.

Намагаючись знайти вихід із цієї кризи, керівництво підприємства прийняло рішення диверсифікувати генерацію шляхом гібридизації за рахунок сонячної енергії. Було закуплено обладнання для СЕС потужністю близько 50 кВт для покриття власних потреб станції в денний час, що дозволило б економити воду для пікової генерації. Проте цей інвестиційний проєкт зіткнувся з нормативними бар'єрами зі сторони законодавства. Проблема полягає у вимогах Кодексу комерційного обліку, які вимагають ідеального технічного розмежування точок обліку для електроенергії з води та сонця, оскільки на них діють різні ставки «зеленого» тарифу. Створення нових точок приєднання вимагає отримання дорогих технічних умов від Обленерго та придбання окремої ліцензії. В умовах повної відсутності вільної ліквідності компанія не змогла оплатити ці бюрократичні процедури. Як наслідок, дороге обладнання перетворилося на заморожений капітал, що лежить на складі, і компанія щороку втрачає понад 350 тисяч гривень прямої економії на операційних витратах. Підприємство потрапило

у замкнене коло залежності від єдиного покупця, яке вимагає негайного стратегічного втручання та розробки кардинально нових економічних рішень.

2.2 Економіко-аналітичне оцінювання ефективності діяльності підприємства

Розв'язання складної багаторівневої проблеми ПП «Арсенал-Т-07», яка полягає у прогресуючому фізичному зносі основних активів, визваного жорстким дефіцитом ліквідності, вимагає адаптації та застосування спеціалізованого методичного інструментарію економічної аналітики. Зважаючи на специфіку кризового стану компанії, класичні методи статичного фінансового аналізу не здатні надати вичерпної картини для прийняття рішень. Тому методологічний апарат підприємства було розширено та адаптовано за трьома ключовими напрямками: причинно-наслідкова аналітика, сценарне економіко-математичне моделювання та інвестиційне проєктування.

Для глибинної діагностики першопричин збитковості компанії адаптовано метод детермінованого факторного аналізу, зокрема модифіковану двофакторну модель Дюпона для аналізу рентабельності активів (ROA) [13]. Ця модель, яка розкладає рентабельність майна на добуток комерційної маржі (рентабельності продажів) та оборотності активів, дозволяє математично точно виміряти, як саме технічний знос обладнання, що зменшує маржу через високі витрати на ремонт, у синергії з накопиченням мертвої дебіторської заборгованості, яка сповільнює оборотність, руйнують кінцевий фінансовий результат компанії.

Оскільки підприємство функціонує в умовах екстремальної ринкової невизначеності, спровокованої макроекономічними шоками та багатомільярдними боргами ДП «Гарантований покупець», лінійне планування втратило свою актуальність. Замість нього адаптовано метод сценарного економіко-математичного моделювання [13]. Розроблено декілька альтернативних варіантів розвитку подій.

Перший – це інерційний сценарій «Status Quo», який моделює швидкість неминучого банкрутства за умови збереження поточної стратегії.

Другий – сценарій класичної технічної модернізації ГЕС.

Останній – інноваційний сценарій гібридизації генеруючих потужностей шляхом інсталяції промислових систем накопичення енергії (BESS).

Будь-яке розроблене стратегічне економічне рішення вимагатиме залучення значних капітальних інвестицій. Тому на фінальному етапі адаптовано класичний інструментарій інвестиційного проектування, що базується на концепції вартості грошей у часі. Економіко-аналітичне обґрунтування доцільності впровадження розроблених заходів здійснюватиметься за допомогою розрахунку чистого дисконтованого доходу (NPV), внутрішньої норми рентабельності (IRR) та дисконтованого періоду окупності (DPP). Особливістю адаптації цих методів до реалій 2025–2026 років є використання кумулятивного методу розрахунку ставки дисконтування, який передбачає включення додаткових відсотків за специфічні галузеві та макроекономічні ризики енергосектору України. Сформований комплекс методів дозволяє провести науково обґрунтовану прикладну аналітику та сформулювати ефективні рекомендації.

Для розробки дієвих економічних заходів з порятунку та покращення діяльності ПП «Арсенал-Т-07» необхідно провести глибокий причинно-наслідковий розгляд виявленої проблеми. Використовуючи адаптовану модель детермінованого факторного аналізу Дюпона, здійснимо діагностику рентабельності активів (ROA) за останні п'ять років. Це дозволить математично оцінити силу впливу кожного фактора на формування загального збитку підприємства.

Двофакторна мультиплікативна модель має вигляд добутку рентабельності продажів (формула 2.1), яка відображає комерційну маржу та ефективність регулювання витрат та оборотності активів, яка відображає ділову активність та ефективність використання ресурсів [13].

$$ROA = ROS \times TAT, \quad (2.1)$$

де ROS – рентабельність продажів (комерційна маржа),

TAT – оборотність активів (ефективність регулювання ресурсів).

У табл. 2.11 зведено вихідні дані для розрахунків за весь п'ятирічний період. Вихідні дані для розрахунку наведені у табл 2.11.

Таблиця 2.11 – Вихідні дані для п'ятирічного факторного аналізу рентабельності ПП «Арсенал-Т-07» (2021-2025 рр.)

Показник	2021 р.	2022 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.
Чистий дохід від реалізації, тис. грн	3345,4	3283,2	2889,2	2890,0	2243,4
Чистий прибуток / збиток, тис. грн	1296,9	167,8	82,8	28,8	-588,7
Рентабельність продажів (ROS), %	38,77	5,11	2,87	1,00	-26,24
Оборотність активів, коеф.	0,36	0,38	0,34	0,39	0,23
Рентабельність активів (ROA), %	14,00	1,94	0,99	0,39	-5,99

Джерело: розраховано автором за даними фінансової звітності

Аналіз даних таблиці свідчить про катастрофічне падіння загальної рентабельності активів підприємства: з надзвичайно успішних 14,00% у 2021 році до глибоко від'ємних -5,99% у 2025 році. Загальне абсолютне відхилення результативного показника за цей період становить -19,99%. Застосування методу абсолютних різниць дозволяє визначити, як саме кожен із двох факторів вплинув на це обвальне падіння.

Загальне абсолютне відхилення рентабельності за аналізований період становить (формула 2.2):

$$\Delta ROA = (-5,99\%) - 14,00\% = -19,99\% \quad (2.2)$$

Застосуємо метод абсолютних різниць для визначення впливу кожного з двох факторів на це загальне падіння відносно базового 2021 року:

1. Вплив зміни рентабельності продажів (формула 2.3):

$$\Delta ROA_{ROS} = \Delta ROS \times TAT_{2021} = ((-26,24)\% - 38,77\%) \times 0,36 = -23,40\% \quad (2.3)$$

2. Вплив зміни оборотності активів (формула 2.4):

$$\Delta ROA_{TAT} = ROS_{2025} \times \Delta TAT = (-26,24)\% \times (0,23 - 0,36) = +3,41\%, \quad (2.4)$$

Розрахунок впливу зміни рентабельності продажів (комерційної маржі) здійснюється як добуток різниці між маржею базового (2021) та звітного (2025) років і оборотності базового року. Математичний результат доводить, що обвальне падіння комерційної маржі (рис. 2.3) призвело до зменшення рентабельності майна на 23,40%. Своєю чергою, розрахунок впливу зміни оборотності активів показує, що падіння цього коефіцієнта з 0,36 до 0,23 математично зумовило позитивний вплив на рівні +3,41%. Сукупний вплив обох факторів (-23,40% + 3,41%) повністю збігається із загальною зміною результативного показника (-19,99%), що підтверджує правильність розрахунків.

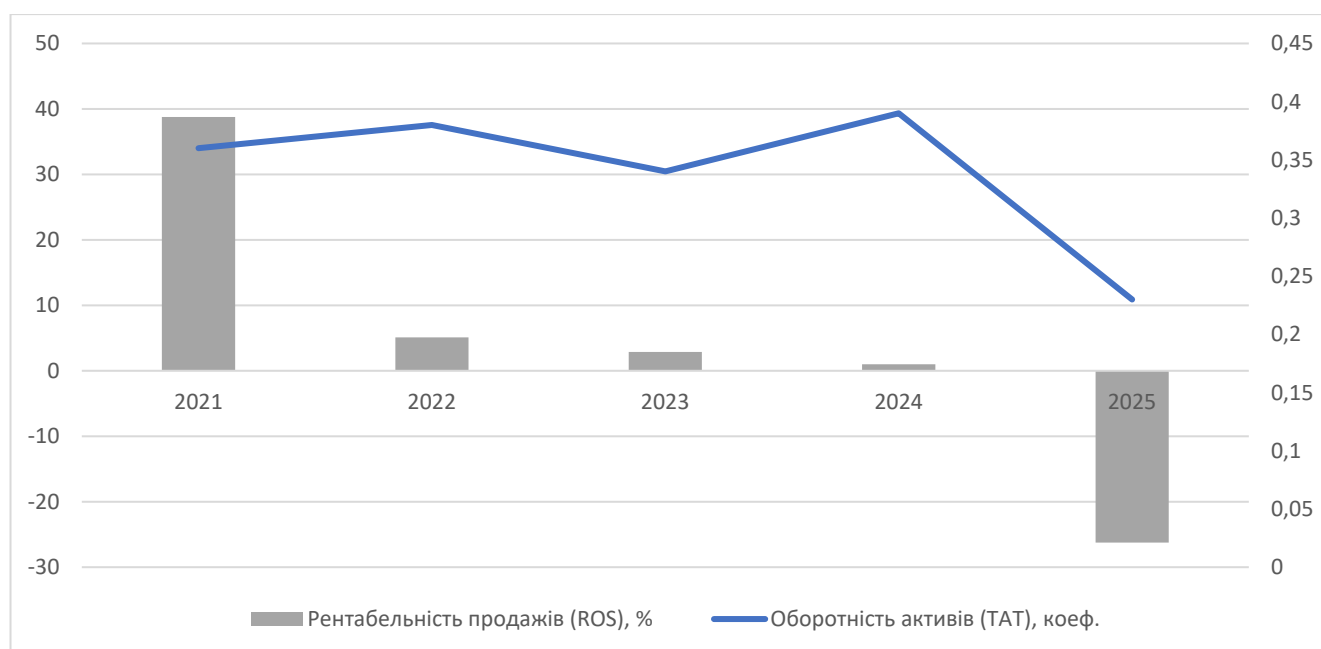


Рисунок 2.3 – Динаміка ROS та TAT за роками

Джерело: розраховано автором на основі даних підприємства

Економічна інтерпретація результатів цього багаторічного факторного моделювання розкриває надзвичайно цікавий і загрозливий парадокс у причинно-наслідковому ланцюзі підприємства. Головною причиною руйнування ефективності стало обвальне падіння рентабельності продажів. Оскільки ціна на продукцію жорстко зафіксована державою у вигляді «зеленого» тарифу, це падіння цілком і повністю зумовлене неконтрольованим, експоненційним зростанням собівартості виробництва. Причиною такого зростання є критичний рівень фізичного зносу старих гідротурбін ГЕС (понад 71%), що вимагає постійних

вливань фінансових ресурсів у ремонти та технічне обслуговування на тлі об'єктивного зменшення фізичних обсягів генерації електроенергії через диспетчерські обмеження та періоди маловоддя.

Натомість падіння оборотності активів, яке виникло через накопичення 9 мільйонів гривень мертвої дебіторської заборгованості з боку ДП «Гарантований покупець», математично дало позитивний ефект. Причина цього феномену полягає у тому, що підприємство у 2025 році продавало кожну одиницю своєї продукції із глибоким збитком, в тому числі комерційна маржа досягла позначки -26,24%. У такій ситуації штучне уповільнення оборотності капіталу фактично пом'якшує загальну збитковість бізнесу. Простими словами, причинно-наслідковий зв'язок вказує на те, що генерувати ще більше енергії на старому, неефективному обладнанні, продовжуючи накопичувати нові непрацюючі борги неспроможної держави – це прямий шлях до прискореного та неминучого банкрутства компанії.

