

Міністерство освіти і науки України
Державний заклад
«Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»
Навчально-науковий інститут фізики, математики та інформаційних технологій
Кафедра математики і інформатики

Андрейщук Руслан Олександрович

**«РЕАЛІЗАЦІЯ ПРИКЛАДНОЇ СПРЯМОВАНOSTІ НАВЧАННЯ
МАТЕМАТИКИ В СТАРШІЙ ШКОЛІ НА ПРИКЛАДІ ЗАДАЧ З
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ»**

кваліфікаційна робота

здобувача вищої освіти другого (магістерського) рівня

освітньої програми «Математика»

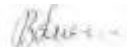
за спеціальністю 014.04. Середня освіта (Математика)

Особистий підпис



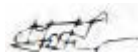
Андрейщук Руслан

Науковий керівник



Валерій ХМЕЛЬ,
кандидат педагогічних наук, доцент
кафедри математики та інформатики

В.о. завідувача кафедри



Юрій КОЗУБ, доктор технічних наук,
професор кафедри математики та
інформатики

Лубни - 2026р.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. МОТИВАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ У СЕРЕДНІЙ ТА СТАРШІЙ ШКОЛІ.....	8
РОЗДІЛ 2. ЗАДАЧІ ЕКОНОМІЧНОГО ЗМІСТУ ЯК ЗАСІБ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИКЛАДНОЇ СПРЯМОВАНOSTІ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ.....	16
РОЗДІЛ 3. ЗАДАЧІ З ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ.....	25
РОЗДІЛ 4. ПРИКЛАДНІ ЗАДАЧІ З ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ТА ТРАНСПОРТУ В КУРСІ МАТЕМАТИКИ СТАРШОЇ ШКОЛИ.....	47
РОЗДІЛ 5. ВИКОРИСТАННЯ ЗАДАЧ З ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПРАКТИЧНИХ МАТЕМАТИЧНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ.....	57
ВИСНОВКИ	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	72

ВСТУП

Проблема мотивації учнів до вивчення математики залишається однією з ключових у сучасній педагогіці. Часто школярі не усвідомлюють практичної цінності математичних знань, сприймаючи предмет лише як сукупність формул і правил. Проте саме математика формує логічне мислення, вміння аналізувати інформацію та приймати обґрунтовані рішення. Використання прикладних задач, пов'язаних із реальними життєвими ситуаціями, економікою та технологіями, сприяє підвищенню інтересу учнів до навчання та допомагає побачити математику як важливий інструмент повсякденного життя.

Сучасна система загальної середньої освіти орієнтована не лише на засвоєння учнями теоретичних знань, а й на формування практичних компетентностей, необхідних для успішної соціальної та професійної діяльності. Особливої актуальності в цьому контексті набуває прикладна спрямованість навчання математики в старшій школі, адже саме цей предмет забезпечує інструментарій для аналізу реальних життєвих ситуацій, економічних процесів та технічних явищ. Використання прикладних задач дозволяє поєднувати абстрактні математичні поняття з практичними проблемами сучасності, сприяючи підвищенню мотивації учнів до навчання та усвідомленню значущості математичних знань.

Одним із перспективних напрямів реалізації прикладної спрямованості є залучення задач з енергоефективності, які відображають актуальні виклики сьогодення, зокрема питання раціонального використання енергоресурсів, впровадження відновлюваних джерел енергії та зменшення витрат на енергоспоживання. Такі задачі дають змогу учням застосовувати математичні знання для розв'язання реальних проблем, пов'язаних з економією електроенергії, оцінкою доцільності інвестицій у сучасні технології та аналізом фінансових показників. У результаті математика постає не як абстрактна навчальна дисципліна, а як практичний інструмент пізнання навколишнього світу.

Реалізація прикладної спрямованості навчання математики в старшій школі сприяє формуванню в учнів аналітичного мислення, вміння працювати з числовою інформацією, здійснювати обчислення, інтерпретувати результати та робити обґрунтовані висновки. Застосування задач з енергоефективності в освітньому процесі також створює умови для міжпредметної інтеграції, зокрема з фізикою, економікою та екологією, що відповідає сучасним вимогам компетентнісного підходу в освіті. Саме тому дослідження можливостей використання прикладних задач з енергоефективності як засобу підвищення практичної спрямованості навчання математики є актуальним і педагогічно доцільним. Електроенергія сьогодні є базовим ресурсом для забезпечення нормального функціонування практично всіх сфер господарської діяльності. Без стабільного електропостачання неможливо підтримувати роботу торговельних закладів, складів, офісів, виробничих підприємств і сервісних установ. Особливо гостро ця проблема проявляється для малого бізнесу, який не завжди має достатні фінансові ресурси для впровадження складних резервних систем живлення.

Регулярні відключення електроенергії створюють низку проблем для підприємців: зупинку холодильного обладнання, неможливість підтримувати належний температурний режим зберігання товарів, перебої в роботі касових апаратів, порушення функціонування платіжних терміналів і доступу до мережі Інтернет. Усе це призводить до фінансових втрат, зниження якості обслуговування клієнтів і поступової втрати конкурентних позицій.

Крім безпосередніх економічних збитків, відключення електроенергії мають і соціальні наслідки. Погіршується комфорт перебування клієнтів у торговельних приміщеннях, зростає рівень стресу серед персоналу, ускладнюється організація робочих процесів. Усе це негативно впливає на загальну ефективність діяльності підприємств.

В умовах такої нестабільності підприємства змушені шукати альтернативні джерела енергопостачання, які дозволять мінімізувати ризики та забезпечити

безперебійну роботу. Одним із найперспективніших напрямів є використання відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячної енергетики.

Сонячна енергетика в останні роки демонструє стрімкий розвиток як у світі, так і в Україні. Зниження вартості сонячних панелей, удосконалення інверторних систем і акумуляторних батарей робить ці технології доступнішими для малого та середнього бізнесу.

Сонячні електростанції з системами акумуляування електроенергії дозволяють підприємствам забезпечувати автономну роботу, зменшувати залежність від зовнішніх постачальників та оптимізувати витрати. Гібридні СЕС поєднують у собі функції генерації, накопичення та резервування електроенергії, що робить їх ефективним інструментом адаптації бізнесу до умов блекаутів.

Разом із тим впровадження таких технологій потребує значних фінансових вкладень. Тому перед підприємцями постає важливе питання: чи є ці інвестиції економічно доцільними? Відповідь на нього можлива лише за умови детального математичного аналізу витрат, доходів, строків окупності та впливу модернізації на фінансові показники підприємства.

Математика у цьому процесі виконує роль універсального інструменту аналізу. Завдяки використанню відсоткових розрахунків, фінансових моделей, статистичних методів і економічних формул можна об'єктивно оцінити ефективність інвестицій у відновлювані джерела енергії.

Математичні розрахунки дозволяють не лише визначити суму початкових витрат, а й спрогнозувати подальші фінансові результати, оцінити рівень рентабельності та порівняти альтернативні варіанти розвитку підприємства.

Особливо важливим є застосування прикладних задач у навчанні математики. Коли учні бачать, що математичні формули використовуються для розв'язання реальних проблем бізнесу, енергетики та економіки, зростає їхня мотивація до вивчення предмета. Математика перестає бути абстрактною наукою і перетворюється на практичний інструмент аналізу реальних процесів.

Використання прикладів з реального життя у навчальному процесі сприяє формуванню економічного мислення, умінню аналізувати дані, робити обґрунтовані висновки та приймати відповідальні рішення.

У цій дипломній роботі розглядається приклад малого підприємства, яке здійснювало свою діяльність в умовах регулярних відключень електроенергії. На основі реальних фінансових показників було проведено детальний аналіз витрат, структури доходів, енергоспоживання та економічних ризиків.

Особливу увагу приділено математичному обґрунтуванню ефективності впровадження гібридної сонячної електростанції та заміни дизельного транспорту на електричний. Такий підхід дозволяє не лише зменшити витрати на паливо й електроенергію, а й підвищити рівень екологічної відповідальності підприємства.

Метою магістерської роботи є обґрунтування можливостей реалізації прикладної спрямованості навчання математики в старшій школі на основі використання задач з енергоефективності, а також демонстрація того, як реальні життєві ситуації, пов'язані з енергоспоживанням, економічними розрахунками та впровадженням сучасних технологій, можуть бути використані як ефективний засіб підвищення мотивації учнів до вивчення математики. У роботі показано, що застосування прикладних математичних задач дозволяє формувати в учнів практичні компетентності, розвивати аналітичне мислення та усвідомлення практичної цінності математичних знань.

Об'єктом дослідження є процес навчання математики в старшій школі з орієнтацією на формування практичних і прикладних умінь учнів. У центрі уваги перебуває освітній процес, у межах якого математичні знання застосовуються для розв'язання задач, пов'язаних із реальними життєвими ситуаціями, зокрема з питаннями енергоефективності, економії ресурсів та раціонального використання енергії. Дослідження спрямоване на вивчення того, як прикладна спрямованість навчання математики може сприяти підвищенню мотивації учнів, розвитку їхніх

аналітичних здібностей і формуванню ключових компетентностей, необхідних для успішної навчальної та професійної діяльності.

Предметом дослідження є процес використання прикладних задач з енергоефективності в навчанні математики старшої школи, зокрема задач, пов'язаних з економічними розрахунками, аналізом енергоспоживання, оцінкою доцільності використання відновлюваних джерел енергії та оптимізацією витрат. Розглянуті в роботі приклади демонструють, як математичні методи (відсоткові обчислення, пропорції, середні величини, елементи статистики та фінансової математики) можуть бути інтегровані в освітній процес з метою формування в учнів умінь застосовувати математику для розв'язання практичних завдань.

РОЗДІЛ 1

МОТИВАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ У СЕРЕДНІЙ ТА СТАРШІЙ ШКОЛІ.

Математика у сучасній системі освіти посідає особливе місце, оскільки вона формує не лише систему знань, а й стиль мислення особистості. Її роль полягає у розвитку логічного, алгоритмічного та критичного мислення, що є необхідними компетентностями для людини XXI століття. Проте на практиці дедалі частіше спостерігається ситуація, коли учні не усвідомлюють значущості математичних знань, сприймаючи їх як абстрактні та відірвані від реального життя.

Однією з ключових проблем шкільної математичної освіти є зниження мотивації до навчання. Значна частина учнів відкрито або приховано демонструє байдужість до предмета, аргументуючи це тим, що математичні знання не знадобляться їм у майбутньому. Така позиція формується поступово і є наслідком системного недоопрацювання питання прикладної спрямованості навчання.

Мотивація у навчанні математики має багатокомпонентну структуру. Вона включає пізнавальний інтерес, прагнення до самореалізації, потребу у практичному застосуванні знань та соціальні чинники. Якщо хоча б один із цих компонентів не підтримується освітнім процесом, загальний рівень мотивації суттєво знижується.

Особливої уваги потребує внутрішня мотивація, яка виникає тоді, коли учень бачить сенс у навчальній діяльності. Саме прикладна математика здатна стати тим містком між теорією та практикою, який дозволяє учням усвідомити реальну цінність математичних знань. Задачі, пов'язані з фінансовими розрахунками, аналізом витрат і доходів, плануванням бюджету, є зрозумілими та близькими для більшості учнів.