Проведений аналіз доводить, що екстенсивні спроби ПП «Арсенал-Т-07» працювати в рамках застарілої бізнес-моделі є абсолютно неефективними. Оскільки зовнішній системний фактор – багатомільярдні борги ДП «Гарантований покупець» та прайс-кепи на ринку – є некерованим для керівництва підприємства, єдиним раціональним шляхом порятунку залишається радикальна оптимізація внутрішніх процесів та пошук альтернативних механізмів збуту, які дозволять вийти з цього замкненого боргового кола.

2.3 Побудова моделі дисконтованих грошових потоків для підвищення ефективності діяльності «Арсенал-Т-07»

Відповідно до методології сценарного економіко-математичного моделювання, для розв'язання фундаментальної проблеми дефіциту ліквідності та системного падіння рентабельності ПП «Арсенал-Т-07» було сформовано три альтернативні сценарії стратегічного розвитку. Якісне порівняння цих сценаріїв є обов'язковою передумовою для обрання найбільш доцільного та економічно ефективного варіанту.

Інерційний сценарій «Статус-кво» передбачає продовження експлуатації генеруючих потужностей малих ГЕС без будь-яких капітальних втручань у технологічний процес. Враховуючи, що зношеність гідротурбін вже перевищує 71%, їхня продуктивність неминуче і незворотно падатиме. При чому витрати на утримання та ремонти зростатимуть з великою швидкістю. В умовах збереження 15-мільярдних боргів ДП «Гарантований покупець» підприємство гарантовано генеруватиме стабільний чистий збиток, що призведе до швидкого дефолту. Чистий дисконтований дохід (NPV) цього сценарію є глибоко від'ємним, тому він беззаперечно відхиляється.

Сценарій «Технічна модернізація ГЕС» передбачає масштабне залучення зовнішніх інвестицій у заміну старих гідротурбін на нові агрегати з високим ККД. З технологічної точки зору це дозволить суттєво збільшити обсяги генерації. Однак, з економічної точки зору, уся додатково вироблена електроенергія продовжуватиме реалізовуватися за фіксованим «зеленим» тарифом державі. Це означає, що підприємство не вирішить свою головну проблему виживання – кризу ліквідності. Нові мільйонні доходи залишатимуться виключно арифметично у вигляді дебіторської заборгованості, тоді як підприємству доведеться віддавати реальні, живі гроші комерційним банкам за обслуговування кредиту на нові турбіни. Фінансовий ризик дефолту за цим сценарієм оцінюється як надто високий.

Сценарій «Інсталяція систем накопичення енергії (BESS)» передбачає встановлення потужних промислових акумуляторних батарей безпосередньо на території діючих Дубівської та Острівцевої ГЕС. Це інноваційне рішення дозволить підприємству накопичувати електроенергію, вироблену водою в нічний час або під час диспетчерських обмежень, та продавати її не державному Гарантованому покупцю, а на вільному конкурентному Ринку «на добу наперед» (РДН) у години вечірнього пікового попиту за найвищими комерційними цінами (прайс-кепами). Цей варіант кардинально, на системному рівні, змінює саму бізнес-модель компанії. Підприємство глибоко диверсифікує свої комерційні ризики, отримує щоденні розрахунки «живими» грошима від приватних трейдерів та остаточно розриває коло боргової залежності від державних структур. За

результатами якісного сценарного аналізу, саме цей сценарій визнаємо єдиним ефективним шляхом виходу з кризи.

Зважаючи на те, що ПП «Арсенал-Т-07» у 2025 році зафіксувало чистий збиток і повністю втратило абсолютну ліквідність (коефіцієнт 0,03), виділення коштів з внутрішніх резервів на закупівлю BESS є неможливим. Залучення класичного комерційного банківського кредиту також ускладнене через збитковість компанії. Проте сучасне фінансово-регуляторне середовище України пропонує два незалежні дієві інструменти. По-перше, факторинг дебіторської заборгованості. Відповідно до Закону України «Про факторинг», підприємство має законне право відступити своє право грошової вимоги (наприклад, 9 млн грн боргу держави) на користь спеціалізованої фінансової компанії з ринковим дисконтом, але натомість миттєво отримати обігові кошти на свій рахунок [16]. По-друге, це державне пільгове кредитування за програмою «Доступні кредити 5-7-9%», яке дозволяє залучити цільовий інвестиційний кредит спеціально для купівлі та монтажу енергетичного обладнання під мінімальні відсотки, де заставою виступає саме придбане обладнання [17]. Ці інструменти потенційно здатні профінансувати даний проект.

Для доведення економічної доцільності проєкту BESS побудовано модель дисконтованих грошових потоків (DCF) з горизонтом планування 5 років. Початкові капітальні інвестиції на закупівлю акумуляторних систем для 0,36 МВт потужності оцінено у 10 000,0 тис. грн. Прогнозовані доходи розраховано виходячи з щоденної видачі енергії протягом 4 годин вечірнього піку за середньою ринковою ціною РДН 8,5 грн/кВт-год, що згенерує додаткову річну виручку на рівні 4 467,6 тис. грн. Операційні витрати (ОРЕХ) закладено на рівні 2,5% від суми інвестицій, що разом з адміністративними витратами становить 390,0 тис. грн/рік. Ставку дисконтування визначено кумулятивним методом на високому рівні 20%, враховуючи відсотки за макроекономічні та воєнні ризики. Оцінювання проєкту приведено у табл. 2.12.

Таблиця 2.12 – Модель оцінки інвестиційного проєкту BESS для підприємства (тис. грн)

	Рік 0	Рік 1	Рік 2	Рік 3	Рік 4	Рік 5
1. Капітальні інвестиції	-10 000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2. Додаткові надходження	0,0	4 467,6	4 467,6	4 467,6	4 467,6	4 467,6
3. Операційні витрати	0,0	-390,0	-390,0	-390,0	-390,0	-390,0
4. Чистий грошовий потік	-10 000,0	4 077,6	4 077,6	4 077,6	4 077,6	4 077,6
5. Коефіцієнт дисконтування	1,0000	0,8333	0,6944	0,5787	0,4823	0,4019
6. Дисконтований потік (DCF)	-10 000,0	3 398,0	2 831,7	2 359,7	1 966,4	1 638,7
7. Кумулятивний потік (NPV)	-10 000,0	-6 602,0	-3 770,3	-1 410,6	+555,8	+2 194,5

Джерело: розраховано автором за даними фінансової звітності

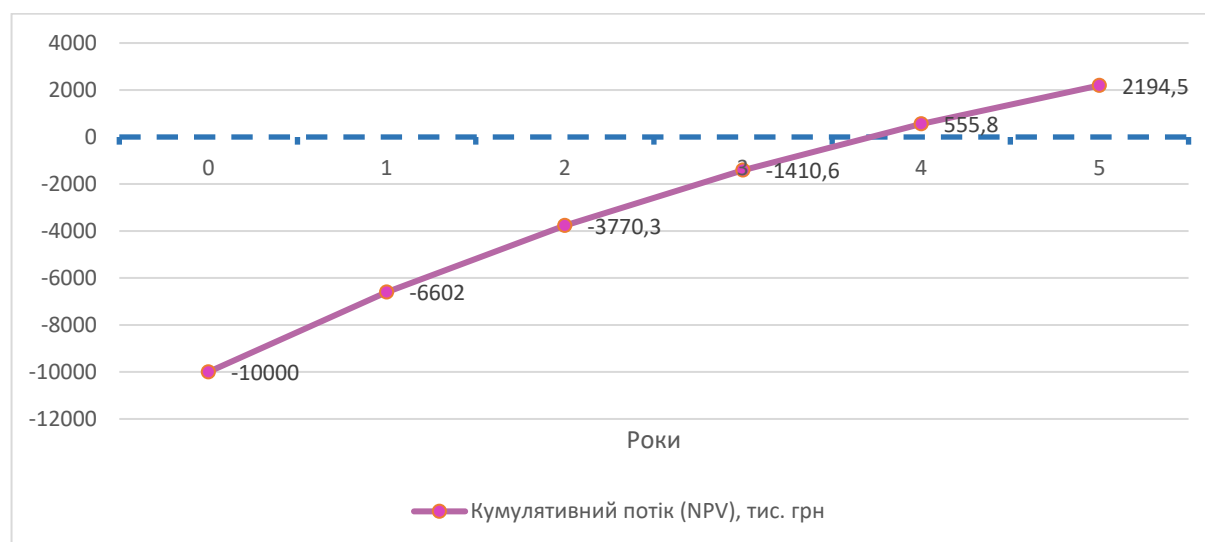


Рисунок 2.4 – Дисконтована окупність інвестиційного проєкту

Джерело: розраховано автором на основі даних підприємства

Економічна інтерпретація результатів модельного експерименту є беззаперечною. За п'ять років проєкт BESS згенерує позитивну додану вартість, чистий дисконтований дохід, NPV, у розмірі +2 194,5 тис. грн, вже з урахуванням глибокого знецінення грошей у часі, що проілюстровано на рис. 2.4. Дисконтований період окупності (DPP) становить лише 3,7 року, що забезпечує швидке повернення вкладеного капіталу. А розрахунок внутрішньої норми рентабельності (IRR) демонструє рівень у 29,5%, що у кілька разів перевищує вартість пільгового державного фінансування. Це доводить, що інсталяція систем накопичення енергії є найефективнішим економічним рішенням, яке гарантовано розірве боргове коло залежності підприємства, відновить його втрачену ліквідність та забезпечить довгострокову прибутковість на висококонкурентному енергетичному ринку.

Висновки до другого розділу

1. За результатами оцінювання діяльності підприємства, ми можемо зробити наступні висновки. Підприємство-представник малої гідроенергетики наразі перебуває у стані глибокої кризи, причиною якої є між диспропорція між реальними генеруючими можливостями підприємства та здатністю контрагента відповідати своїм фінансовим зобов'язанням. Діюча бізнес-модель, основою якої є реалізація електроенергії за «зеленим» тарифом, виявилась вразливою до макроекономічних шоків. Накопичення дуже значної суми дебіторської заборгованості зі сторони ДП «Гарпок» призвело до повної втрати абсолютної ліквідності та фактичного замороження капіталу для підприємства.

2. Також було виявлено, що рівень фізичного і морального зносу основного генеруючого обладнання підійшов до 71%. Дефіцит вільного грошового потоку в свою чергу унеможливорює своєчасне оновлення основних фондів. Це запускає цикл зростання собівартості через аварійні ремонти на об'єктивне зниження обсягів генерації

3. Факторний аналіз рентабельності активів довів, що критичне падіння результативного показника на 19,99% до від'ємного значення у -5,99% в кінці

періоду дослідження, зумовлений проблемами з комерційною маржею. Вплив зміни рентабельності продажів склав -23,40%, тоді як уповільнення оборотності активів парадоксально згенерувало позитивний ефект +3,41%, що свідчить про глибоку деградацію класичної моделі функціонування.

4. Отже, визначена проблема потребує пошуку рішень. Таким рішенням зможе стати встановлення промислових систем накопичення енергії, які показують себе краще всього на тлі існуючих варіантів. Побудована модель доводить високу ефективність проєкту, з чистою приведеною вартістю (NPV), яка становить 2, 1 млн грн грн, а дискотований період окупності (DPP) не перевищує 4 років. Це формує аналітичне підґрунтя для подальшої розробки алгоритмів диспетчеризації накопичувачів за допомогою прогнозування цін у часі.

З ЕКОНОМІКО-АНАЛІТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА «АРСЕНАЛ-Т-07»

3.1. Моделювання та прогнозно-аналітичне обґрунтування варіантів підвищення ефективності діяльності підприємства

У сучасному макроекономічному середовищі, що характеризується високим рівнем турбулентності та структурними трансформаціями енергетичного ринку України, проблема забезпечення стабільної ефективності генеруючих підприємств набуває критичного значення. Як було доведено за результатами комплексного діагностичного аналізу у попередніх розділах, Приватне підприємство «Арсенал-Т-07» перебуває у стані фінансової нестабільності, що зумовлено синергетичною дією низки зовнішніх та внутрішніх чинників. Фундаментальною проблемою є криза ліквідності, спричинена регулярними неплатежами з боку єдиного контрагента – Державного підприємства «Гарантований покупець». Загальнонаціональна заборгованість перед виробниками електроенергії з відновлюваних джерел (ВДЕ) перевищила 15,5 млрд грн, що призводить до іммобілізації оборотного капіталу підприємства [14, 15]. Ситуація ускладнюється жорсткими диспетчерськими обмеженнями з боку системного оператора НЕК «Укренерго», мінливістю гідрологічного режиму та прогресуючим фізичним зносом наявних генеруючих активів (Дубівської та Острівцевої МГЕС), рівень якого досяг 71%.

За таких умов традиційна екстенсивна модель ведення бізнесу, що базується виключно на відпуску електроенергії за фіксованим «зеленим» тарифом, вичерпала свій потенціал. Збереження операційної рентабельності та забезпечення розширеного відтворення вимагає переходу до проактивної комерційної стратегії, що базується на диверсифікації ризиків та виході на конкурентні сегменти оптового ринку електричної енергії, насамперед – на ринок «на добу наперед» (РДН). РДН є найбільш ліквідним майданчиком, який працює за принципами маржинального ціноутворення, 100% передоплати та щоденного клірингу, що забезпечує

відсутність ризику дебіторської заборгованості. Проте специфіка малої гідрогенерації не дозволяє повною мірою використовувати цінові коливання ринку через залежність від природного стоку води.

Вирішення цієї спеціалізованої практичної проблеми можливе шляхом інтеграції систем накопичення енергії (Battery Energy Storage Systems – BESS), які здатні розірвати часовий зв'язок між моментом генерації, або ж закупівлі, електроенергії та моментом її продажу. Впровадження BESS відкриває можливості для цінового арбітражу, а саме акумулювання енергії в години профіциту та низьких цін із подальшою її реалізацією в періоди пікового попиту. Однак економічна доцільність таких капіталомістких інвестицій критично залежить від якості прогнозування цінової кон'юнктури РДН. Відповідно до методичних вимог щодо виконання дипломної роботи, даний розділ присвячено економіко-математичному моделюванню цін РДН за допомогою інструментарію SARIMA, розробці на його основі алгоритмічної торгової стратегії та комплексному розрахунку економічної ефективності інвестиційного проекту.

Основою для ухвалення економічних рішень щодо комерційної диспетчеризації систем накопичення енергії є високоточний прогноз погодинних цін на ринку «на добу наперед». Ціноутворення на РДН характеризується значною волатильністю, наявністю виражених добових та тижневих патернів, а також схильністю до різких стохастичних шоків, що виникають внаслідок змін погодних умов, аварійних відключень генерації чи обстрілів енергетичної інфраструктури. Враховуючи нестаціонарну природу таких часових рядів, застосування класичних детермінованих економетричних моделей є малоефективним. Натомість найвищу прогностичну здатність для подібних завдань демонструє клас стохастичних моделей авторегресії з інтегрованим ковзним середнім та сезонною складовою – SARIMA (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average), що дозволяє ефективно враховувати як короткострокову інерційність ряду, так і його жорстку сезонність.

Для проведення модельного експерименту було сформовано масив історичних даних, що відображає фактичну динаміку погодинних цін на РДН в

Об'єднаній енергетичній системі (ОЕС) України. Інформаційною базою слугували дані АТ «Оператор ринку» за квітень та травень 2026 року. Початковий масив даних було завантажено у широкому форматі, де кожна доба представлена окремим рядком із 24 колонками для кожної години, після чого за допомогою програмних засобів мови Python (бібліотека Pandas) дані були розплавлені (melted) та агреговані у єдиний безперервний часовий ряд, проіндексований за допомогою повноцінного формату datetime. Python також буде використовуватись і надалі для всіх етапів моделювання.

Загальний обсяг аналізованої вибірки склав 1368 спостережень (годин), що охоплює 57 повних діб. Такий обсяг є статистично достатнім для надійного виявлення як добових, так і тижневих коливань, а також для коректного навчання моделі машинного навчання без ризику перенавчання (overfitting). Первинний експлораторний аналіз (Exploratory Data Analysis) виявив низку специфічних характеристик досліджуваного часового ряду, які представлено у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Описова статистика часового ряду погодинних цін РДН (квітень–травень 2026 р.)

Статистичний показник	Значення, грн/МВт·год	Економічна інтерпретація та вплив на моделювання
Кількість спостережень	1368.0	Достатня вибірка для застосування методів максимальної вірогідності при оцінці параметрів авторегресії.
Середнє значення (Mean)	5206.2	Відображає високий базовий рівень вартості електроенергії в досліджуваному періоді.
Мінімальне значення (Min)	10.0	Свідчить про глибокі провали цін у денні години, що зумовлено профіцитом пропозиції від сонячних електростанцій (СЕС). Це формує ідеальні умови для заряду BESS
Перший квартиль (25%)	2000.0	Нижня чверть усіх цін концентрується в діапазоні до 2000 грн, що визначає цільову зону для формування стратегії купівлі енергії

Продовження табл. 3.1

Статистичний показник	Значення, грн/МВт·год	Економічна інтерпретація та вплив на моделювання
Медіана (50%)	5299.5	Близькість медіани до середнього значення вказує на відносну симетрію центральної частини розподілу, що є сприятливим фактором для моделювання
Третій кuartиль (75%)	6903.2	Верхня межа нормальних коливань, що передує ціновим екстремумам.
Максимальне значення (Max)	15000.0	Абсолютний ціновий пік, що збігається з адміністративним обмеженням (прайс-кепом) на РДН у години максимального дефіциту. Визначає цільову зону розряду BESS.
Стандартне відхилення (Std)	3973.1	Колосальна волатильність (майже 76% від середнього значення), що підтверджує надзвичайно високий потенціал для цінового арбітражу.

Джерело: розраховано та систематизовано на основі результатів моделювання



Рисунок 3.1 – Динаміка цін на РДН

Джерело: сформовано на основі даних АТ «Оператор ринку»

Візуальний аналіз часового ряду за допомогою рис 3.1 підтвердив наявність стійкого добового патерну, відомого в енергетичній економіці як «качина крива» (duck curve). Цей феномен проявляється у різкому падінні цін у середині дня,

приблизно з 11:00 до 16:00, коли відбувається масова генерація електроенергії сонячними електростанціями. Пропозиція значно перевищує попит, і ціни опускаються до мінімумів. З настанням вечора, коли сонячна генерація стрімко падає до нуля, а побутове споживання досягає піку, виникає гострий дефіцит потужності, що штовхає ціни вгору до рівня прайс-кепів. Така структурна нерівномірність створює фундаментальне підґрунтя для запровадження арбітражних стратегій.

Фундаментальною математичною передумовою для отримання незміщених, спроможних та ефективних оцінок параметрів у лінійних моделях часових рядів є дотримання умови гомоскедастичності, тобто постійності дисперсії залишків у часі. Аналіз цінової кон'юнктури РДН показує, що волатильність цін має тенденцію до зростання пропорційно до зростання їх абсолютного рівня, тобто амплітуда коливань навколо рівня 12000 грн/МВт·год об'єктивно більша, ніж навколо рівня 1000 грн/МВт·год. Для усунення гетероскедастичності було застосовано нелінійне степеневе перетворення Бокса-Кокса (Box-Cox transformation) [12].

Математичний вираз даної трансформації має такий вигляд (формула 3.2):

$$y_t^{(\lambda)} = \begin{cases} \frac{y_t^\lambda - 1}{\lambda}, & \text{якщо } \lambda \neq 0, \\ \ln(y_t), & \text{якщо } \lambda = 0 \end{cases} \quad (3.2)$$

де y_t – фактичне значення ціни в момент часу t ,

λ – параметр перетворення, що підлягає оптимізації.

Оскільки математична функція Бокса-Кокса визначена виключно для строго додатних значень, а ціни на європейських та українських ринках електроенергії теоретично можуть набувати нульових або навіть від'ємних значень, алгоритмом передбачено перевірку на наявність таких екстремумів. В нашому датасеті мінімальне значення становило 10.0 грн/МВт·год, отже, необхідність у штучному зсуві ряду була відсутня.

Оптимізація параметра λ була здійснена методом максимальної вірогідності. За результатами оптимізації отримано оптимальне значення $\lambda = 0.4852$ з 95% довірчим інтервалом $[0.4522, 0.5188]$.

Економіко-статистична інтерпретація цього результату є вкрай важливою. Оскільки значення $\lambda = 1$, що відповідає лінійному зв'язку та відсутності потреби у трансформації, не потрапляє у розрахований довірчий інтервал, статистична гіпотеза про гомоскедастичність вихідного ряду впевнено відхиляється. Здобуте значення $\lambda \approx 0.5$ вказує на те, що для стабілізації дисперсії ряду необхідно застосувати перетворення, близьке до добування квадратного кореня. Результат представлено на рис. 3.2.

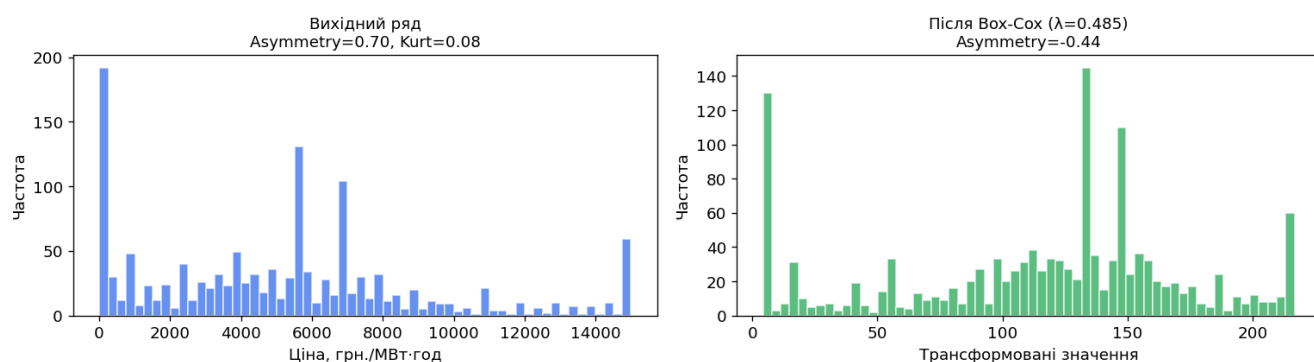


Рисунок 3.2 – Результат застосування методу Бокса-Кокса

Джерело: сформовано автором на основі модельного експерименту

Аналіз розподілів до та після перетворення довів ефективність цієї процедури. Вихідний ряд характеризувався від'ємною асиметрією ($\text{Skewness} = -0.53$) та високою гостровершинністю ($\text{Kurtosis} = 7.57$), що відображає наявність так званих товстих хвостів – високої концентрації екстремальних цінових відхилень. Трансформований ряд продемонстрував значно більш стабільну і симетричну структуру, що є хорошим базисом для подальшого авторегресійного аналізу.

Наступним критичним етапом економетричного моделювання є визначення порядку інтегрованості ряду (d). Моделі класу ARMA вимагають, щоб аналізований процес був стаціонарним у широкому сенсі, тобто його математичне сподівання та дисперсія не залежали від часу. Недотримання цієї умови призводить до феномену хибної регресії та повної непридатності моделі для прогнозування.

Для забезпечення абсолютної статистичної надійності висновків застосовано перехресну верифікацію за допомогою двох комплементарних статистичних критеріїв.

Першим інструментом виступив розширений тест Дікі-Фуллера (Augmented Dickey-Fuller Test, ADF) [9, 12], який перевіряє наявність одиничного кореня в авторегресійному рівнянні часового ряду. Значення тестової статистики склало $-3,7174$, а відповідне йому p -value дорівнює 0.0039 . Оскільки $p - value < 0.05$, нульова гіпотеза про нестационарність ряду впевнено відхиляється на 5% рівні значущості, і ряд визнається стаціонарним.

Другим кроком було застосовано тест Квятковського-Філіпса-Шмідта-Шина (KPSS Test) [9, 12], який має обернену логіку побудови гіпотез, що дозволяє уникнути помилок другого роду. Значення статистики KPSS склало 0.1614 , а p -value дорівнює 0.1000 . Відповідно, немає достатніх статистичних підстав для відхилення нульової гіпотези про стаціонарність ряду.