Я вважаю, що недостатня увага до прикладних аспектів математики призводить до формування хибного уявлення про цей предмет. Учні звикають сприймати математику як набір формул, які необхідно запам'ятати для контрольної роботи, а не як інструмент аналізу реальних ситуацій.

Розгляд економічних прикладів у курсі математики сприяє підвищенню мотивації, оскільки дозволяє продемонструвати практичну корисність знань. Наприклад, аналіз діяльності малого бізнесу дає змогу показати, як відсоткові розрахунки, пропорції, середні величини та елементи статистики використовуються у повсякденному житті.

У процесі такого аналізу учні можуть простежити взаємозв'язок між математичними обчисленнями та реальними фінансовими результатами. Це формує відповідальне ставлення до числової інформації та розвиває навички прийняття обґрунтованих рішень.

Таким чином, мотиваційний потенціал прикладної математики полягає у її здатності наочно демонструвати значущість математичних знань. Використання реальних прикладів, зокрема з економічної діяльності, створює умови для формування стійкого інтересу до предмета та підвищення якості математичної підготовки учнів.

Подальший аналіз мотиваційного потенціалу прикладної математики доцільно розглядати крізь призму реального життєвого досвіду учнів. У більшості випадків школярі стикаються з математикою поза школою несвідомо: під час покупок, планування витрат, користування банківськими послугами, оплати комунальних рахунків. Проте без відповідного педагогічного супроводу ці ситуації не асоціюються у свідомості учнів із математичними знаннями, отриманими на уроках.

Саме тому важливим завданням учителя математики є актуалізація таких життєвих ситуацій у навчальному процесі. Коли учень бачить, що ті самі дії, які він виконує у повсякденному житті, мають чітке математичне обґрунтування,

рівень його зацікавленості предметом істотно зростає. Математика перестає бути абстрактною наукою і набуває прикладного, практичного характеру.

Окремої уваги заслуговує питання економічної грамотності, яка у сучасних умовах є необхідною складовою загальної культури особистості. Вивчення елементів фінансової математики у шкільному курсі сприяє формуванню відповідального ставлення до грошей, ресурсів та власних рішень. Учні, які розуміють принципи формування доходів і витрат, легше адаптуються до дорослого життя.

Розгляд економічних прикладів у курсі математики також має значний виховний потенціал. Аналіз діяльності малого бізнесу дозволяє продемонструвати, що за кожним фінансовим результатом стоїть система продуманих розрахунків. Це формує у школярів повагу до праці підприємця та розуміння складності управлінських рішень.

На мою думку, саме приклади малого бізнесу є найбільш ефективними з точки зору мотивації, оскільки вони є зрозумілими та близькими для учнів. На відміну від великих корпорацій, діяльність яких часто здається абстрактною, мале підприємство легко уявити як частину власного життєвого середовища.

Використання таких прикладів на уроках математики дозволяє поступово формувати уявлення про взаємозв'язок між математичними знаннями та економічною стабільністю. Учні починають усвідомлювати, що помилки у розрахунках можуть призвести до реальних фінансових втрат, а правильні математичні рішення — до підвищення ефективності діяльності.

Особливо актуальним це питання стає в умовах економічної нестабільності та енергетичних криз. Події останніх років показали, що здатність швидко адаптуватися до змін, аналізувати витрати та шукати альтернативні рішення є запорукою виживання бізнесу. У цьому контексті математика виступає ключовим інструментом аналізу та прогнозування.

Таким чином, мотиваційний потенціал прикладної математики полягає не лише у підвищенні інтересу до предмета, а й у формуванні життєво важливих компетентностей. Саме тому інтеграція прикладних задач у шкільний курс математики є необхідною умовою підвищення якості математичної освіти.

Продовжуючи розгляд мотиваційного потенціалу прикладної математики, доцільно зосередитися на особливостях сприйняття навчального матеріалу учнями різного віку. У середній школі учні, як правило, орієнтовані на конкретні приклади та наочність. Саме в цей період формується базове ставлення до математики як до предмета. Якщо на цьому етапі математика асоціюється виключно з формулами та складними обчисленнями, у старшій школі ця установка лише закріплюється.

У старшій школі зростає роль усвідомленого вибору майбутньої професії, і саме тут питання практичної цінності математичних знань набуває особливої актуальності. Учні починають оцінювати навчальні предмети з точки зору їх корисності для подальшого життя. У цьому контексті прикладна математика виступає важливим інструментом професійної орієнтації.

Розгляд реальних економічних ситуацій на уроках математики сприяє формуванню міжпредметних зв'язків. Учні бачать, що математичні знання тісно пов'язані з економікою, інформатикою, географією та навіть суспільствознавством. Такий інтегрований підхід дозволяє подолати фрагментарність знань і сформувати цілісну картину світу.

Варто зазначити, що прикладна спрямованість математики не означає відмову від теоретичного матеріалу. Навпаки, теорія набуває більшої цінності тоді, коли вона слугує основою для практичних розрахунків. Учні починають усвідомлювати, що кожна формула має своє призначення і виникла як результат потреби розв'язати певну практичну проблему.

Мої спостереження показують, що учні значно активніше працюють на уроках, коли їм пропонують задачі, пов'язані з реальними фінансовими

ситуаціями. Наприклад, розрахунок прибутку магазину, визначення рентабельності або аналіз витрат на енергоносії викликають жваве обговорення та стимулюють пізнавальну діяльність.

Особливий інтерес викликають задачі, які мають кілька можливих шляхів розв'язання. Це сприяє розвитку критичного мислення та вміння порівнювати альтернативні варіанти. Учні вчаться оцінювати доцільність різних рішень, що є важливою життєвою навичкою.

З педагогічної точки зору важливо, щоб учитель не обмежувався лише демонстрацією готових розрахунків, а залучав учнів до процесу аналізу. Саме активна участь у розв'язанні задач формує стійкий інтерес до предмета та підвищує рівень мотивації.

У контексті даної роботи приклад діяльності ФОП 2 групи є не лише економічним кейсом, а й потужним дидактичним інструментом. Він дозволяє поєднати різні теми шкільного курсу математики в єдину логічну систему та показати їх практичну значущість.

Таким чином, розширення прикладної складової у викладанні математики є одним із ключових напрямів модернізації математичної освіти. Це створює передумови для формування позитивного ставлення до предмета та підвищення рівня математичної грамотності учнів.

Подальше осмислення проблеми мотивації до вивчення математики потребує звернення до соціального контексту, в якому формується сучасний учень. Інформаційне середовище, насичене швидкими та яскравими візуальними образами, значною мірою впливає на сприйняття навчального матеріалу. У такому середовищі традиційні методи викладання математики часто виявляються недостатньо ефективними, що ще раз підкреслює необхідність оновлення підходів до навчання.

Сучасні учні звикли до практичної спрямованості інформації та швидкого отримання результату. Саме тому прикладні задачі наповнюють навчальний

процес додатковим сенсом, дозволяючи поєднати навчання з реальними життєвими потребами. Математика у такому випадку перестає бути «абстрактною наукою» і стає інструментом розв'язання конкретних проблем.

Особливу роль у формуванні мотивації відіграє відчуття особистої значущості навчального матеріалу. Коли учень розуміє, що знання з математики можуть безпосередньо впливати на його майбутній добробут, ставлення до предмета змінюється. Це особливо актуально для старшокласників, які починають замислюватися над власною фінансовою незалежністю.

Розгляд прикладів, пов'язаних із веденням малого бізнесу, дозволяє сформувати уявлення про реальні економічні процеси. Учні бачать, що навіть невелике підприємство функціонує на основі чітких математичних розрахунків. Це сприяє формуванню поваги до точності та відповідальності у роботі з числовими даними.

З методичної точки зору важливо підкреслити, що такі приклади не лише ілюструють застосування математичних знань, а й сприяють розвитку навичок аналізу та синтезу. Учні вчаться узагальнювати отриману інформацію, робити висновки та прогнозувати можливі наслідки прийнятих рішень.

Загальні спостереження підтверджують, що систематичне використання прикладних задач змінює атмосферу на уроках математики. Учні активніше беруть участь у обговореннях, ставлять запитання та пропонують власні варіанти розв'язання. Це сприяє формуванню позитивного емоційного фону та підвищує загальний рівень навчальної мотивації.

У межах даного дослідження прикладна математика розглядається не лише як засіб мотивації, а й як інструмент формування економічного мислення. Учні поступово усвідомлюють взаємозв'язок між математичними обчисленнями та реальними фінансовими результатами, що є важливим чинником підготовки до дорослого життя.

Таким чином, розширення прикладного компоненту у навчанні математики є обґрунтованим і необхідним кроком у контексті сучасних освітніх викликів. Це створює передумови для формування стійкої мотивації та підвищення якості математичної освіти.

Окремо слід зупинитися на виховному потенціалі математичної освіти, який часто залишається поза увагою у традиційному навчальному процесі. Математика здатна формувати у школярів відповідальне ставлення до власних рішень, адже будь-яка помилка в обчисленнях має чітко визначені наслідки. На відміну від багатьох гуманітарних дисциплін, у математиці результат є однозначним, що сприяє розвитку чесності та самоконтролю.

У процесі розв'язування прикладних задач учні поступово усвідомлюють причинно-наслідкові зв'язки між своїми діями та отриманими результатами. Це особливо важливо для формування фінансової та економічної відповідальності. Наприклад, неправильна оцінка витрат або доходів у реальному бізнесі може призвести до суттєвих збитків, що наочно демонструє важливість точних математичних розрахунків.

З педагогічної точки зору важливим є також розвиток навичок планування. Прикладна математика дозволяє навчити учнів прогнозувати результати власних рішень, оцінювати можливі ризики та знаходити оптимальні варіанти дій. Це формує стратегічне мислення, яке є необхідним у сучасному світі.

В умовах нестабільності, зокрема економічних та енергетичних криз, значення математичних знань лише зростає. Здатність швидко аналізувати ситуацію, оцінювати витрати та приймати обґрунтовані рішення стає критично важливою як для бізнесу, так і для пересічних громадян. У цьому контексті математика виступає інструментом адаптації до складних життєвих умов.

Розгляд таких аспектів у межах шкільного курсу математики дозволяє сформувати у учнів розуміння того, що знання не є абстрактними, а мають

безпосередній вплив на якість життя. Це, у свою чергу, сприяє підвищенню мотивації та відповідального ставлення до навчання.

Хотів наголосити, що систематичне використання прикладних задач не лише підвищує інтерес до предмета, а й формує готовність до самостійного прийняття рішень у дорослому житті. Саме така готовність є одним із ключових результатів сучасної освіти.

Таким чином, прикладна математика виконує комплексну функцію, поєднуючи навчальну, розвивальну та виховну складові. Це робить її незамінним інструментом формування компетентної та відповідальної особистості.

Завершуючи аналіз мотиваційного потенціалу прикладної математики, доцільно узагальнити її значення у формуванні цілісної особистості учня. Математика у сучасному світі перестає бути виключно навчальним предметом і дедалі більше сприймається як інструмент осмислення дійсності. Саме через математичні моделі людина вчиться розуміти складні процеси, оцінювати їх наслідки та прогнозувати подальший розвиток подій.