Збіг результатів двох незалежних тестів дає змогу зробити однозначний висновок, що часовий ряд погодинних цін РДН після трансформації Бокса-Кокса є стаціонарним. Тому порядок диференціювання для несезонної частини моделі встановлюється на рівні нуля ($d = 0$). З точки зору економічної теорії, такий результат є цілком логічним. На відміну від фінансових ринків, де переважають процеси випадкового блукання (random walk), ціни на електроенергію мають виражену властивість повернення до середнього. Ринкова ціна фізично затиснута між об'єктивною собівартістю маржинальної генерації знизу та адміністративними прайс-кепами зверху, що унеможливорює формування довгострокового тренду до нескінченного зростання чи падіння.

Оскільки ринок електроенергії обслуговує реальні фізичні потреби населення та промисловості, цінова кон'юнктура нерозривно пов'язана з добовими ритмами життєдіяльності та циклічністю сонячної інсоляції. Для математичної ідентифікації цих циклів та визначення параметрів авторегресії (p, P) і ковзного середнього (q, Q) було побудовано графіки автокореляційної (ACF) та часткової автокореляційної (PACF) функцій з аналізом лагів до 72 годин (рис 3.3).

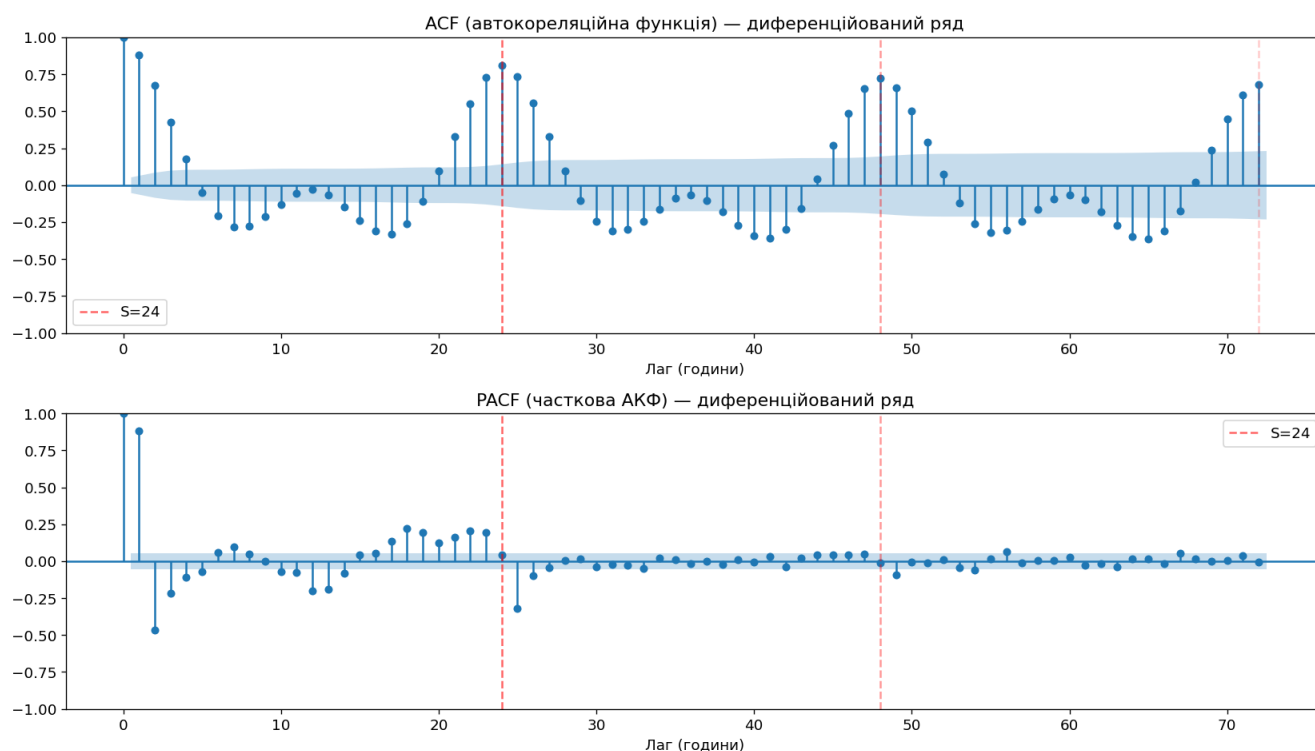


Рисунок 3.3 – Автокореляційна та часткова автокореляційна функції

Джерело: сформовано автором на основі модельного експерименту

Аналіз корелограм дозволив зробити декілька важливих аналітичних висновків. Передусім, було підтверджено наявність потужної сезонності. На графіках ACF та PACF чітко простежуються статистично значущі сплески на лагах 24, 48 та 72 години. Це беззаперечно підтверджує існування жорсткого добового циклу, де цінова поведінка в певну годину поточної доби максимально тісно корелює з ціною в аналогічну годину попередньої доби. Виходячи з цього, період сезонності для моделі було зафіксовано на рівні $S = 24$.

Наступним кроком стало застосування сезонного диференціювання. Незважаючи на те, що базовий ряд є стаціонарним, потужна добова хвиля вносить системні викривлення. Для очищення ряду від добового профілю та виділення чистого стохастичного залишку було застосовано сезонне диференціювання першого порядку ($D = 1$). Це означає, що модель працюватиме з різницею між поточною ціною та ціною рівно 24 години тому.

Зрештою, характер графіків, а зокрема, поступове затухання коефіцієнтів на перших лагах ACF та експоненційне спадання на PACF, дозволив звужити простір

пошуку оптимальних гіперпараметрів. Діапазон пошуку несезонних параметрів (p, q) був визначений від 0 до 2, а сезонних (P, Q) – від 0 до 1.

Для обрання найкращої архітектури прогностичної моделі було реалізовано алгоритм сіткового пошуку (Grid Search). Суть методу полягає у послідовній побудові та оцінці моделей для кожної можливої комбінації гіперпараметрів із визначеного простору. Ключовим критерієм для порівняння та вибору моделей слугував Інформаційний критерій Акаїке (Akaike Information Criterion, AIC) [15, 27]. Цей показник є оптимальним інструментом економічної аналітики, оскільки він математично формалізує принцип "леза Оккама". Це поняття заключається в тому, що показник нагороджує модель за високу точність наближення до емпіричних даних, але жорстко штрафує за надмірне ускладнення конструкції, тим самим запобігаючи небезпечному перенавчанню. Додатково розраховувався Баєсівський інформаційний критерій (BIC). Результати тестування найкращих конфігурацій наведені у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Топ-5 конфігурацій моделі SARIMA за результатами оптимізації

Ранг	AR порядок (p)	Диференц. (d)	MA порядок (q)	Сезон. н. AR (P)	Сезон. диференц. (D)	Сезон. н. MA (Q)	Період (S)	Значення AIC	Значення BIC
1	1	0	2	1	1	1	24	11421.74	11452.84
2	0	0	2	1	1	1	24	11422.49	11458.77
3	2	0	1	1	1	1	24	11428.72	11459.83
4	1	0	1	1	1	1	24	11428.73	11454.65
5	2	0	0	1	1	1	24	11428.80	11454.72

Джерело: розраховано та систематизовано на основі результатів моделювання

За результатами всебічної економетричної оцінки абсолютним лідером визнано модель із специфікацією SARIMA(1,0,2)(1,1,1). Вона продемонструвала глобальний мінімум за обома інформаційними критеріями. Цей вибір параметрів моделі найкраще пояснює економічну природу формування цін на електроенергію. Поточна ціна суттєво залежить від ціни годину тому, згладжує випадкові цінові

шоки двох попередніх годин, та потужно спирається на поведінку ціни в аналогічну годину попередньої доби.

Оцінка параметрів обраної моделі SARIMA здійснювалася методом максимальної вірогідності. Аналіз результатів свідчить про високу статистичну значущість усіх ключових коефіцієнтів. Зокрема, коефіцієнт несезонної авторегресії ($ar.L1$) дорівнює 0.8270 із надзвичайно низьким p-value, що підтверджує значну короткострокову інерційність цінового процесу. Водночас сезонний авторегресійний коефіцієнт фіксує вплив вчорашнього дня, а сезонний коефіцієнт ковзного середнього виконує роль потужного компенсатора добових шоків, "гасячи" майже 89% аномалій попередньої доби.

Критично важливим етапом затвердження економетричної моделі є діагностика залишків, які представлені на рис. 3.4. Якісна модель має вилучити всю детерміновану та лінійну стохастичну інформацію з ряду, залишаючи лише непередбачуваний білий шум. Для перевірки цієї гіпотези було застосовано комплекс статистичних тестів.

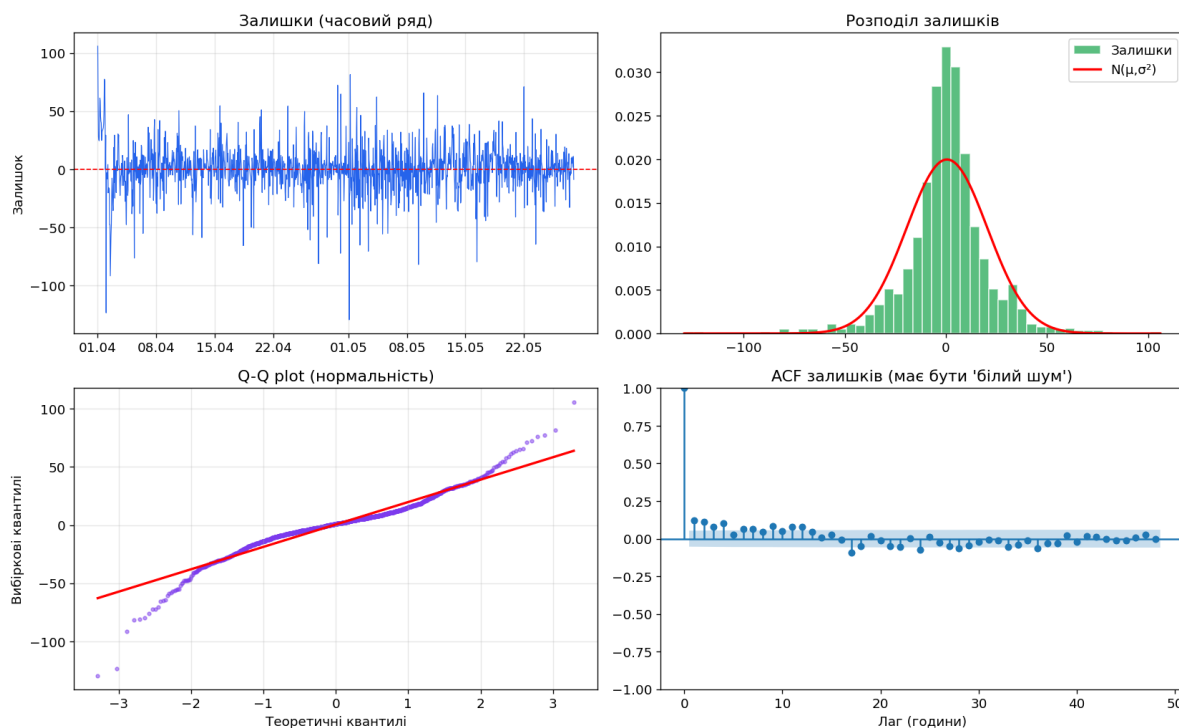


Рисунок 3.4 – Візуалізація для аналізу поведінки залишків

Джерело: сформовано автором на основі модельного експерименту

Тест Льюнг-Бокса на автокореляцію показав феноменально високий показник $\text{Prob}(Q) = 1.00$, що беззаперечно доводить відсутність будь-якої статистично значущої автокореляції в залишках моделі. Разом із цим, тест на гетероскедастичність дозволив прийняти нульову гіпотезу про сталість дисперсії залишків, що підтвердило правильність вибору трансформації Бокса-Кокса на початковому етапі.