Особливого значення набуває здатність працювати з кількісною інформацією в умовах невизначеності. Сучасні соціально-економічні виклики, зокрема нестабільність енергетичних систем, коливання цін та ризику, пов'язані з веденням бізнесу, потребують від людини високого рівня аналітичної культури. Формування такої культури починається саме у школі під час вивчення математики.

Прикладна спрямованість математичної освіти дозволяє учням усвідомити, що кожне математичне поняття має практичне підґрунтя. Поступово формується розуміння того, що від точності розрахунків залежить ефективність рішень у реальному житті. Це змінює ставлення до навчання, перетворюючи його з формального обов'язку на усвідомлений процес саморозвитку.

Можна зробити такий висновок, що саме через систематичне використання прикладних задач можливо подолати стереотипне сприйняття математики як

складного та непотрібного предмета. Учні починають бачити у математиці інструмент досягнення власних цілей, що є основою для формування стійкої внутрішньої мотивації.

Узагальнюючи викладене, можна стверджувати, що мотиваційний потенціал прикладної математики є надзвичайно високим. Його реалізація вимагає від учителя свідомого добору навчального матеріалу, орієнтованого на реальні життєві ситуації. Саме такий підхід створює передумови для формування компетентного випускника, здатного застосовувати математичні знання у професійній та повсякденній діяльності.

Таким чином, розглянуті у цьому розділі теоретичні положення логічно підводять до необхідності детального економіко-математичного аналізу діяльності малого підприємства. Це, у свою чергу, обґрунтовує актуальність подальшого дослідження доцільності використання відновлюваних джерел енергії як одного з ключових факторів підвищення стійкості бізнесу в умовах блекаутів.

РОЗДІЛ 2.

ЗАДАЧІ ЕКОНОМІЧНОГО ЗМІСТУ ЯК ЗАСІБ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИКЛАДНОЇ СПРЯМОВАНOSTІ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ.

Прикладні задачі економічного змісту є ефективним засобом формування практичних математичних умінь учнів старшої школи. Вони дозволяють поєднувати теоретичні знання з реальними фінансовими ситуаціями, такими як аналіз доходів і витрат, обчислення відсотків, визначення прибутку та рентабельності. Використання подібних задач у навчальному процесі сприяє розвитку фінансової грамотності, аналітичного мислення та вміння працювати з числовою інформацією. Саме тому доцільно розглянути економічні розрахунки як прикладні навчальні кейси, які демонструють практичну значущість математичних знань і можуть бути використані в освітньому процесі старшої школи. В

подальшому, пропоную розглянути задачі на прикладі підприємства малого бізнесу.

2.1. Загальна характеристика підприємства та вихідні дані для розрахунків.

У даному розділі здійснюється економіко-математичний аналіз діяльності гіпотетичного підприємства малого бізнесу — фізичної особи-підприємця (ФОП) 2 групи, що здійснює роздрібну торгівлю товарами повсякденного попиту у Полтавській області протягом 2025 року.

Метою аналізу є визначення рентабельності діяльності підприємства за рік без використання альтернативних джерел електроенергії. Отримані результати слугуватимуть базою для подальшого порівняння з моделлю підприємства, що використовує відновлювані джерела енергії.

Для аналізу використано фактичні (умовно реальні) дані про щомісячний дохід підприємства, структуру виручки за товарними групами та основні статті витрат.

2.2. Аналіз загального доходу підприємства за 2025 рік.

Загальний дохід підприємства за місяцями становив:

Січень – 326 770 грн

Лютий – 278 665 грн

Березень – 356 704 грн

Квітень – 345 905 грн

Травень – 425 970 грн

Червень – 485 976 грн

Липень – 521 003 грн

Серпень – 473 211 грн

Вересень – 353 780 грн

Жовтень – 332 965 грн

Листопад – 335 467 грн

Грудень – 479 067 грн

Загальний річний дохід підприємства становить:

$$326770 + 278665 + 356704 + 345905 + 425970 + 485976 + 521003 + 473211 + 353780 + 332965 + 335467 + 479067 = 4\,715\,483 \text{ грн.}$$

Отриманий показник дозволяє віднести підприємство до категорії стабільно працюючого малого бізнесу з вираженою сезонністю доходів.

2.3. Структура виручки за товарними групами.

Для аналізу структури виручки всі товари умовно поділено на три групи:

- хлібобулочні вироби;
- молочна продукція;
- інші товари.

Середня структура виручки має такий вигляд:

Хлібобулочні вироби – 11 %

Молочна продукція – 16 %

Інші товари – 73 %

З урахуванням сезонних коливань допускається похибка у межах ± 2 % для перших двох груп та ± 4 % для третьої групи.

2.4. Розрахунок валового прибутку за товарними групами.

Середня націнка:

Хлібобулочні вироби – 12,5 %

Молочна продукція – 15,5 %

Інші товари – 22 %

Розрахунок річної виручки за групами:

Хлібобулочні вироби:

$$4\,715\,483 \times 0,11 = 518\,703 \text{ грн}$$

Валовий прибуток:

$$518\,703 \times 0,125 = 64\,838 \text{ грн}$$

Молочна продукція:

$$4\,715\,483 \times 0,16 = 754\,477 \text{ грн}$$

Валовий прибуток:

$$754\,477 \times 0,155 = 116\,944 \text{ грн}$$

Інші товари:

$$4\,715\,483 \times 0,73 = 3\,442\,303 \text{ грн}$$

Валовий прибуток:

$$3\,442\,303 \times 0,22 = 757\,307 \text{ грн}$$

Загальний валовий прибуток за рік:

$$64\,838 + 116\,944 + 757\,307 = 939\,089 \text{ грн.}$$

2.5. Основні витрати підприємства.

До основних постійних витрат належать:

- заробітна плата персоналу;
- податки та обов'язкові збори;
- витрати на електроенергію;
- витрати на пальне та технічне обслуговування транспорту;
- втрати від списання зіпсованого товару.

2.6. Розрахунок витрат на оплату праці та податкове навантаження.

У 2025 році на підприємстві працювало три наймані працівники: два касири та бухгалтер. Заробітна плата касирів становила 12 000 грн кожному на місяць без урахування податків, заробітна плата бухгалтера – 10 000 грн на місяць без урахування податків.

Місячний фонд оплати праці:

$$\text{Касири: } 12\,000 \times 2 = 24\,000 \text{ грн}$$

$$\text{Бухгалтер: } 10\,000 \text{ грн}$$

$$\text{Разом: } 34\,000 \text{ грн}$$

Річний фонд оплати праці:

$$34\,000 \times 12 = 408\,000 \text{ грн.}$$

Єдиний соціальний внесок (ЄСВ) нараховується роботодавцем у розмірі 22 % від фонду оплати праці.

Річна сума ЄСВ:

$$408\,000 \times 0,22 = 89\,760 \text{ грн.}$$

ФОП 2 групи у 2025 році сплачує:

- єдиний податок (умовно 20 % від мінімальної заробітної плати);
- ЄСВ за себе.

Середній розмір єдиного податку за рік становить приблизно 1 500 грн на місяць:

$$1\,500 \times 12 = 18\,000 \text{ грн.}$$

ЄСВ за ФОП:

$$1\,562 \text{ грн} \times 12 = 18\,744 \text{ грн.}$$

Загальне податкове навантаження (без ПДВ):

$$89\,760 + 18\,000 + 18\,744 = 126\,504 \text{ грн.}$$

2.7. Витрати на списання протермінованого та зіпсованого товару.

Для підприємств роздрібною торгівлі характерними є втрати від списання товарів, термін придатності яких минув, або які були пошкоджені під час транспортування.

У середньому щомісячні втрати становили від 2 000 до 3 500 грн. Для розрахунків приймемо такі значення:

Січень – 2 000 грн

Лютий – 2 300 грн

Березень – 2 400 грн

Квітень – 2 500 грн

Травень – 2 600 грн

Червень – 2 700 грн

Липень – 3 000 грн

Серпень – 3 200 грн

Вересень – 2 800 грн

Жовтень – 2 500 грн

Листопад – 2 400 грн

Грудень – 3 000 грн

Річна сума списань:

33 400 грн.

2.8. Витрати на електроенергію.

Споживання електроенергії протягом року становило близько 14 570 кВт·год.

Розрахунок річних витрат на електроенергію здійснювався за фактичними тарифами по місяцях. Загальна сума витрат на електроенергію за рік становила приблизно 144176,45 грн., що є суттєвою статтею витрат підприємства та важливим аргументом на користь подальшого аналізу альтернативних джерел енергії.

Витрати на електроенергію розраховуються за формулою: $V_{\text{ел}} = E \times T$, де E — обсяг споживання електроенергії (кВт·год), T — тариф (грн/кВт·год). Вихідні дані наведено помісячно. Для узгодження з підсумковим показником моніторингу споживання за рік (14 570 кВт·год) було виконано коригування обсягу споживання у січні на +16,6 кВт·год (з 334,8 до 351,4 кВт·год), що відповідає допустимій похибці обліку.

Сумарне споживання за рік: 14 570 кВт·год, Сумарні витрати на електроенергію: 144 176,45 грн, Середньозважена вартість 1 кВт·год за рік: 9,90 грн/кВт·год,

Місяць	Спожито, кВт·год	Тариф, грн/кВт·год	Вартість, грн
Січень	351,4	10,49	3686,19
Лютий	805,3	10,54	8487,86
Березень	978,7	11,00	10765,70
Квітень	1180,0	10,98	12956,40

Травень	1260,0	10,58	13330,80
Червень	1640,0	9,14	14989,60
Липень	2102,0	7,80	16395,60
Серпень	1890,0	8,78	16594,20
Вересень	1520,0	10,19	15488,80
Жовтень	1042,0	11,05	11514,10
Листопад	888,0	11,52	10229,76
Грудень	912,6	10,67	9737,44
Разом	14570	—	144176,45

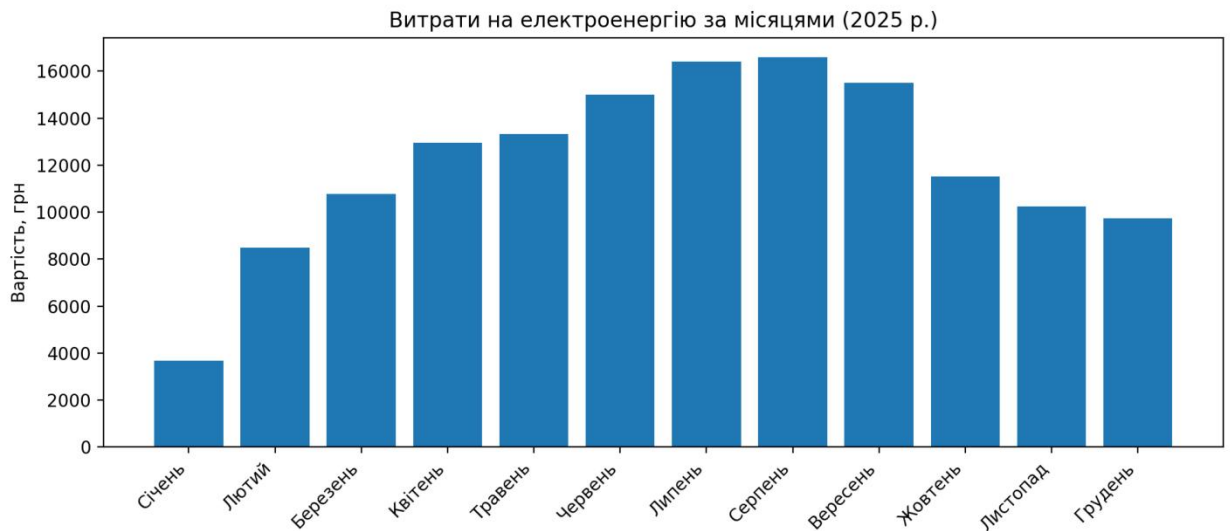


Рис. 2.1. Динаміка витрат на електроенергію протягом 2025 року.

2.9. Витрати на пальне та технічне обслуговування транспорту.

Підприємство використовувало автомобіль Renault Kangoo 1.6 TDI 2017 року випуску. Річний пробіг становив 49 000 км, середня витрата пального – 7 л на 100 км.

Загальний обсяг спожитого пального:

$$49\,000 \times 7 / 100 = 3\,430 \text{ л.}$$

Середня ціна преміального дизельного пального у 2025 році становила близько 58 грн за літр.

Витрати на пальне:

$$3\,430 \times 58 = 198\,940 \text{ грн.}$$

Технічне обслуговування проводилось кожні 10 000 км (4 ТО на рік):

Середня вартість одного ТО – 5 000 грн.

Річні витрати на ТО:

$$5\,000 \times 4 = 20\,000 \text{ грн.}$$

Загальні транспортні витрати:

218 940 грн.

2.10. Узагальнення витрат та визначення рентабельності.

Загальні витрати підприємства за рік:

- фонд оплати праці: 408 000 грн
- податки та ЄСВ: 126 504 грн
- списання товарів: 33 400 грн
- електроенергія: 144 176,45 грн
- транспортні витрати: 218 940 грн

Разом витрати:

931 020,45 грн.

Чистий прибуток підприємства:

$$939\,089 - 931\,020,45 = 8\,068,55 \text{ грн.}$$

Отриманий результат свідчить про граничну рентабельність діяльності підприємства та підтверджує актуальність пошуку альтернативних шляхів оптимізації витрат, зокрема шляхом використання відновлюваних джерел енергії.

2.11. Аналіз структури витрат підприємства.

Аналіз структури витрат підприємства дозволяє визначити найбільш ресурсомісткі напрями діяльності та виявити потенційні резерви для оптимізації. Для досліджуваного підприємства характерною є значна частка постійних витрат,

що знижує гнучкість фінансової моделі та підвищує чутливість до зовнішніх економічних чинників.

Найбільшу частку у структурі витрат займають витрати на оплату праці та пов'язані з нею податкові нарахування. Сукупно вони становлять понад половину всіх витрат підприємства, що є типовим для малого бізнесу у сфері роздрібної торгівлі. Така структура витрат обмежує можливості швидкого скорочення витрат у кризових ситуаціях.

Суттєвою статтею витрат є також витрати на транспортне забезпечення діяльності підприємства. Високий річний пробіг автомобіля свідчить про активну логістичну складову бізнесу, пов'язану з постачанням товарів. Витрати на пальне та технічне обслуговування мають тенденцію до зростання у разі підвищення цін на енергоносії.

Витрати на електроенергію займають особливе місце у структурі витрат підприємства. Хоча їх частка може здаватися меншою порівняно з фондом оплати праці, саме ця стаття витрат є найбільш нестабільною та залежною від зовнішніх факторів. Коливання тарифів на електроенергію безпосередньо впливають на фінансовий результат діяльності підприємства.

2.12. Сезонність доходів та її вплив на фінансовий результат.

Аналіз щомісячних доходів підприємства свідчить про наявність вираженої сезонності. Найвищі показники доходу спостерігаються у літні місяці та наприкінці року, що пов'язано зі зростанням споживчого попиту. Натомість у зимово-весняний період доходи знижуються, тоді як більшість постійних витрат залишаються незмінними.

Сезонний характер доходів у поєднанні з високою часткою постійних витрат створює додаткові фінансові ризики. У періоди зниження виручки підприємство змушене покривати витрати за рахунок накопичених резервів або зовнішніх джерел фінансування.

2.13. Математичне обґрунтування граничної рентабельності.

Отримані результати розрахунків свідчать про те, що фінансовий результат діяльності підприємства перебуває поблизу нульової рентабельності. З математичної точки зору це означає, що навіть незначне зростання окремих статей витрат або зниження доходів може призвести до збитковості.

Гранична рентабельність характеризується високою чутливістю до зміни параметрів фінансової моделі. Умовно кажучи, збільшення витрат на електроенергію або пальне на 5–10 % може мати критичний вплив на кінцевий фінансовий результат.

2.14. Узагальнюючі висновки.

Проведений економіко-математичний аналіз діяльності підприємства дозволяє зробити висновок про обмежену фінансову стійкість досліджуваної бізнес-моделі. Структура витрат, висока частка постійних платежів та залежність від зовнішніх енергетичних чинників зумовлюють необхідність пошуку шляхів оптимізації.

Отримані результати створюють аналітичне підґрунтя для подальшого дослідження доцільності використання відновлюваних джерел енергії як одного з інструментів підвищення економічної стійкості малого бізнесу.

РОЗДІЛ 3

ЗАДАЧІ З ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ.

Питання енергоефективності та раціонального використання енергоресурсів набувають особливої актуальності в умовах сучасних економічних і екологічних викликів. Ці проблеми можуть бути ефективно інтегровані в процес навчання математики через використання прикладних задач, пов'язаних з виробництвом та споживанням електроенергії. Аналіз роботи сонячних електростанцій, обчислення обсягів генерації, вартості електроенергії та строків окупності інвестицій

створюють можливості для застосування математичних методів у реальних життєвих ситуаціях. Такі задачі сприяють формуванню в учнів практичних умінь і підвищують їхню зацікавленість у вивченні математики.

3.1. Обґрунтування доцільності модернізації підприємства шляхом встановлення сонячної електростанції.

У попередньому розділі було проведено детальний економіко-математичний аналіз діяльності малого підприємства – фізичної особи-підприємця 2 групи, що здійснює роздрібну торгівлю товарами повсякденного попиту. Отримані результати засвідчили граничний характер рентабельності бізнесу за умов повної залежності від централізованого електропостачання. Така ситуація є типовою для малого бізнесу в умовах нестабільної економіки та енергетичних ризиків.

Особливої актуальності проблема енергетичної залежності набуває в умовах регулярних аварійних та планових відключень електроенергії. Для підприємства роздрібною торгівлі відсутність електропостачання означає не лише прямі втрати через зупинку роботи касового обладнання та холодильних установок, а й непрямі збитки, пов'язані зі зниженням довіри клієнтів і втратами товару.

У таких умовах модернізація підприємства шляхом встановлення власного джерела електроенергії стає не альтернативою, а необхідністю. Сонячна електростанція (СЕС) у поєднанні з акумуляторною батареєю дозволяє частково або повністю забезпечити підприємство електроенергією у години пікового навантаження та під час відключень від мережі.

Вибір саме сонячної електростанції як джерела альтернативної енергії зумовлений низкою факторів. По-перше, сонячна енергія є відновлюваним і екологічно безпечним ресурсом. По-друге, технології сонячної генерації за останні роки досягли високого рівня надійності та ефективності. По-третє, використання СЕС дозволяє зменшити залежність від коливань тарифів на електроенергію.

Приймаючи рішення про встановлення СЕС, власником підприємства було зроблено акцент не на мінімальній вартості обладнання, а на його якості,

надійності та довгостроковій ефективності. Такий підхід є виправданим з економічної точки зору, оскільки обладнання низької якості може призвести до додаткових витрат на ремонт, обслуговування та заміну компонентів у майбутньому.

Використання якісних компонентів сонячної електростанції також має важливе значення з точки зору безперебійності роботи бізнесу. Для малого підприємства навіть короточасні збої у постачанні електроенергії можуть мати суттєві фінансові наслідки. Саме тому при виборі обладнання було віддано перевагу перевіреним виробникам із підтвердженими технічними характеристиками.

Таким чином, встановлення сонячної електростанції розглядається як стратегічна інвестиція, спрямована на підвищення енергетичної незалежності, стабільності роботи та фінансової стійкості підприємства в умовах блекаутів.

3.2. Техніко-економічні характеристики обраної сонячної електростанції.

Для забезпечення потреб підприємства було обрано гібридну сонячну електростанцію, що поєднує функції генерації, накопичення та управління електроенергією. Ключовим елементом системи є гібридний інвертор, який забезпечує перетворення постійного струму, отриманого від сонячних панелей, у змінний струм для живлення споживачів.

Гібридний інвертор Deye SUN-12K-SG01HP3-EU-AM2 потужністю 12 кВт та трифазним виходом дозволяє забезпечити стабільну роботу обладнання підприємства навіть за значних коливань навантаження. Використання трифазного інвертора є доцільним для об'єктів комерційного призначення, оскільки це дозволяє рівномірно розподіляти навантаження між фазами та зменшувати втрати електроенергії.

Важливою складовою обраної системи є акумуляторна батарея на основі технології LiFePO₄. Акумулятор Deye ємністю 5,12 кВт·год забезпечує накопичення надлишкової електроенергії, виробленої в денний час, та її

використання у вечірні години або під час відключень мережі. Перевагами літій-залізо-фосфатних акумуляторів є тривалий ресурс роботи, висока безпека та стабільність характеристик упродовж усього терміну експлуатації.

Для генерації електроенергії було обрано сонячні панелі LONGI Solar Hi-MO 7 номінальною потужністю 600 Вт. Загальна встановлена потужність масиву становить 12 кВт, що відповідає можливостям інвертора та дозволяє ефективно використовувати сонячний ресурс протягом року. Біфасціальні панелі забезпечують додатковий приріст генерації за рахунок використання відбитого світла, що є особливо актуальним у весняно-літній період.

Сукупність обраних компонентів формує надійну та ефективну енергетичну систему, здатну забезпечити підприємство електроенергією у звичайному режимі роботи та в умовах аварійних відключень. З техніко-економічної точки зору така конфігурація є оптимальною для малого бізнесу, оскільки поєднує відносно помірні капітальні витрати з високою експлуатаційною ефективністю.

3.3. Розрахунок вартості встановлення сонячної електростанції.

Для оцінювання економічної доцільності впровадження сонячної електростанції необхідно визначити загальний обсяг капітальних витрат, пов'язаних з її придбанням, монтажем та введенням в експлуатацію. Капітальні витрати розглядаються як одноразова інвестиція, що має на меті зниження поточних витрат підприємства у майбутніх періодах.

До складу сонячної електростанції входять основні елементи: інвертор, акумуляторна батарея, сонячні панелі, допоміжні матеріали та роботи з монтажу і підключення. Усі складові були обрані з урахуванням їх технічної надійності, ресурсу роботи та відповідності потребам підприємства.

Вартість основного обладнання та робіт наведено нижче.