Водночас тест Харке-Бера відхилив гіпотезу про ідеальний нормальний розподіл залишків, вказавши на наявність від'ємної асиметрії та високого ексцесу. Однак в парадигмі енергетичної економіки такий результат не є дефектом. Ринок електроенергії апріорі є середовищем із високою концентрацією екстремальних цінових відхилень, які генеруються раптовими зовнішніми шоками, такими як аварії, зміни хмарності тощо. Це не може бути описані лінійною авторегресійною моделлю. Тому модель визнається цілком адекватною та придатною для практичного застосування.

На базі провалідованої моделі SARIMA було згенеровано позавибірковий прогноз на 24 години наперед. Оскільки модель навчалася на трансформованих даних, до отриманих прогнозних значень та меж 95% довірчого інтервалу було застосовано зворотне перетворення Бокса-Кокса. У результаті отримано реальні прогнозовані ціни у гривнях за МВт·год, які стали фундаментом для розробки практичних рекомендацій щодо диспетчеризації BESS та формування алгоритмічної торгової стратегії, що детально розглядається у наступному підрозділі.

3.2. Розроблення практичних рекомендацій та оцінка їх економічної ефективності

Результати проведеного у попередньому підрозділі прогнозного економетричного моделювання за допомогою інструменту моделювання SARIMA створюють потужне аналітичне підґрунтя для розроблення data-based практичних рекомендацій щодо впровадження систем накопичення енергії та розрахунку економічного ефекту від їх експлуатації. Цей підрозділ формалізує перехід від

теоретичних математичних прогнозів до реальних економічних, інвестиційних та інженерних рішень, що можуть бути прийнятими та впровадженими Приватним підприємством «Арсенал-Т-07» для подолання системної кризи, яку було виявлено раніше.

У сучасному макроекономічному середовищі 2026 року інтеграція BESS для досліджуваного підприємства виступає не просто інноваційною опцією розширення діяльності, а життєво необхідним економічним рішенням, що нівелює критичні загрози безперервності бізнесу. Як було доведено в ході діагностичного аналізу, підприємство зіткнулося з неподоланною кризою неплатежів. Дебіторська заборгованість з боку єдиного контрагента, Державного підприємства «Гарантований покупець», сягнула 9 009,4 тис. грн, що призвело до падіння коефіцієнта абсолютної платоспроможності до критичного рівня 0,00–0,03. Перехід на ринок «на добу наперед» (РДН) з маневровими акумуляторними потужностями дозволяє розірвати цю токсичну залежність. Оскільки РДН функціонує за жорсткими правилами 100% гарантії оплати через щоденний фінансовий кліринг, комерційна диспетчеризація BESS здатна миттєво стабілізувати операційні грошові потоки підприємства.

Як було описано в другому розділі, ПП «Арсенал-Т-07» експлуатує дві малі гідроелектростанції (Дубівську та Острівську МГЕС) сумарною встановленою потужністю 0,36 МВт. Для узгодження з наявними можливостями генерації, пропускною здатністю інфраструктури видачі потужності та фінансовими лімітами компанії, обрано конфігурацію промислової системи на базі літій-залізо-фосфатних (LFP) акумуляторів із загальною енергетичною ємністю 1,0 МВт·год та потужністю інверторного обладнання 0,5 МВт. Така архітектурна пропорція 2:1 (співвідношення ємності до потужності) є оптимальною, оскільки вона дозволяє повністю заряджати та розряджати батарею протягом двогодинних цінових екстремумів, які були ідентифіковані в процесі моделювання [11, 46].

Фундаментальною економічною перевагою запропонованого проекту є принцип ко-локації, тобто фізичного та юридичного суміщення об'єктів відновлюваної генерації та систем накопичення за одним загальним комерційним

лічильником. Цей аспект потребує глибокого аналітичного обґрунтування, оскільки саме він формує базис прибутковості проєкту [20, 24].

У класичній моделі автономного накопичувача, система змушена імпортувати електроенергію з Об'єднаної енергетичної системи (ОЕС) для здійснення циклу заряду. У такому випадку, згідно з чинною регуляторною базою України, автономний накопичувач виступає як звичайний споживач і зобов'язаний сплачувати не лише маржинальну ринкову вартість самої електричної енергії на РДН, але й комплекс супутніх регульованих тарифів. Зокрема, йдеться про тариф на послуги з передачі електричної енергії та диспетчеризації НЕК «Укренерго», який з 1 липня 2026 року прогнозовано зростає до 903,53 грн/МВт·год (без ПДВ) [18], а також тариф на послуги з розподілу електричної енергії для відповідного класу напруги. Наприклад, для 2-го класу напруги ПАТ «Черкасиобленерго» цей тариф може перевищувати 2 231,70 грн/МВт·год (без ПДВ). [19]

За таких умов сумарна вартість транспортування енергії для заряду з мережі зростає на понад 3100 грн на кожному мегават-годині. Таке фінансове навантаження робить ціновий арбітраж для автономних систем економічно безглуздим або маржинально низькорентабельним у більшості операційних діб, оскільки інфраструктурні платежі поглинають весь прибуток від цінового спреду. Таким чином можемо з'ясувати економічний ефект від використання даного підходу у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Порівняльний економічний аналіз моделей звичайної та Co-located BESS (на 1 МВт·год заряду)

Складові витрат при заряді BESS	Автономна система, грн	Ко-локація на МГЕС (Co-located BESS), грн	Економічний ефект (економія), грн
Вартість електроенергії на РДН (прогноз, 13:00)	430,7	430,7 (альтернативна вартість)	0,0
Тариф на передачу (НЕК «Укренерго»)	903,5	0,0	903,5

Продовження табл. 3.3

Складова витрат при заряді BESS	Автономна система, грн	Ко-локація на МГЕС (Co-located BESS), грн	Економічний ефект (економія), грн
Тариф на розподіл (2 клас напруги)	2231,7	0,0	2231,7
Сумарна ефективна вартість заряду 1 МВт·год	3565,9	430,7	3135,2

Джерело: розраховано та систематизовано автором на основі [20, 24]

Натомість принцип ко-локації на базі ПП «Арсенал-Т-07» кардинально змінює фінансову математику проєкту. Батарея заряджається безпосередньо від гідротурбін підприємства, не перетинаючи межу балансової належності з оператором системи розподілу. Це дозволяє абсолютно легально уникнути сплати тарифів на передачу та розподіл, оскільки енергія фізично не потрапляє в мережі загального користування під час циклу заряду. Відповідно, інвестиційна привабливість та норма прибутку гібридного проєкту є неспіврозмірно вищою порівняно з автономними системами зберігання, що дозволяє значно швидше амортизувати капітальні витрати.

Найбільш складною методологічною проблемою у фінансовому моделюванні гібридних енергетичних систем є визначення об'єктивної економічної собівартості електроенергії, що використовується для заряду акумуляторів. Інтуїтивний, побутовий підхід може хибно підказувати, що оскільки гідроелектростанція самостійно виробляє електроенергію, а вода як первинний енергетичний ресурс є безкоштовною, то і вартість заряду BESS дорівнює нулю, або ж обмежується мізерними операційними витратами на амортизацію турбін.

Однак у парадигмі сучасної фінансової аналітики такий підхід є фундаментально помилковим і призводить до катастрофічних викривлень в оцінці рентабельності інвестицій та прийнятті диспетчерських рішень. Електроенергія, вироблена генеруючим обладнанням, має ринкову цінність у будь-який момент часу.

Коректне формування ціни заряду батарей в умовах власної генерації базується виключно на концепції альтернативної вартості, або вартості втраченої

вигоди, якщо брати до уваги відсутність фізичного імпорту з мережі. Альтернативна вартість – це цінність найкращої з відхилених альтернатив використання обмеженого ресурсу. У контексті операційної діяльності ПП «Арсенал-Т-07», електроенергія, вироблена гідроагрегатом, наприклад, о 13:00, коли ціни на РДН є мінімальними, виступає обмеженим ресурсом. Комерційний підрозділ підприємства має дві взаємовиключні альтернативи її використання:

- Негайно продати цей 1 МВт·год у мережу на РДН і отримати миттєвий грошовий дохід за поточною спотовою ціною.
- Спрямувати цей 1 МВт·год в акумуляторну батарею для збереження та подальшого продажу о 21:00 під час жорсткого вечірнього піку попиту.

Якщо підприємство обирає другу альтернативу (заряджання BESS), воно свідомо відмовляється від доходу, який могло б гарантовано отримати за першою альтернативою. Саме цей нереалізований, втрачений дохід і становить справжню економічну ціну (Opportunity Cost) заряду батареї.

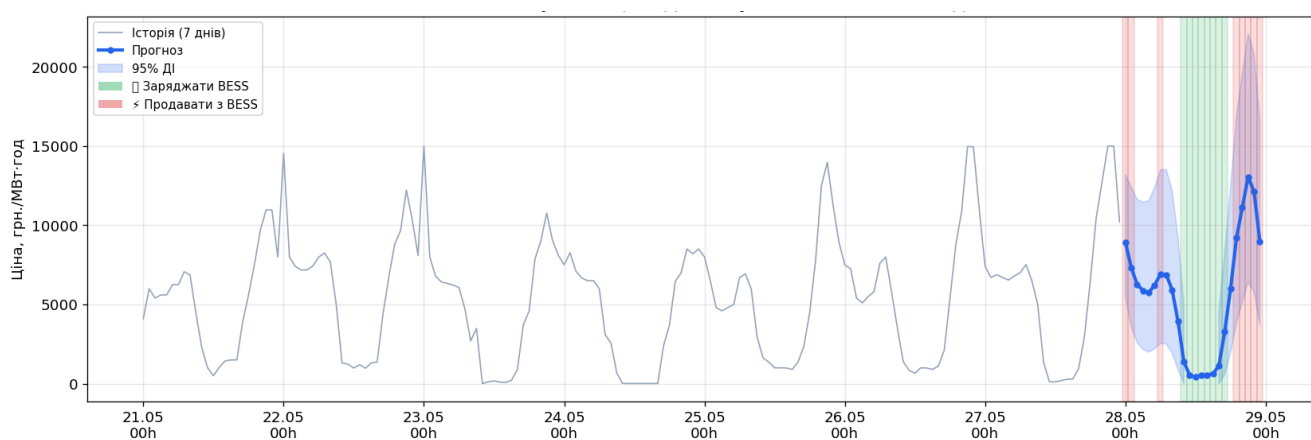


Рисунок 3.5 – Результат моделювання SARIMA

Джерело: сформовано автором на основі результатів моделювання

Визначення моментів часу для заряду та розряду батареї вимагає математично обґрунтованого підходу. На основі отриманого 24-годинного прогнозу цін SARIMA було розроблено алгоритмічну торгову стратегію, критерієм ухвалення рішень для якої слугував квантильний аналіз прогнозного розподілу цін. Візуально це представлено на рис. 3.5. Відповідно до запропонованої логіки, стратегія «ЗАРЯДЖАТИ» активується у періоди, коли прогнозна ціна падає нижче

33-го перцентилля, дозволяючи системі брати електроенергію з мережі за найнижчою можливою вартістю. Натомість стратегія «ПРОДАВАТИ» ініціюється при перевищенні 67-го перцентилля, забезпечуючи експорт накопиченої енергії в мережу з максимальною маржею. У години проміжних цін, коли ціновий спред не покриває технологічних втрат, система застосовує стратегію очікування. Результати застосування даного алгоритму до згенерованого прогнозу наведені у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Прогнозна кон'юнктура РДН на 24 години та оптимізована стратегія диспетчеризації BESS

Година доби	Прогнозна ціна (грн/МВт·год)	Нижня межа 95%	Верхня межа 95%	Оптимальна комерційна стратегія	Економічна аргументація поведінки ринку
1 - 2	7330 - 8927	3604 - 13206	-	ПРОДАВАТИ	Реалізація залишків енергії після завершення вечірнього піку.
3 - 10	3938 - 6917	888 - 13511	-	ОЧІКУВАТИ	Зниження попиту вночі та нестабільний ранковий напівпік. Спред недостатній.
11	1399.5	27.0	4988.7	ЗАРЯДЖАТИ	Стрімке падіння цін у системі через початок активної масової генерації СЕС.
12	524.2	0.0*	3120.8	ЗАРЯДЖАТИ	Абсолютний ціновий мінімум доби. Максимально сприятливий час.
13	430.7	0.0*	2885.2	ЗАРЯДЖАТИ	Дно «качиної кривої»

Примітка. Нижні межі довірчого інтервалу скориговані до нуля, оскільки ціна об'єктивно не може набувати від'ємних значень.