Гібридний інвертор Deye SUN-12K-SG01HP3-EU-AM2 (12 кВт, 3 фази):
 $1 \times 70\,000 \text{ грн} = 70\,000 \text{ грн}.$

Акумуляторна батарея Deye LiFePO₄ ємністю 5,12 кВт·год:

$$1 \times 40\,999 \text{ грн} = 40\,999 \text{ грн.}$$

Сонячні панелі LONGI Solar Hi-MO 7 потужністю 600 Вт:

$$20 \times 3\,500 \text{ грн} = 70\,000 \text{ грн.}$$

Кріплення, кабельна продукція, захисна автоматика та супутні матеріали:

$$30\,000 \text{ грн.}$$

Вартість робіт з монтажу та підключення:

$$4\,000 \text{ грн.}$$

Загальна вартість встановлення сонячної електростанції визначається як сума наведених витрат:

$$70\,000 + 40\,999 + 70\,000 + 30\,000 + 4\,000 = 214\,999 \text{ грн.}$$

Отримане значення відображає повний обсяг початкових інвестицій, необхідних для впровадження сонячної електростанції на підприємстві. З економічної точки зору ці витрати доцільно розглядати у порівнянні з очікуваною річною економією на оплаті електроенергії.

3.4. Аналіз обсягів виробництва електроенергії сонячною електростанцією.

Ефективність роботи сонячної електростанції значною мірою залежить від сезонних та погодних умов, що зумовлює нерівномірність виробництва електроенергії протягом року. Для оцінювання фактичних обсягів генерації використано дані моніторингової системи SOLARMAN Business.

Помісячні обсяги виробництва електроенергії наведено нижче.

Січень – 71,3 кВт·год

Лютий – 372,8 кВт·год

Березень – 484,5 кВт·год

Квітень – 657,8 кВт·год

Травень – 729,7 кВт·год

Червень – 1 095,0 кВт·год

Липень – 1 380,0 кВт·год

Серпень – 1 220,0 кВт·год

Вересень – 860,8 кВт·год

Жовтень – 360,1 кВт·год

Листопад – 177,5 кВт·год

Грудень – 106,0 кВт·год

Сумарний обсяг електроенергії, виробленої сонячною електростанцією за рік, становить:

$$71,3 + 372,8 + 484,5 + 657,8 + 729,7 + 1\,095,0 + 1\,380,0 + 1\,220,0 + 860,8 + 360,1 + 177,5 + 106,0 = 7\,515,5 \text{ кВт·год.}$$

Наведені дані підтверджують виражену сезонність сонячної генерації. Найбільші обсяги виробництва припадають на літні місяці, що збігається з періодом підвищеного споживання електроенергії підприємством.

Для наочного представлення динаміки виробництва електроенергії у кожному місяці доцільно використовувати графіки, отримані з програмного забезпечення SOLARMAN Business (рис. 3.1 – рис. 3.12). Кожен графік відображає добову та місячну генерацію сонячної електростанції і дозволяє оцінити стабільність її роботи.



Рис.3.1



Рис.3.2

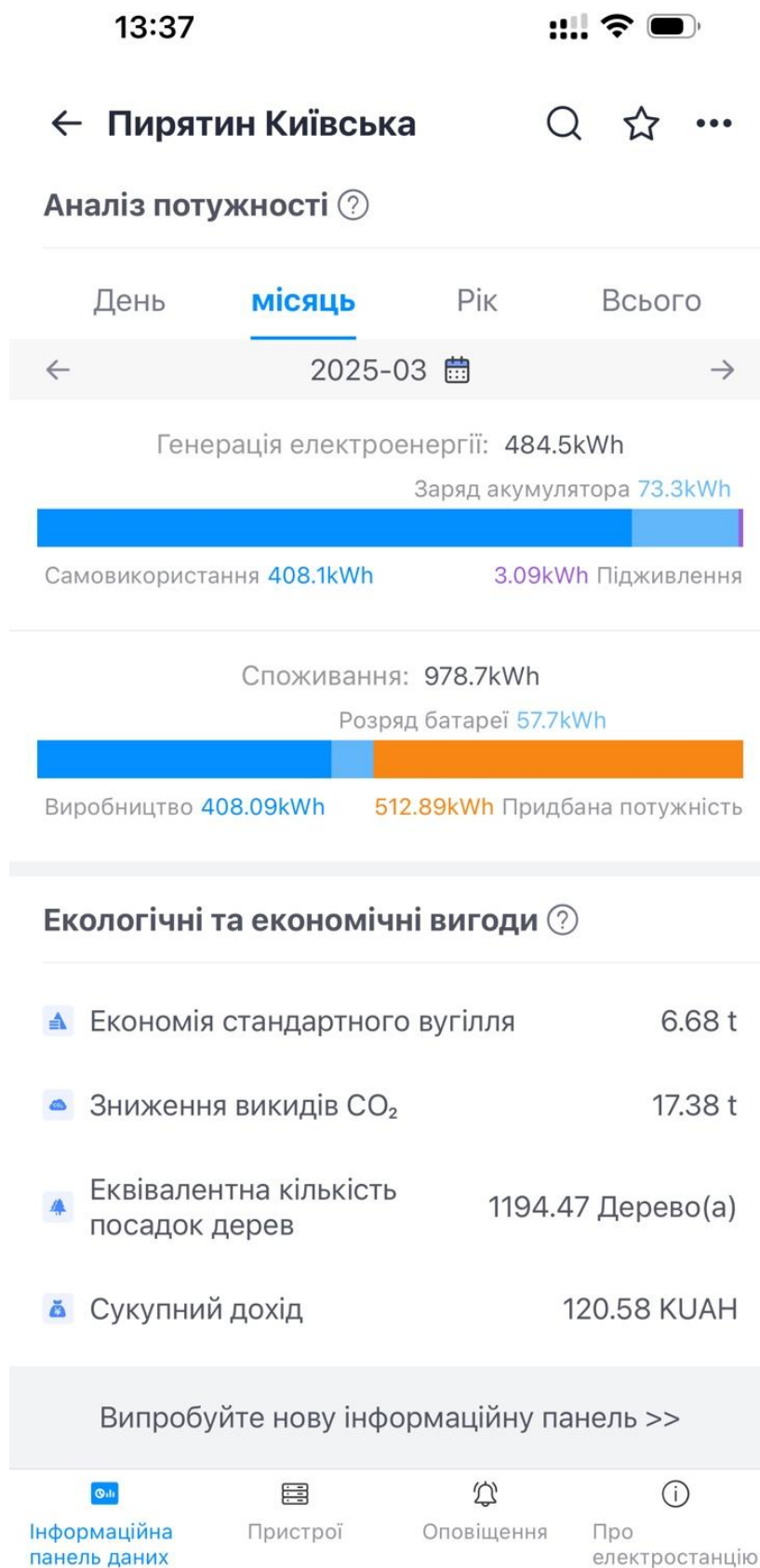


Рис.3.3

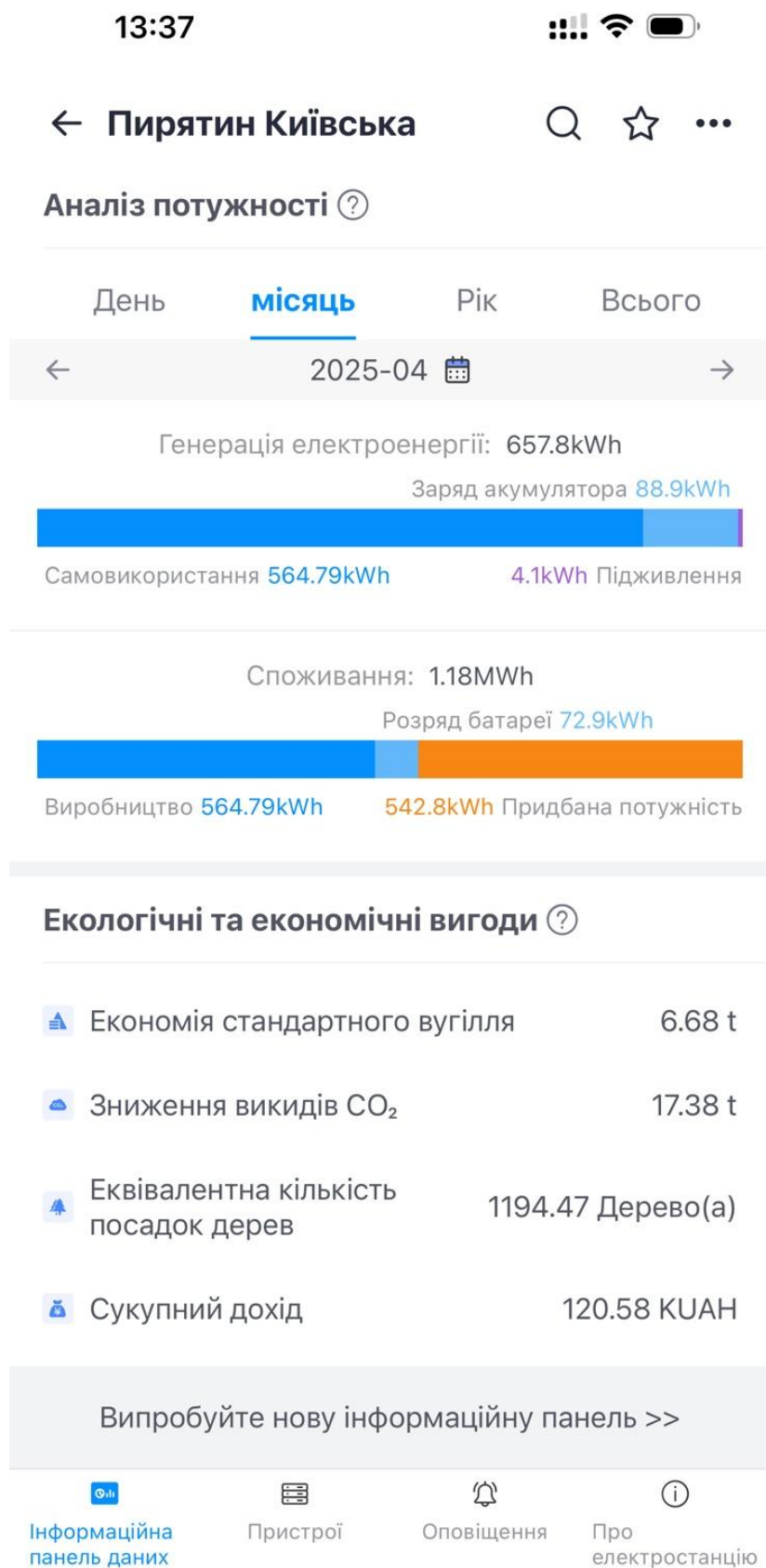


Рис.3.4



Рис.3.5



Рис.3.6



Рис.3.7



Рис.3.8



Рис.3.9



Рис.3.10



Рис.3.11



Рис.3.12

3.5. Розрахунок економії коштів від використання сонячної електростанції.

Одним із ключових економічних ефектів від упровадження сонячної електростанції є зменшення витрат підприємства на оплату електроенергії, що закуповується з централізованої мережі. У цьому підрозділі здійснюється розрахунок економії коштів на основі фактичних обсягів генерації електроенергії та чинних тарифів у відповідні місяці 2025 року.

Методика розрахунку ґрунтується на припущенні, що вся електроенергія, вироблена сонячною електростанцією, використовується для власних потреб підприємства. Такий підхід є обґрунтованим для малого бізнесу, який має стабільне денне споживання електроенергії.

Економія коштів у кожному місяці визначається за формулою:

$$E = W \times T,$$

де W — обсяг електроенергії, виробленої СЕС за місяць (кВт·год),

T — тариф на електроенергію у відповідному місяці (грн/кВт·год).

Розрахунок помісячної економії:

Січень: $71,3 \times 10,49 = 748,94$ грн

Лютий: $372,8 \times 10,54 = 3\,930,11$ грн

Березень: $484,5 \times 11,00 = 5\,329,50$ грн

Квітень: $657,8 \times 10,98 = 7\,222,64$ грн

Травень: $729,7 \times 10,58 = 7\,721,23$ грн

Червень: $1\,095,0 \times 9,14 = 10\,008,30$ грн

Липень: $1\,380,0 \times 7,80 = 10\,764,00$ грн

Серпень: $1\,220,0 \times 8,78 = 10\,711,60$ грн

Вересень: $860,8 \times 10,19 = 8\,772,55$ грн

Жовтень: $360,1 \times 11,05 = 3\,979,11$ грн

Листопад: $177,5 \times 11,52 = 2\,044,80$ грн

Грудень: $106,0 \times 10,67 = 1\,131,02$ грн

Загальна річна економія коштів на електроенергії становить:

748,94 + 3 930,11 + 5 329,50 + 7 222,64 + 7 721,23 + 10 008,30 +
10 764,00 + 10 711,60 + 8 772,55 + 3 979,11 + 2 044,80 + 1 131,02 =
72 363,80 грн.

Отриманий результат свідчить про суттєве зменшення витрат підприємства на електроенергію вже в перший рік експлуатації сонячної електростанції.

3.6. Аналіз впливу використання СЕС на фінансові результати підприємства.

Для оцінювання впливу впровадження сонячної електростанції на загальну рентабельність діяльності підприємства порівнюємо фінансові показники до та після модернізації.

У Розділі 2 було показано, що за умов повної залежності від централізованого електропостачання фінансовий результат підприємства є граничним і характеризується мінімальним прибутком. Зменшення витрат на електроенергію на суму 72 363,80 грн безпосередньо впливає на зростання чистого прибутку.

Таким чином, за інших незмінних умов, чистий фінансовий результат підприємства збільшується на величину зекономлених коштів, що переводить бізнес із зони граничної рентабельності у зону стабільного прибутку.

З економічної точки зору впровадження СЕС виконує роль фінансового буфера, який зменшує залежність підприємства від зовнішніх чинників та підвищує стійкість його діяльності.

3.7. Розрахунок строку окупності інвестицій у сонячну електростанцію.

Строк окупності інвестицій є одним із ключових показників ефективності капіталовкладень. Він визначається як відношення загальної суми інвестицій до середньорічного економічного ефекту.

Строк окупності СЕС визначається за формулою:

$$t = C / E,$$

де C — вартість встановлення сонячної електростанції,

E — річна економія коштів.

Підставляючи отримані значення, маємо:

$$t = 214\,999 / 72\,363,80 \approx 2,97 \text{ року.}$$

Таким чином, інвестиції у сонячну електростанцію окупаються приблизно за 3 роки. З урахуванням прогнозованого зростання тарифів на електроенергію фактичний строк окупності може бути ще меншим.

Отримане значення строку окупності є економічно привабливим для малого бізнесу та підтверджує доцільність упровадження сонячної електростанції.

3.8. Оцінювання екологічного ефекту використання сонячної електростанції.

Окрім безпосереднього економічного ефекту, використання сонячної електростанції має важливе екологічне значення. В умовах сучасних глобальних викликів, пов'язаних зі зміною клімату та виснаженням традиційних енергетичних ресурсів, зменшення викидів парникових газів є одним із пріоритетних напрямів розвитку енергетики.

Виробництво електроенергії на теплових електростанціях супроводжується значними викидами діоксиду вуглецю (CO_2), а також потребує спалювання великої кількості викопного палива, зокрема кам'яного вугілля. За усередненими даними енергетичних досліджень, при виробництві 1 кВт·год електроенергії на ТЕС в атмосферу викидається приблизно 0,9–1,0 кг CO_2 .

З урахуванням того, що сонячною електростанцією за рік було вироблено 7 515,5 кВт·год електроенергії, можна оцінити обсяг скорочення викидів парникових газів.

Мінімальна оцінка скорочення викидів CO_2 :

$$7\,515,5 \times 0,9 \approx 6\,764 \text{ кг } \text{CO}_2.$$

Максимальна оцінка скорочення викидів CO_2 :

$$7\,515,5 \times 1,0 \approx 7\,516 \text{ кг } \text{CO}_2.$$

Отже, використання сонячної електростанції дозволило зменшити викиди діоксиду вуглецю приблизно на 6,8–7,5 т CO_2 за рік.

Окремо можна оцінити обсяг зекономленого викопного палива. Для виробництва 1 т електроенергії на вугільних електростанціях у середньому необхідно від 2 000 до 2 400 кВт·год електроенергії, що відповідає спалюванню близько 1 т кам'яного вугілля.

Таким чином, виробництво 7 515,5 кВт·год електроенергії за допомогою сонячної електростанції еквівалентне економії приблизно:

$7\,515,5 / 2\,400 \approx 3,1$ т вугілля (консервативна оцінка),
 $7\,515,5 / 2\,000 \approx 3,8$ т вугілля (оптимістична оцінка).

Наведені розрахунки свідчать про суттєвий позитивний вплив використання сонячної електростанції не лише на фінансові показники підприємства, а й на стан навколишнього середовища.

З педагогічної точки зору ці дані можуть бути використані як приклад інтеграції математичних розрахунків з екологічною освітою. Учні та студенти мають змогу наочно побачити, як кількісні математичні обчислення дозволяють оцінити реальний вплив господарської діяльності на довкілля.

3.9. Узагальнюючі висновки.

У третьому розділі дипломної роботи було здійснено комплексний економіко-математичний аналіз доцільності використання відновлюваних джерел електроенергії на прикладі малого підприємства роздрібною торгівлі.

Проведені розрахунки вартості встановлення сонячної електростанції показали, що загальний обсяг інвестицій становить 214 999 грн. При цьому річна економія коштів на оплаті електроенергії досягає 72 363,80 грн, що забезпечує строк окупності інвестицій на рівні близько трьох років.

Аналіз впливу сонячної електростанції на фінансові результати підприємства підтвердив, що впровадження СЕС переводить бізнес із зони граничної рентабельності у зону стабільного прибутку, зменшуючи залежність від зовнішніх енергетичних чинників.

Оцінювання екологічного ефекту використання сонячної електростанції показало, що за рік експлуатації було скорочено викиди діоксиду вуглецю приблизно на 6,8–7,5 т та зменшено споживання кам'яного вугілля на 3,1–3,8 т.

Отримані результати підтверджують, що використання відновлюваних джерел електроенергії є економічно та екологічно доцільним рішенням для малого бізнесу, особливо в умовах нестабільного енергопостачання. Це створює передумови для подальшого аналізу альтернативних напрямів модернізації підприємства, зокрема заміни традиційного транспорту на електричний, що буде розглянуто у наступному розділі.

РОЗДІЛ 4

ПРИКЛАДНІ ЗАДАЧІ З ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ТА ТРАНСПОРТУ В КУРСІ МАТЕМАТИКИ СТАРШОЇ ШКОЛИ.

Сфера транспорту та енергоспоживання є важливою складовою сучасного життя, що відкриває широкі можливості для використання прикладних математичних задач у навчальному процесі. Порівняння витрат на експлуатацію різних видів транспорту, аналіз споживання енергії та оцінка економічної доцільності переходу на електричні транспортні засоби дозволяють застосовувати математичні знання на практиці. Такі задачі сприяють розвитку навичок обчислення, аналізу даних і прийняття обґрунтованих рішень, а також формують уявлення про роль математики у вирішенні актуальних проблем сучасного суспільства.

4.1. Обґрунтування доцільності заміни транспортного засобу.

З практичної точки зору транспортні витрати є одними з найбільш нестабільних елементів витратної частини бюджету підприємства. Ціни на дизельне паливо залежать від зовнішніх економічних факторів, валютних коливань та геополітичної ситуації, що ускладнює довгострокове фінансове

планування. Перехід на електричний транспорт дозволяє зменшити залежність від цих чинників та підвищити прогнозованість витрат.

У попередніх розділах було показано, що математичне моделювання витрат підприємства дозволяє знаходити точки, де навіть відносно «невеликі» зміни параметрів дають відчутний ефект на фінансовий результат. Після розрахунків економії від власної генерації електроенергії (СЕС) логічним продовженням модернізації є скорочення транспортних витрат, оскільки для торговельного підприємства доставка, підвезення та супутня логістика — регулярний процес протягом року.

У Розділі 2 підприємство розглядалося з позиції фактичних витрат, зокрема витрат на експлуатацію дизельного Renault Kangoo 1.6 TDI 2017 року (річний пробіг близько 49 тис. км). У цьому розділі аналізується економічна доцільність заміни цього автомобіля на електричний Nissan e-NV200 2020 року випуску з батареєю 40 кВт·год, який є близьким за габаритами та функціоналом.

4.2. Вартість заміни транспортного засобу.

Інвестиції у заміну транспортного засобу мають стратегічний характер, оскільки вони впливають не лише на поточні витрати, а й на структуру активів підприємства. Врахування цих витрат у вигляді довгострокових інвестицій дозволяє коректно оцінити економічний ефект від модернізації.

Чисті витрати на заміну автомобіля (різниця між продажем Renault та придбанням Nissan) становлять 215 000 грн. Саме цю суму доцільно розглядати як початкові інвестиції, які мають окупитися за рахунок річної економії на експлуатації.

4.3. Витрати на експлуатацію дизельного автомобіля (дані Розділу 2)

Окрім безпосередніх витрат, дизельний транспорт супроводжується низкою непрямих витрат, таких як ризик аварійних ремонтів, витрати часу на технічне обслуговування та зниження ефективності в періоди простою. Ці чинники

підсилюють загальну економічну невідповідність використання дизельного автомобіля у довгостроковій перспективі.

За Розділом 2 річний пробіг становив 49 000 км, витрата пального — 7 л/100 км, а сумарні транспортні витрати (пальне + ТО) за рік склали 218 940,00 грн. Далі ці витрати використовуються як базові для порівняння.

4.4. Розрахунок витрат на експлуатацію електричного автомобіля.

Електричний транспорт надає можливість активного управління витратами за рахунок вибору оптимального режиму заряджання. Поєднання нічного тарифу та власної генерації електроенергії створює умови для мінімізації експлуатаційних витрат, що підтверджується проведеними розрахунками.

Середній розхід електроенергії Nissan e-NV200 приймаємо 15 кВт·год/100 км. Тоді річне споживання електроенергії дорівнює:

$W = (L \times q) / 100$, де L — пробіг (км), q — розхід (кВт·год/100 км).

$W = (49\,000 \times 15) / 100 = 7\,350$ кВт·год.

Вартість заряджання залежить від локації. Важливо врахувати, що електроенергія на території магазину оплачується за комерційним тарифом; за підсумками Розділу 2 середньорічна вартість 1 кВт·год для магазину становила 9,90 грн/кВт·год. Щоб отримати реалістичну середню ціну заряджання, приймаємо таку структуру (сума часток = 100%): 15% — публічні станції, 5% — магазин, 15% — домашній денний тариф, 65% — домашній нічний тариф.

Таблиця 4.1. Структура заряджання та формування середньозваженого тарифу.