Продовження табл. 3.4

Година доби	Прогнозна ціна (грн/МВт·год)	Нижня межа 95%	Верхня межа 95%	Оптимальна комерційна стратегія	Економічна аргументація поведінки ринку
14 - 16	527 - 612	0.0 - 3352	-	ЗАРЯДЖАТИ	Стабільний профіцит енергії в ОЕС України
18	3302.5	591.3	8323.2	ЗАРЯДЖАТИ	Останні години перед початком стрімкого зростання.
19	6027.2	1942.2	12465.9	ОЧІКУВАТИ	Транзитний період. СЕС припиняють роботу.
20	9196.5	3851.9	16925.8	ПРОДАВАТИ	Початок вечірнього піку. Формування високого маржинального доходу
21	11130.0	5118.8	19540.0	ПРОДАВАТИ	Година з найвищим дефіцитом у системі.
22	13055.5	6433.6	22088.0	ПРОДАВАТИ	Абсолютний добовий ціновий максимум.
23	12126.8	5793.3	20865.6	ПРОДАВАТИ	Утримання високих цін через споживання домогосподарств.
24	8975.5	3710.5	16624.3	ПРОДАВАТИ	Поступове зниження попиту, завершення циклу розряду.
20	9196.5	3851.9	16925.8	ПРОДАВАТИ	Початок вечірнього піку. Формування високого маржинального доходу

Продовження табл. 3.4

Година доби	Прогнозна ціна (грн/МВт·год)	Нижня межа 95%	Верхня межа 95%	Оптимальна комерційна стратегія	Економічна аргументація поведінки ринку
21	11130.0	5118.8	19540.0	ПРОДАВАТИ	Година з найвищим дефіцитом у системі.
22	13055.5	6433.6	22088.0	ПРОДАВАТИ	Абсолютний добовий ціновий максимум.
23	12126.8	5793.3	20865.6	ПРОДАВАТИ	Утримання високих цін через споживання домогосподарств.
24	8975.5	3710.5	16624.3	ПРОДАВАТИ	Поступове зниження попиту, завершення циклу розряду.

Джерело: сформовано автором на основі моделювання

Наведена матриця стратегії наочно візуалізує потенціал цінового арбітражу. У період, коли наявна велика кількість сонця для сонячних електростанцій (з 11:00 до 18:00) енергосистема виявляє профіцит потужності, ціни падають до мінімумів, і BESS виступає споживачем, акумулюючи дешеву енергію. З настанням вечірнього піку навантаження ціни стрімко зростають до прайс-кепів, що створює ідеальні умови для розряду батареї та генерації максимального прибутку.

Крім того, необхідно враховувати фізичні закони термодинаміки. Жодна акумуляторна система не має 100% ефективності. Сучасні промислові LFP-батареї мають коефіцієнт циклічної ефективності на рівні 85%. Це означає неминучі технологічні втрати 15% енергії на тепловиділення та роботу допоміжних систем під час хімічних реакцій заряду-розряду [38].

Математична формалізація економічної ціни заряду (C_{charge}) з урахуванням технологічних втрат виглядає наступним чином (формула 3.3):

$$C_{charge} = \frac{P_{DAM_{off-peak}}}{\eta_{RTE}}, \quad (3.3)$$

де $P_{DAM_{off-peak}}$ – прогнозна ціна на ринку «на добу наперед» у годину здійснення заряду, або ж вартість втраченої вигоди,

η_{RTE} – коефіцієнт циклічної ефективності системи зберігання (0,85).

Згідно з прогнозом SARIMA, здійсненим у підрозділі 3.1, абсолютне дно «качиної кривої» (duck curve) припадає на 13:00, коли прогнозна ціна на РДН в умовах профіциту сонячної генерації в ОЕС України падає до 430,7 грн/МВт·год.

Отже, щоб мати можливість продати 1,0 МВт·год електроенергії під час вечірнього піку, підприємство повинно виробити та спрямувати в батарею $\frac{1,0}{0,85} = 1,176$ МВт·год. Економічна вартість (Opportunity Cost) цього процесу становить (формула 3.4):

$$C_{charge} = \frac{430,7}{\text{МВт}} \cdot \text{год} \times 1,176 \approx 506,5 \text{ грн} \quad (3.4)$$

Таким чином, ефективна ціна акумулювання 1 МВт·год для підприємства становить 506,5 грн. Будь-який фінансовий аналіз, який ігнорує цю суму і вважає енергію "безкоштовною", штучно завищує показники рентабельності проєкту та призводить до прийняття хибних інвестиційних рішень.

Важливо також звернути увагу на один момент. Існують специфічні умови, за яких альтернативна вартість дійсно дорівнює нулю. Як зазначалося в діагностичному розділі, ПП «Арсенал-Т-07» регулярно страждає від жорстких диспетчерських обмежень з боку НЕК «Укренерго». У періоди, коли системний оператор фізично забороняє станції видавати потужність у мережу для балансування енергосистеми, компанія втрачає можливість продати енергію на ринку. У такі години альтернативна вартість дорівнює нулю. Відповідно, акумулювання енергії відбувається фактично безкоштовно. Саме ця унікальна здатність BESS поглинати заблоковану енергію, створює найвищу маржинальність арбітражної стратегії.

Для побудови достовірної фінансової моделі життєвого циклу інвестиційного проєкту критично важливо визначити кількість днів у році, протягом яких BESS буде задіяна у комерційному арбітражі. Поширена аналітична помилка полягає у

механічному множенні добового маржинального прибутку на 365 календарних днів. Проте реальні умови функціонування енергетичних ринків та фізико-хімічні властивості акумуляторних систем вимагають застосування концепції ефективного операційного періоду, який для ПП «Арсенал-Т-07» науково обґрунтовано визначено на рівні 300 днів на рік [37].

Таке зменшення операційного фонду часу не є песимістичним припущенням, а є результатом комплексної дії трьох незалежних обмежувальних чинників: економічного, технологічного та гідрологічного.

Реалізація запропонованої стратегії вимагає ретельної оцінки капітальних інвестицій. Варто зазначити, що на етапі попереднього техніко-економічного обґрунтування, який було проведеного під час переддипломної практики, необхідні капіталовкладення оцінювалися на рівні 10 000 000 грн. Однак ця цифра базувалася на ретроспективних даних ринку 2023-2024 років і сьогодні потребує суттєвої актуалізації.

Світовий ринок систем накопичення енергії переживає епоху стрімкого здешевлення технологій, спричинену загальним збільшенням виробничих потужностей у Китаї та оптимізацією ланцюгів постачання. Вартість промислових акумуляторних систем (all-in BESS), що включають безпосередньо комірки, інвертори, трансформатори, системи клімат-контролю та програмне забезпечення, за останні роки впала більш ніж удвічі. За даними аналітичних агентств станом на кінець 2025 року, вартість повністю інтегрованої системи у комерційному сегменті знизилася до рівня 110-125 тис. євро за 1 МВт·год ємності [19].

Ключовим фактором здешевлення проєкту для ПП «Арсенал-Т-07» є відсутність необхідності фінансувати інфраструктуру видачі потужності.

Оскільки BESS встановлюється на існуючих МГЕС, за допомогою ко-локації, про яку йшла мова, підприємство вже має діючі трансформаторні підстанції, системи релейного захисту та комерційні лічильники АСКОЕ. Відповідно, загальні капітальні інвестиції (CAPEX) на реалізацію проєкту "під ключ" оптимізовано та об'єктивно встановлено на рівні 150 000 євро, що еквівалентно 7 725 000 грн.

Таблиця 3.5 – Структура капітальних (CAPEX) та операційних (OPEX) витрат проєкту BESS для ПП «Арсенал-Т-07»

Стаття інвестиційних та операційних витрат	Оціночна вартість на глобальному ринку, євро	Актуалізована вартість, грн (за курсом 51,5 грн/євро)	Частка у структурі витрат, %
Акумуляторний блок (LFP технологія, 1.0 МВт·год)	90 000	4 635 000	60,0%
Силові інверторне обладнання (PCS, 0.5 МВт)	30 000	1 545 000	20,0%
Інфраструктура приєднання до мережі (завдяки ко-локації)	0	0	0,0%
Всього актуалізований CAPEX проєкту	150 000	7 725 000	100,0%
<i>Операційні витрати (OPEX) - щорічні</i>			
Технічне обслуговування, страхування (2% від суми CAPEX)	3 000	154 500	-

Джерело: розраховано та систематизовано автором на основі [19]

Залучення 7,7 млн грн є складним, але фінансово посильним завданням для підприємства, враховуючи високі показники окупності, які відкривають доступ до проєктного фінансування або грантових програм підтримки відновлюваної енергетики.

На основі розробленого 24-годинного прогнозу цін за моделлю SARIMA (табл. 3.4), стратегія керування BESS передбачає виконання одного повного циклу (заряд-розряд) на добу:

- Фаза акумулювання (Charge): Здійснюється о 13:00, коли в енергосистемі формується профіцит від генерації СЕС, і ціна РДН падає до мінімуму (430,7 грн/МВт·год).
- Фаза реалізації (Discharge): Здійснюється у вечірні години пікового попиту (наприклад, з 21:00 до 22:00), коли ціни на РДН злітають до адміністративних прайс-кепів. Середньозважена ціна реалізації у цей період становить близько 12 000 грн/МВт·год.

Розрахунок валового маржинального прибутку за 1 операційну добу:

- Дохід від реалізації (Revenues): Розряд 1,0 МВт·год енергії за ціною 12 000 грн/МВт·год генерує 12 000 грн доходу.
- Собівартість реалізованої енергії (Cost of Goods Sold - Opportunity Cost): Як було доведено в підрозділі 3.2.2, з урахуванням 85% циклічної ефективності, альтернативна вартість акумулювання 1,0 МВт·год становить 506,5 грн ($1,176 \text{ МВт·год} \times 430,7 \text{ грн/МВт·год}$).
- Валовий добовий прибуток: $12\,000 \text{ грн} - 506,5 \text{ грн} = 11\,493,5 \text{ грн}$.

Розрахунок річного чистого операційного грошового потоку (NCF):

Спираючись на обґрунтований показник у 300 ефективних робочих днів, річний фінансовий результат проекту формується наступним чином:

- Річний валовий дохід: $11\,493,5 \text{ грн/доба} \times 300 \text{ діб} = 3\,448\,050 \text{ грн}$.
- Річні операційні витрати (OPEX): 154 500 грн.
- Чистий операційний грошовий потік (Net Cash Flow): $3\,448\,050 \text{ грн} - 154\,500 \text{ грн} = 3\,293\,550 \text{ грн на рік}$.

Таким чином, автономна комерційна діяльність гібридної установки здатна генерувати близько 3,3 млн грн стабільної ліквідності щороку. Завдяки системі 100% передоплат та щоденного фінансового клірингу, яку застосовує АТ «Оператор ринку» на РДН, ці кошти гарантовано і без затримок надходитимуть на поточні рахунки ПП «Арсенал-Т-07». Це фундаментально змінює фінансову архітектуру підприємства, яке до цього роками страждало від хронічних боргів та заморожування капіталу в дебіторській заборгованості з боку ДП «Гарантований покупець».

Для розрахунку фундаментальних індикаторів приймаємо горизонт планування (Т) тривалістю 10 років, що відповідає гарантійному терміну експлуатації сучасних LFP акумуляторів до моменту їх критичної деградації (падіння State of Health нижче 70%) [38]. У межах побудови грошових потоків амортизаційні відрахування не розглядаються як відтік коштів, а вплив податку на прибуток нівелюється наявністю величезних накопичених збитків минулих років, які перекриватимуть поточні прибутки компанії.

Процес накопичення грошових потоків можемо представити у формі табл 3.6.