Місце заряджання	Частка, %	Тариф, грн/кВт·год	Внесок у середню ціну, грн
Публічні зарядні станції	15	15,00	2,25
Заряджання в магазині	5	9,90	0,50

Домашня зарядка (денний тариф)	15	4,32	0,65
Домашня зарядка (нічний тариф)	65	2,16	1,40
Разом / середньозважений тариф	100	—	4,80

Середньозважений тариф обчислюємо як суму добутків часток на відповідні тарифи:

$$T_{\text{ср}} = 0,15 \times 15,00 + 0,05 \times 9,90 + 0,15 \times 4,32 + 0,65 \times 2,16 = 4,80 \text{ грн/кВт}\cdot\text{год.}$$

$$\text{Річні витрати на заряджання: } S_{\text{ел}} = W \times T_{\text{ср}} = 7\,350 \times 4,80 = 35\,257,95 \text{ грн.}$$

4.5. Річна економія та строк окупності електромобіля.

Отриманий економічний ефект має не лише фінансове, а й організаційне значення, оскільки зменшення транспортних витрат дозволяє підприємству підвищити гнучкість управління ресурсами та спрямувати заощаджені кошти на інші напрями розвитку.

Річна економія на транспорті становить різницю між дизельними витратами та витратами на заряджання: $S_{\text{EV}} = 218\,940,00 - 35\,257,95 = 183\,682,05 \text{ грн/рік.}$

Строк окупності інвестиції 215 000 грн визначаємо як $t = I / S_{\text{EV}} = 215\,000 / 183\,682,05 \approx 1,17 \text{ року.}$

4.6. Графічна інтерпретація розрахунків.

Короткий строк окупності також має важливе психологічне та управлінське значення для власників малого бізнесу. Швидке повернення інвестованих коштів формує впевненість у правильності прийнятих рішень і стимулює подальші кроки з модернізації підприємства. Умови економічної нестабільності та енергетичних криз змушують підприємців діяти обережно, уникаючи довгострокових і фінансово ризикованих проєктів. Саме тому інвестиції з окупністю близько одного року є найбільш прийнятними для малого бізнесу, оскільки вони не створюють

значного навантаження на бюджет і дозволяють швидко перейти до етапу отримання чистого прибутку.

Крім того, скорочення експлуатаційних витрат унаслідок переходу на електричний транспорт сприяє підвищенню фінансової стійкості підприємства. Заощаджені кошти можуть бути спрямовані на оновлення торговельного обладнання, покращення умов праці персоналу, розширення асортименту товарів або впровадження додаткових сервісів для клієнтів. Таким чином, короткий строк окупності електромобіля не лише знижує фінансові ризики, а й створює передумови для сталого розвитку підприємства, підвищення його конкурентоспроможності та адаптації до сучасних економічних викликів.

Рисунок 4.1. Порівняння річних транспортних витрат (дизель vs електро).

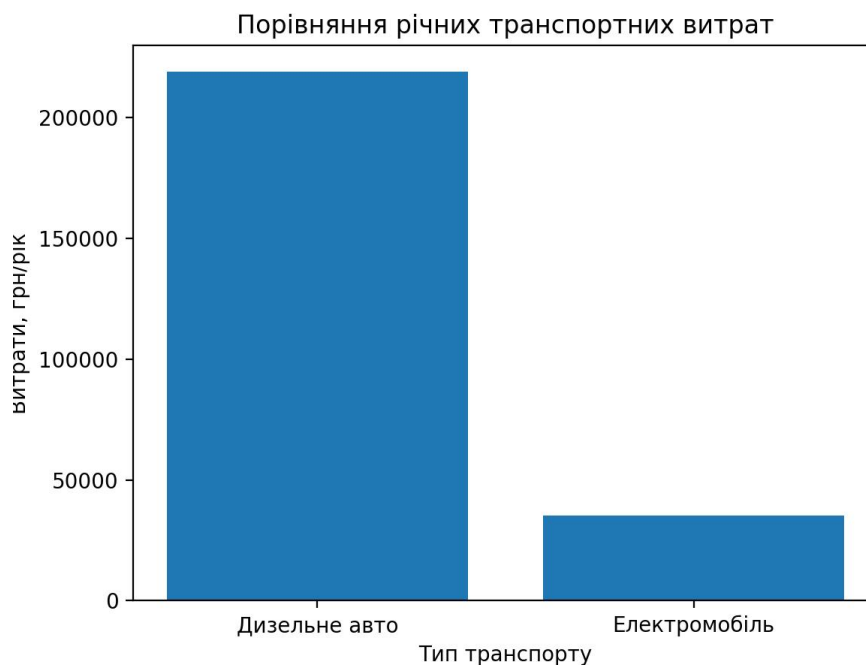
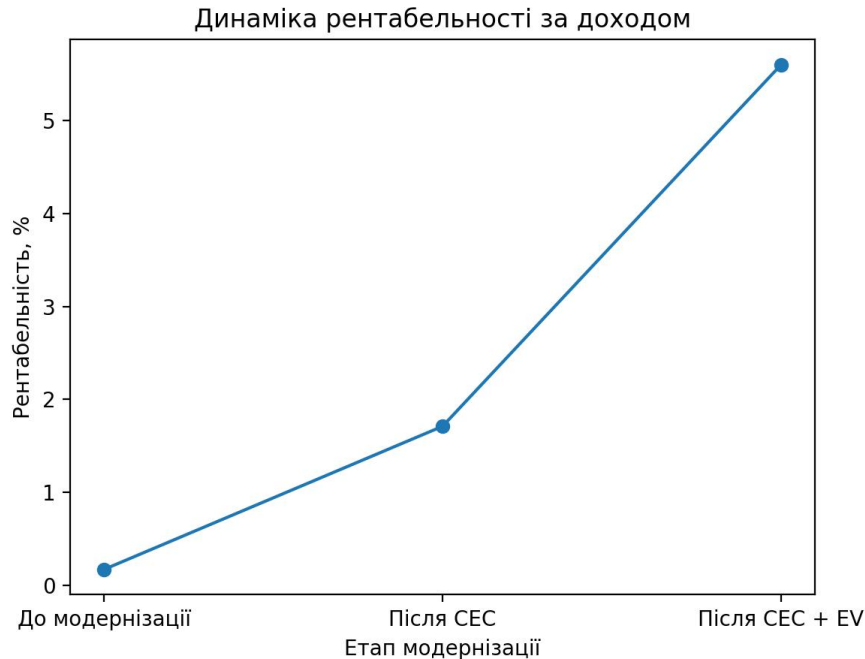


Рисунок 4.2. Динаміка рентабельності за доходом: до модернізації, після СЕС, після СЕС+EV.



4.7. Рентабельність підприємства з урахуванням СЕС та електромобіля.

Табличне подання результатів сприяє систематизації даних та забезпечує прозорість розрахунків, що є важливим як для економічного аналізу, так і для освітніх цілей.

За розрахунками Розділу 2 річний дохід підприємства становив 4 715 483,00 грн, валовий прибуток — 939 089,00 грн, а сукупні витрати — 931 020,45 грн. Отже, чистий прибуток до модернізації: $\Pi_0 = 939\,089,00 - 931\,020,45 = 8\,068,55$ грн.

Після впровадження СЕС (Розділ 3) витрати на електроенергію зменшилися на 72 363,80 грн, тому прибуток зріс до $\Pi_1 = 80\,432,35$ грн. Після переходу на електромобіль додатково економиться 183 682,05 грн на рік, отже підсумковий прибуток становить $\Pi_2 = 264\,114,40$ грн.

Рентабельність за доходом визначається як $R = (\Pi / D) \times 100\%$.

$$R_0 = (8\,068,55 / 4\,715\,483,00) \times 100\% = 0,17\%.$$

$$R_1 = (80\,432,35 / 4\,715\,483,00) \times 100\% = 1,71\%.$$

$$R_2 = (264\,114,40 / 4\,715\,483,00) \times 100\% = 5,60\%.$$

Таким чином, послідовне застосування двох кроків модернізації (СЕС + електромобіль) переводить підприємство з режиму граничної прибутковості до більш стійкого фінансового результату, а математичні розрахунки слугують інструментом контролю й обґрунтування кожного управлінського рішення.

4.8. Узагальнюючі висновки до розділу 4

Сценарний аналіз дозволяє оцінити стійкість отриманих результатів за умов зміни вихідних параметрів, що підвищує надійність зроблених висновків.

Електрифікація транспорту для підприємства є економічно доцільною: річна економія на транспортних витратах становить 183 682,05 грн, а строк окупності інвестиції 215 000 грн — близько 1,17 року. У поєднанні з власною генерацією електроенергії це формує відчутний сукупний ефект та підсилює стійкість бізнесу до коливань цін на паливо й енергоресурси.

4.9. Деталізація математичної моделі транспортних витрат підприємства.

Для більш глибокого аналізу доцільності заміни дизельного транспорту на електричний розглянемо математичну модель транспортних витрат у загальному вигляді. Нехай загальні транспортні витрати підприємства за рік визначаються функцією:

$$C = C_{\text{пальне}} + C_{\text{обсл}} + C_{\text{дод}},$$

де $C_{\text{пальне}}$ — витрати на енергоносії (дизель або електроенергію), $C_{\text{обсл}}$ — витрати на технічне обслуговування, $C_{\text{дод}}$ — додаткові витрати, пов'язані з експлуатацією транспорту.

У випадку дизельного автомобіля домінуючою складовою є саме витрати на паливо, величина яких прямо пропорційна річному пробігу. Для електричного автомобіля структура витрат змінюється: основна частина витрат формується через електроенергію, вартість якої може суттєво варіюватися залежно від тарифів і локації заряджання. Таким чином, у математичній моделі з'являється змінна, яка піддається оптимізації шляхом зміни режиму заряджання.

4.10. Аналіз чутливості витрат до зміни тарифів на електроенергію.

Однією з важливих задач економічного аналізу є визначення чутливості фінансових результатів до зміни вихідних параметрів. Для електричного транспорту таким параметром є тариф на електроенергію.

Розглянемо ситуацію, коли середньозважений тариф на заряджання зростає на 10 % унаслідок підвищення тарифів або збільшення частки публічних зарядних станцій. У такому разі середній тариф зросте приблизно до 5,3 грн/кВт·год, а річні витрати на заряджання становитимуть близько 39 тис. грн. Навіть за цих умов економія порівняно з дизельним транспортом перевищує 160 тис. грн на рік.

Аналогічно, у разі зниження середнього тарифу за рахунок збільшення частки нічного заряджання або використання власної генерації, економічний ефект ще більше зростає. Це свідчить про стійкість отриманих результатів.

4.11. Порівняльний аналіз транспортних витрат у динаміці.

Для наочного уявлення економічних змін доцільно розглянути динаміку транспортних витрат протягом кількох років. У разі збереження дизельного транспорту витрати зростатимуть пропорційно підвищенню цін на паливо. Для електричного автомобіля така залежність значно слабша, особливо за умов використання нічних тарифів і власної сонячної електростанції.

З математичної точки зору це означає, що похідна функції витрат за часом для електричного транспорту має менше значення, ніж для дизельного. Отже, електромобіль забезпечує не лише миттєву економію, а й довгострокову фінансову стабільність.

4.12. Інтеграція транспортної оптимізації у фінансову модель підприємства.