Таблиця 3.6 – Прогноз дисконтованих грошових потоків за проєктом BESS
(при $r = 20\%$)

Рік експлуатації (t)	Інвестиції (CAPEX), грн	Чистий опер. потік (NCF), грн	Фактор дисконтування $(1+0.20)^{-t}$	Дисконтований грошовий потік (DCF), грн	Кумулятивний DCF (Наростаючим підсумком), грн
0	-7 725 000	0	1.00000	-7 725 000	-7 725 000
1		3 293 550	0.83333	2 744 625	-4 980 375
2		3 293 550	0.69444	2 287 192	-2 693 183
3		3 293 550	0.57870	1 905 985	-787 198
4		3 293 550	0.48225	1 588 214	+801 016
5		3 293 550	0.40187	1 323 579	2 124 595
6		3 293 550	0.33489	1 103 007	3 227 602
7		3 293 550	0.27908	919 164	4 146 766
8		3 293 550	0.23256	765 948	4 912 714
9		3 293 550	0.19380	638 290	5 551 004
10		3 293 550	0.16150	531 908	6 082 912

Джерело: розраховано та зведено автором на основі моделювання

На основі побудованої таблиці грошових потоків розрахуємо чотири базові показники інвестиційної ефективності.

Зробимо розрахунок показників. Першим буде Чиста приведена вартість (Net Present Value, NPV).

Оскільки операційний грошовий потік є стабільним ануїтетом ($NCF = 3293550$ грн), сумарну дисконтовану вартість (Present Value) можна перевірити через фактор ануїтету (формули 3.5, 3.6, 3.7):

$$AF_{20\%} = 1 - \frac{(1 + 0,2)^{-10}}{0,2} = 1 - \frac{0,1615}{0,2} = 4,1925 \quad (3.5)$$

$$PV = 3\,293\,550 \times 4,1925 = 13\,808\,208 \text{ грн} \quad (3.6)$$

$$NPV = PV - CAPEX = 13\,808\,208 - 7\,725\,000 = 6\,083\,208 \text{ грн} \quad (3.7)$$

Абсолютно позитивне значення NPV (понад 6 млн грн) є фундаментальним доказом того, що інвестиційний проєкт є економічно виправданим. Навіть при стягненні 20% вартості капіталу, проєкт відшкодовує всі вкладення і генерує значну чисту додану вартість для власників підприємства. Індекс прибутковості інвестицій (Profitability Index, PI) у формулі 3.8:

$$PI = \frac{PV}{CAPEX} = \frac{13\,808\,208}{7\,725\,000} \approx 1,79 \quad (3.8)$$

Показник більше 0 означає, що кожна інвестована у систему накопичення енергії гривня принесе підприємству 1,79 грн дисконтованого доходу. Це вказує на виняткову високу ефективність капіталу в цьому сегменті. Далі розрахуємо Дисконтований період окупності (DPP) у формулі 3.9. Аналізуючи колонку «Кумулятивний DCF» у табл. 3.6, бачимо, що негативне сальдо перетворюється на позитивне протягом третього року експлуатації.

$$DPP = 3 \text{ роки} + \frac{|-787\,198|}{1\,588\,214} = 3 + 0,495 = 3,5 \text{ року} \quad (3.9)$$

Для традиційної енергетики, де термін окупності будівництва малих ГЕС часто перевищує 10–15 років, інфраструктурний об'єкт з окупністю трохи більше 3 років (навіть з урахуванням 20% дисконту) є феноменально високорентабельним активом. Нарешті, можемо дізнатись Внутрішню норму рентабельності (IRR) у формулі 3.10.

IRR – це ставка дисконтування, за якої NPV проєкту дорівнює нулю. Вирішуючи рівняння еквівалентності, знаходимо, що $IRR \approx 41,2\%$.

$$\sum_{t=1}^{10} \frac{3293550}{(1 + IRR)^t} - 7725000 = 0 \rightarrow IRR \approx 41,2\% \quad (3.10)$$

Внутрішня норма рентабельності проєкту перевищує 40% річних. Цей показник у два рази перевищує встановлену бар'єрну ставку (20%). Це формує гігантський запас міцності проєкту. Навіть якщо внаслідок змін на ринку цінові спреди на РДН звужаться вдвічі, або якщо технічна деградація батареї прискориться

і скоротить життєвий цикл, проєкт все одно залишатиметься фінансово виправданим і не згенерує збитків для інвесторів.

Висновки до третього розділу

Третій розділ дипломної роботи є логічним завершенням комплексного прикладного економіко-аналітичного дослідження, в якому реалізовано науково обґрунтований алгоритм розроблення інноваційних напрямів підвищення ефективності діяльності ПП «Арсенал-Т-07» в умовах турбулентного енергетичного ринку України.

1. Спираючись на результати глибокого діагностичного аналізу, проведеного у другому розділі, було констатовано, що підприємство опинилося у стані жорсткої фінансової кризи. Основними драйверами цієї кризи стали 71-відсотковий фізичний знос генеруючих активів, регулярні диспетчерські обмеження генерації та тотальна криза неплатежів з боку державного підприємства «Гарантований покупець». Накопичення 9 млн грн замороженої дебіторської заборгованості призвело до обвалу абсолютної ліквідності компанії до нуля. У цих умовах було доведено, що традиційна екстенсивна модель ведення бізнесу, орієнтована виключно на реалізацію енергії за фіксованим «зеленим» тарифом, вичерпала свій економічний потенціал і веде до неминучого банкрутства. Центральним вектором порятунку та розширеного відтворення компанії було визначено вихід на конкурентний ринок «на добу наперед» (РДН) за допомогою фізичної інтеграції систем накопичення енергії (BESS), що уможливорює проведення високомаржинальних операцій цінового арбітражу.

2. Для забезпечення комерційної диспетчеризації систем накопичення енергії у підрозділі 3.1 було реалізовано складний економетричний експеримент із застосуванням інструментарію стохастичного моделювання. Враховуючи нестаціонарну природу та колосальну волатильність цінової кон'юнктури РДН, де стандартне відхилення сягає 76% від середнього значення, було успішно застосовано нелінійне перетворення Бокса-Кокса для усунення гетероскедастичності часового ряду. На основі аналізу автокореляційних функцій

та застосування оптимізаційного алгоритму з мінімізацією інформаційного критерію Акаїке (AIC) було ідентифіковано найкращу архітектуру прогностичної моделі SARIMA (1,0,2)(1,1,1). Ця математична модель з дуже високою точністю вловила специфічний добовий патерн. На базі верифікованої моделі було згенеровано позавибіркові прогнози погодинних цін та сформовано оптимальну матрицю алгоритмічної торгівлі: акумулювання енергії під час денних цінових провалів (із прогнозованим мінімумом близько 430 грн/МВт·год о 13:00) та розряд у мережу під час жорсткого вечірнього дефіциту потужності (понад 12 000 грн/МВт·год о 21:00–22:00).

3. Критичним науково-практичним здобутком дослідження стало детальне розроблення методології ціноутворення та керування операційними витратами для BESS. Доведено, що принцип ко-локації (фізичного суміщення акумуляторів із наявними турбінами гідроелектростанції за спільним комерційним лічильником) дозволяє підприємству абсолютно легально уникнути сплати високих тарифів системного оператора НЕК «Укренерго» на передачу та послуг обленерго з розподілу електроенергії. Завдяки цьому компанія економить понад 3100 грн на кожному завантаженому мегават-годині порівняно з автономними накопичувачами. Відповідно, вартість заряду батареї для підприємства не формується з адміністративних тарифів, а розраховується виключно на основі фінансової концепції альтернативної вартості – як маржинальний дохід, втрачений від того, що вироблена гідроенергія не була продана на ринку в момент заряду. Ураховуючи коефіцієнт циклічної ефективності LFP-батареї на рівні 85%, ефективна собівартість заряду 1 МВт·год становить лише близько 506,5 грн. Це формує безпрецедентну арбітражну маржу, а саме понад 11 400 грн з кожного циклу. Фінансове моделювання грошових потоків було реалізовано з максимальним рівнем консерватизму та врахуванням фундаментальних обмежень.

4. Комплексна інвестиційна оцінка проєкту, при оптимізованих капітальних витратах у 7,72 млн грн, які відповідають сучасним ринковим реаліям падіння цін на літєві системи, засвідчила його виняткову фінансову стійкість. Враховуючи високі макроекономічні, воєнні та регуляторні ризики енергетичного

сектору України, у фінансовій моделі було застосовано жорстку ставку дисконтування на рівні 20% [25, 26]. Проте навіть за таких суворих умов інвестиційної оцінки, проєкт довів свою абсолютну життєздатність. Розрахунки підтвердили генерування чистої приведеної вартості (NPV) на рівні понад 6 млн грн, індексу прибутковості (PI) 1,79 та вражаючої внутрішньої норми рентабельності (IRR) на рівні 41,2% річних. Дисконтований період окупності (DPP) склав лише 3,5 року, що є феноменально коротким терміном для капіталомісткого енергетичного сектору.

5. Підсумовуючи, науково та економічно доведено, що алгоритмічна комерційна диспетчеризація гібридної системи на конкурентному ринку перетворює слабкі сторони ПП «Арсенал-Т-07» на його конкурентні переваги. Гарантований, щоденно ліквідний чистий операційний грошовий потік у близько 3,3 млн грн на рік повністю вирішить кризу ліквідності та дозволить сформувати надійний внутрішній фонд для капітальної модернізації зношених активів станції. Запропонований підхід не лише забезпечить високу норму прибутку для інвесторів, але й гарантує стійке розширене відтворення та виживання енергетичного підприємства в умовах безперервної ринкової трансформації.

ВИСНОВКИ

1. Глибока структурна трансформація енергетичного сектору України та криза ліквідності на ринку відновлюваних джерел енергії, яка визвана різними причинами, в тому числі, воєнними, вимагає радикального перегляду традиційних бізнес-моделей підприємств малої генерації. Проведене дослідження підтвердило висунуту гіпотезу про те, що екстенсивна експлуатація гідроенергетичних активів, орієнтована на реалізацію електроенергії за фіксованим «зеленим» тарифом єдиному державному покупцеві, вичерпала свій економічний потенціал. Забезпечення життєздатності та розширеного відтворення таких підприємств неможливе без переходу до проактивних стратегій диверсифікації та застосування сучасного інструментарію економічної аналітики.

2. Оцінювання ефективності діяльності енергетичних підприємств в умовах турбулентного ринку потребує відмови від одновимірних фінансових метрик на користь більш складних багатовимірних моделей. Доведено, що для прийняття дієвих стратегічних рішень діагностика має бути інтегрована з іншими аналітичними методами та прогностичним економетричним моделюванням. Це дозволяє не лише фіксувати минулі збитки, а й виявляти приховані резерви для створення доданої вартості на конкурентних сегментах ринку.

3. Комплексний економічний аналіз діяльності ПП «Арсенал-Т-07» діагностував стан глибокої системної кризи. Застосування детермінованого факторного аналізу за моделлю Дюпон виявило, що ключовим драйвером руйнування рентабельності активів є катастрофічне падіння комерційної маржі, зумовлене 71-відсотковим фізичним зносом обладнання та диспетчерськими обмеженнями генерації. Одночасно зафіксовано повну втрату абсолютної ліквідності компанії, що спричинено іммобілізацією понад 9 млн грн капіталу в дебіторській заборгованості з боку ДП «Гарантований покупець». Альтернативна вартість заморожених активів формує мільйонні приховані збитки, унеможливорюючи внутрішнє фінансування на модернізацію. З метою виведення підприємства із замкнутого кола боргової залежності було обґрунтовано

інноваційний напрям підвищення ефективності – перехід на Ринок «на добу вперед» (РДН) за рахунок інсталяції систем накопичення енергії (BESS).

4. Для розробки алгоритму стратегії диспетчеризації накопичувачів було реалізовано модельний експеримент. Використання моделі SARIMA(1,0,2)(1,1,1) із застосуванням перетворення Бокса-Кокса дозволило з високою точністю апроксимувати дуже волатильний часовий ряд погодинних цін РДН. Ідентифікований за допомогою моделі жорсткий добовий патерн, який також відомий як «качина крива» у енергетиці, підтвердив високий потенціал цінового арбітражу: акумулювання ресурсу в години денного профіциту, коли ціни падають до мінімумів та розряд під час вечірніх пікових дефіцитів потужності.

5. Економічна ефективність запропонованої стратегії критично залежить від механізму інтеграції накопичувачів. Застосування принципу ко-локації дозволяє підприємству оптимізувати витрати, уникаючи сплати регульованих інфраструктурних тарифів. Відповідно до концепції альтернативної вартості, з урахуванням 85% циклічної ефективності даних батарей, розрахована собівартість заряду гарантує формування значної арбітражної маржі.

6. Побудована модель дисконтованих грошових потоків (DCF) остаточно довела фінансову життєздатність проєкту. Навіть за умови застосування консервативної ставки дисконтування на 20%, яка включає в себе макроекономічні та воєнні ризики, інсталяція системи генерує чисту приведену вартість (NPV) у розмірі понад 6 млн грн при індексі прибутковості (PI) – 1,79. Внутрішня норма рентабельності (IRR) сягає 41,2%, а дисконтований період окупності (DPP) становить лише 3,5 року.

7. Таким чином, розв'язано спеціалізовану задачу дослідження, а саме доведено, що алгоритмічна комерційна експлуатація систем накопичення енергії є оптимальним економічним рішенням, яке веде до підвищення ефективності діяльності. Така стратегія здатна генерувати стабільний щоденний грошовий потік, який ліквідує кризу платоспроможності ПП «Арсенал-Т-07», розірве залежність від державного контрагента та забезпечить накопичення інвестиційного ресурсу для подальшої капітальної модернізації гідротехнічних активів підприємства

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дипломна робота: рекомендації до виконання та захисту [Електронний ресурс]: методичні рекомендації для здобувачів ступеня бакалавр за освіт. програмою «Економічна аналітика» спеціальності 051 «Економіка» та С1 Економіка та міжнародні економічні відносини (за спеціалізаціями), спеціалізації С1.01 Економіка / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: К. О. Бояринова, О. М. Вовк, О. О. Трофименко, І. С. Лазаренко, Н. В. Рощина. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2026. 86 с. URL: <https://ela.kpi.ua> (дата звернення: 20.04.2026).
2. Taouab O., Issor Z. Firm Performance: Definition and Measurement Models. *European Scientific Journal*. 2019. Vol. 15, No. 1. P. 93–106. DOI: <https://doi.org/10.19044/esj.2019.v15n1p93>. URL: <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n1p93> (дата звернення: 23.04.2026).
3. Назаренко І. Економічний зміст ефективності діяльності підприємств. *Галицький економічний вісник*. 2022. № 3 (76). С. 15–22. DOI: https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2022.03.015. URL: <http://galicianvisnyk.tntu.edu.ua> (дата звернення: 23.04.2026).
4. Оболенцева Л. В., Давидов Є. О. Методичні підходи до аналізу і вимірювання економічної результативності діяльності підприємств. *Комунальне господарство міст*. 2023. Том 2, випуск 176. С. 14–18. DOI: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-2-176-14-18>. URL: <https://khm.kname.edu.ua> (дата звернення: 24.04.2026).
5. Мазур Д. В., Мазур О. В., Мазур Г. О. Економічна сутність поняття «фінансовий потенціал підприємства». *Бізнес-навігатор*. 2024. Вип. 2 (75). С. 413–417. DOI: <https://doi.org/10.32782/business-navigator.75-72>. URL: <http://www.business-navigator.org.ua> (дата звернення: 24.04.2026).
6. Chua J. H., Chrisman J. J., De Massis A., Wang H. Reflections on family firm goals and the assessment of performance. *Journal of Family Business Strategy*. 2018.

Vol. 9, Iss. 2. P. 107–113. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfbs.2018.02.001> (дата звернення: 25.04.2026).

7. Принципи збалансованого розвитку гідроенергетики: аналітичний документ / Г. К. Веремійчик, Р. Б. Гаврилюк, Д. В. Гулевець, О. Г. Тарасова, І. В. Тимченко. Київ : Видавництво «Фенікс», 2018. 20 с. URL: <http://necu.org.ua> (дата звернення: 27.04.2026).

8. Керівні принципи сталого розвитку гідроенергетики у басейні Дунаю / К. Швайгер, Я. Шріттвізер, В. Коллер-Краймел, Е. Хьодл-Кройцбауер та ін. Відень : МКЗД (Міжнародна комісія із захисту р. Дунай), 2013. 38 с. URL: www.icpdr.org (дата звернення: 01.05.2026).

9. Box G. E. P., Jenkins G. M., Reinsel G. C., Ljung G. M. Time Series Analysis: Forecasting and Control. 5th ed. Hoboken, NJ : John Wiley & Sons, 2015. 712 p.

10. Tsionas M. Efficiency estimation using probabilistic regression trees with an application to Chilean manufacturing industries. *International Journal of Production Economics*. 2022. Vol. 249. Art. 108492. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108492>. URL: <https://www.sciencedirect.com> (дата звернення: 01.05.2026).

11. Наконечний С. І., Терещенко Т. О., Романюк Т. П. Економетрія : підручник. 4-те вид., доп. і перероб. Київ : КНЕУ, 2006. 528 с.

12. Черняєва А. О. Сучасні напрями в оцінці фінансово-господарчої діяльності підприємства. *Приазовський економічний вісник*. 2022. Вип. 2 (31). С. 79–82. DOI: <https://doi.org/10.32840/2522-4263/2022-2-13>. URL: <http://prev.aei.org.ua> (дата звернення: 02.05.2026).

13. Бланк І. О. Фінансовий менеджмент : підручник. Київ : Ніка-Центр, 2004. 656 с.

14. Пудичева Г. О. Порівняння економетричних методів оцінки ефективності в енергетиці. *Інфраструктура ринку*. 2021. Вип. 60. С. 236–242. DOI: <https://doi.org/10.32782/infrastructure60-41>. URL: <http://www.market-infr.od.ua> (дата звернення: 02.05.2026).

15. Hyndman R. J., Athanasopoulos G. Forecasting: Principles and Practice. 2nd ed. Melbourne : OTexts, 2018. 390 p. URL: <http://otexts.org/fpp2/> (дата звернення: 02.05.2026).

16. Цивільний кодекс України : Закон України від 16.01.2003 № 435-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435-15> (дата звернення: 03.05.2026).

17. Деякі питання надання державної фінансової підтримки суб'єктам підприємництва : постанова Кабінету Міністрів України від 24.01.2020 № 28. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/28-2020-п> (дата звернення: 03.05.2026).

18. Про встановлення тарифу на послуги з диспетчерського (оперативно-технологічного) управління НЕК «УКРЕНЕРГО» на 2026 рік : постанова НКРЕКП / Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг. НКРЕКП : офіційний вебпортал. 2025. URL: <https://www.nerc.gov.ua/acts/pro-vstanovlennya-tarifu-na-poslugi-z-dispatcherskogo-operativno-tehnologichnogo-upravlinnya-nek-ukrenergo-na-2026-rik> (дата звернення: 03.05.2026).

19. Борг «Укренерго» перед «Гарантованим покупцем» скоротився до 14,7 млрд грн. Delo.ua : бізнес-портал. 2025. URL: <https://delo.ua/news/borg-ukrenergo-pered-garantovanim-pocupcem-skorotiv-sya-do-147-mlrd-grn-detali-rozrahunkiv-459447/> (дата звернення: 03.05.2026).

20. Трохимець Олександр - новини сьогодні, біографія, фото, відео, історія життя. OBOZ.UA : інформаційний портал. 2025. URL: <https://www.obozrevatel.com/ukr/person/oleksandr-trohimets.htm> (дата звернення: 04.05.2026).

21. Тарифи «Укренерго» зростуть до 42 відсотків: регулятор затвердив нові ціни. The Page : бізнес-портал. 2025. URL: <https://thepage.ua/ua/news/tarifi-ukrenergo-zrostut-do-42-vidsotkiv-regulyator-zatverdiv-novi-cini> (дата звернення: 04.05.2026).

22. Черкасиенергозбут повідомив про зміну тарифів за послуги розподілу електроенергії для непобутових споживачів. Про все : регіональний інформаційний портал. 2025. URL: <https://provse.ck.ua/cherkasyenerhozbut-povidomyv-pro-zminu->

taryfiv-za-posluhy-rozpodilu-elektroenerhii-dlia-nepobutovykh-spozhyvachiv/ (дата звернення: 04.05.2026).

23. Установки зберігання енергії: популярний тренд чи критична необхідність в українських реаліях? IKNET : вебсайт. 2024. URL: <https://iknet.com.ua/uk/new/ustanovki-zberigannia-energiyi-populiarnii-trend-ci-kriticna-neobxidnist-v-ukrayinskix-realiiakh> (дата звернення: 04.05.2026).

24. Системи накопичення енергії для бізнесу: тренди, окупність і фінансування. NV Бізнес : вебсайт. 2025. URL: <https://biz.nv.ua/ukr/sviy-biznes/sistemi-nakopichennya-energiji-dlya-biznesu-trendi-okupnist-i-finansuvannya-2025-50578235.html> (дата звернення: 05.05.2026).

25. Shevchuk O., Roshchyna N., Khomych V. Features of the analysis of financial stability of audit companies in ukraine in non-stationary conditions. *Efektivna ekonomika*. 2023. No. 11. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2023.11.28> (дата звернення: 05.05.2026).

26. Shevchuk O., Boiarynova K., Roshchyna N. Features of the diagnostic process in the conditions of uncertainty. *Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*. 2024. № 28. С. 5–11. DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.28.2024.302768> (дата звернення: 05.05.2026).

27. Про ринок електричної енергії : Закон України від 13.04.2017 № 2019-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19> (дата звернення: 05.05.2026).

28. Правила ринку «на добу наперед» та внутрішньодобового ринку : постанова НКРЕКП від 14.03.2018 № 308. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0308874-18> (дата звернення: 05.05.2026).

29. Кодекс системи передачі : постанова НКРЕКП від 14.03.2018 № 309. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0309874-18> (дата звернення: 06.05.2026).

30. Коваль З. О. Оцінювання ефективності маркетингових стратегій підприємств за допомогою методів факторного аналізу. *Економічні інновації*. 2019. Том 21, Вип. 1 (70). С. 64–74. DOI: <https://doi.org/10.32782/economic-innovations.70-06>. URL: <http://vtei.com.ua> (дата звернення: 06.05.2026).

31. Савицька Г. В. Економічний аналіз діяльності підприємства : навч. посіб. 3-тє вид., випр. і доп. Київ : Знання, 2007. 668 с.
32. Кісіль Н. М., Мороз О. В. Економічне обґрунтування впровадження систем накопичення електричної енергії (Energy Storage) в Україні. *Інфраструктура ринку*. 2022. Вип. 65. С. 112–117.
33. Weron R. Electricity price forecasting: A review of the state-of-the-art with a look into the future. *International Journal of Forecasting*. 2014. Vol. 30, No. 4. P. 1030–1081.
34. Cole W., Frazier A. W. Cost Projections for Utility-Scale Battery Storage: 2021 Update / National Renewable Energy Laboratory (NREL). 2021. URL: <https://www.nrel.gov/docs/fy21osti/79236.pdf> (дата звернення: 07.05.2026).
35. Проблеми та перспективи галузі ВДЕ в 2025 році. Економічна правда : вебсайт. 2025. URL: <https://epravda.com.ua/infrastruktura/problemi-ta-perspektivi-galuzi-vde-v-2025-roci-816839/> (дата звернення: 07.05.2026).
36. Старі борги перед інвесторами в «зелену» енергетику залишаються системною проблемою, – експерт. РБК-Україна : інформаційний портал. 2025. URL: <https://www.rbc.ua/rus/news/stari-borgi-pered-investorami-zelenu-energetiku-1769343829.html> (дата звернення: 07.05.2026).
37. 20kW-107.52kWh OUTDOOR AIR-COOLED LITHIUM BATTERY ENERGY STORAGE SYSTEM. Technical Specification Sheet. Page 4. URL: <https://img.waimaoniu.net/3125/20kW-107.52kWh%20outdoor%20air-cooled%20lithium%20battery%20energy%20storage%20system.pdf> (дата звернення: 07.05.2026).
38. Battery Energy Storage Systems: technical, economic, and regulatory aspects / J. P. S. Catalão et al. Cham : Springer, 2024. 280 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-50897-4> (дата звернення: 07.05.2026).