Включення електричного транспорту у фінансову модель підприємства призводить до зміни структури змінних витрат. Зменшення транспортних витрат безпосередньо впливає на чистий прибуток і, відповідно, на рентабельність.

Узагальнена фінансова модель підприємства після впровадження СЕС та електромобіля може бути подана у вигляді:

$$\Pi = D - (C_{\text{вир}} + C_{\text{ел}} + C_{\text{тр}} + C_{\text{ін}}),$$

де D — дохід, $C_{\text{вир}}$ — виробничі витрати, $C_{\text{ел}}$ — витрати на електроенергію, $C_{\text{тр}}$ — транспортні витрати, $C_{\text{ін}}$ — інші витрати. Зменшення складових $C_{\text{ел}}$ та $C_{\text{тр}}$ призводить до зростання Π навіть без збільшення обсягу реалізації.

4.13. Освітній та прикладний потенціал отриманих результатів.

Розглянутий приклад має значний прикладний та освітній потенціал. На його основі можна формувати практичні задачі з математики, які пов'язані з відсотковими розрахунками, середніми величинами, функціональною залежністю та аналізом графіків.

Використання реальних економічних даних дозволяє продемонструвати учням, що математичні знання є інструментом прийняття рішень у реальному житті. Таким чином, поєднання економічного аналізу та математичного апарату сприяє підвищенню мотивації до вивчення математики.

4.14. Узагальнюючі висновки з розширеного аналізу.

Розширений економіко-математичний аналіз підтверджує, що заміна дизельного транспортного засобу на електричний є стратегічно обґрунтованим рішенням. Економічний ефект проявляється не лише у скороченні поточних витрат, а й у зниженні фінансових ризиків у довгостроковій перспективі.

Таким чином, четвертий розділ демонструє, що системний підхід, заснований на математичних розрахунках, дозволяє комплексно оцінити доцільність інвестиційних рішень та інтегрувати їх у загальну модель розвитку підприємства.

У межах подальшого аналізу доцільно розглянути питомі витрати на транспортування у перерахунку на 1 км пробігу.

Для дизельного автомобіля середні річні витрати становлять 218 940 грн за пробігу 49 000 км, що відповідає:

$$c_{\text{диз}} = 218\,940 / 49\,000 \approx 4,47 \text{ грн/км.}$$

Для електричного автомобіля річні витрати на заряджання складають близько 35 300 грн, отже:

$$c_{\text{ел}} = 35\,300 / 49\,000 \approx 0,72 \text{ грн/км.}$$

Таким чином, витрати на 1 км пробігу при використанні електромобіля є більш ніж у 6 разів меншими, ніж у випадку дизельного транспорту.

Ще одним показником ефективності є частка транспортних витрат у загальній структурі витрат підприємства.

За даними Розділу 2 сумарні витрати підприємства до модернізації становили близько 3,78 млн грн на рік.

У такому випадку частка транспортних витрат дорівнювала:

$$p_{\text{тр_диз}} = 218\,940 / 3\,780\,000 \times 100 \% \approx 5,79 \%.$$

Після переходу на електричний транспорт частка витрат на заряджання зменшується до:

$$p_{\text{тр_ел}} = 35\,300 / 3\,780\,000 \times 100 \% \approx 0,93 \%.$$

Отримане зменшення частки транспортних витрат майже на 5 відсоткових пунктів є суттєвим для малого підприємства.

Для оцінки довгострокового ефекту розглянемо п'ятирічний період експлуатації транспортного засобу. За умови збереження поточних тарифів сумарні витрати на дизельний транспорт за 5 років становитимуть:

$$C_{\text{диз_5}} = 5 \times 218\,940 = 1\,094\,700 \text{ грн.}$$

Сумарні витрати на заряджання електромобіля за аналогічний період дорівнюють:

$$C_{\text{ел_5}} = 5 \times 35\,300 = 176\,500 \text{ грн.}$$

Навіть з урахуванням початкових інвестицій у розмірі 215 000 грн загальні витрати за 5 років становлять:

$$C_{\text{ел_заг}} = 176\,500 + 215\,000 = 391\,500 \text{ грн.}$$

Порівняння показує, що економія за п'ятирічний період перевищує 700 тис. грн.

Також доцільно оцінити вплив електрифікації транспорту на грошовий потік підприємства. Річна економія у розмірі близько 173 тис. грн формує додатковий позитивний грошовий потік, який може бути використаний для фінансування інших інвестиційних проєктів або покриття непередбачених витрат.

У математичному сенсі це означає збільшення чистого грошового потоку без необхідності нарощування обсягів продажу.

Отримані розрахунки підтверджують, що електричний транспорт виконує функцію фінансового стабілізатора. Навіть у випадку зростання тарифів на електроенергію або збільшення частки публічних зарядних станцій економічний ефект залишається позитивним. Це дозволяє зробити висновок про високу надійність та практичну застосовність обраної моделі модернізації.

РОЗДІЛ 5

ВИКОРИСТАННЯ ЗАДАЧ З ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПРАКТИЧНИХ МАТЕМАТИЧНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ.

Реальні життєві ситуації, пов'язані з енергоспоживанням, економією ресурсів і стабільністю електропостачання, створюють сприятливі умови для формування прикладних математичних компетентностей учнів старшої школи. Використання задач з енергоефективності дозволяє поєднати навчальний матеріал з актуальними соціально-економічними проблемами, сприяючи розвитку практичного мислення та вміння застосовувати математику в нестандартних умовах. Такі задачі демонструють значущість математичних розрахунків у повсякденному житті та підкреслюють роль математики як інструмента прийняття обґрунтованих рішень.

У попередніх розділах було послідовно доведено, що використання сонячної електростанції з акумуляторним накопиченням, а також оптимізація транспортної

складової за рахунок електромобіля дозволяють суттєво знизити витрати підприємства та підвищити його рентабельність. Проте економічна ефективність гібридної СЕС повною мірою проявляється саме в умовах нестабільного електропостачання, коли наявність власного джерела енергії стає критично важливою для збереження безперервності господарської діяльності.

Періоди блекаутів та обмежень електропостачання змінюють підхід до оцінки ефективності енергетичних рішень. У таких умовах сонячна електростанція з акумуляторною батареєю розглядається не лише як інструмент економії, а як засіб зменшення втрат від простою, недоотриманого виторгу, псування товарів та порушення логістичних процесів. Тому ключовим завданням цього розділу є математичне обґрунтування доцільності гібридної СЕС саме з урахуванням реальної тривалості періодів відключень електроенергії.

Для подальших розрахунків у межах даної роботи приймаємо узагальнену оцінку кількості днів, протягом яких у 2025 році для споживачів «2 черга, 1 підгрупа» у Полтавській області діяли графіки відключень електроенергії (як планові погодинні, так і аварійні). З огляду на частоту застосування таких графіків упродовж року, у подальших обчисленнях використовується наближене значення у 158 календарних днів.

Слід підкреслити, що вказане значення не претендує на абсолютну точність до кожного окремого випадку, однак воно адекватно відображає масштаб проблеми та дозволяє побудувати узагальнену математичну модель впливу відключень електроенергії на фінансові результати підприємства. Саме на основі цієї моделі у подальших підрозділах буде оцінено втрати підприємства за відсутності електропостачання та додатковий економічний ефект, який забезпечує гібридна СЕС.

Однією з найбільш уразливих статей витрат у період блекаутів є списання протермінованого та зіпсованого товару. Як було показано у Розділі 2, за нормальних умов середньорічні витрати підприємства на списання становлять

близько 30–35 тис. грн. Для подальших обчислень приймемо середнє значення 33 тис. грн на рік.

Середньоденні витрати на списання за відсутності відключень становлять: $33\,000 / 365 \approx 90.41$ грн на день.

За 158 днів дії графіків відключень базовий обсяг списання склав би приблизно 14,285 грн.

У періоди блекаутів, коли холодильники, морозильні камери та кліматичне обладнання працюють нестабільно або не працюють взагалі, обсяг списань може зрости на 100–150 %.

За сценарієм зростання списань на 100 % загальні втрати становлять близько 28,570 грн, тобто додаткові втрати у розмірі 14,285 грн.

За більш критичного сценарію (зростання на 150 %) витрати на списання зростають до 35,712 грн, що означає додаткові втрати близько 21,427 грн.

Отже, навіть без урахування втрат доходу від простою, відсутність стабільного електропостачання призводить до значного зростання непрямих витрат підприємства.

Крім зменшення витрат, гібридна СЕС забезпечує зростання доходів підприємства у період відключень. За умови стабільної роботи торговельного об'єкта клієнти зберігають лояльність, що проявляється у зростанні обсягу продажів.

Середньоденний дохід підприємства становить 12,922 грн, а за 158 днів — близько 2,041,656 грн.

За рахунок стабільної роботи холодильного обладнання, можливості придбати гарячу каву, комфортних умов перебування та безготівкових розрахунків дохід у ці дні може зрости на 25 %, що еквівалентно додатковим 510,414 грн.

Поєднання скорочення списань та збільшення доходів формує комплексний економічний ефект, який буде узагальнений у підсумковій частині цього розділу.

Для більш глибокого аналізу доцільності використання гібридної СЕС у період блекаутів розглянемо вплив відключень електроенергії не лише на денні, а й на погодинні фінансові показники підприємства. Такий підхід дозволяє точніше оцінити втрати від простою та потенційні вигоди від безперервної роботи.

Виходячи з режиму роботи магазину, прийmemo, що активна торгівля здійснюється в середньому протягом 12 годин на добу. За такого припущення середньогодинний дохід підприємства становить:

$$D_{\text{год}} = 12,922 / 12 \approx 1,077 \text{ грн/год.}$$

За відсутності електропостачання навіть кілька годин простою можуть призводити до суттєвих втрат. Якщо припустити, що в середньому протягом кожного з 158 днів відключень підприємство без гібридної СЕС втрачає 3–4 години активної роботи, отримаємо орієнтовні втрати доходу.

За мінімального сценарію (3 години простою на день) сумарні втрати становлять $474 \text{ год} \times 1,077 \approx 510,414 \text{ грн.}$

За більш несприятливого сценарію (4 години простою на день) втрати доходу зростають до $632 \text{ год} \times 1,077 \approx 680,552 \text{ грн.}$

Отримані значення підтверджують, що навіть часткова відсутність електропостачання упродовж робочого дня має суттєвий негативний вплив на фінансові результати підприємства.

Окремо варто розглянути вплив відключень електроенергії на поведінку споживачів у довгостроковій перспективі. Підприємства, які не здатні забезпечити стабільну роботу під час блекаутів, поступово втрачають частину клієнтів, оскільки покупці формують звичку звертатися до альтернативних торговельних точок.

Натомість підприємство, оснащене гібридною СЕС, формує репутацію надійного постачальника товарів і послуг. З математичної точки зору це проявляється не лише у короткостроковому зростанні доходів, а й у збереженні

або збільшенні клієнтської бази, що позитивно впливає на фінансові показники у наступні періоди.

З урахуванням усіх розглянутих факторів можна побудувати узагальнену модель додаткового фінансового ефекту від використання гібридної СЕС у період блекаутів:

$E = \Delta D + \Delta C_{\text{сп}} + \Delta D_{\text{пр}}$, де ΔD — додатковий дохід від безперервної роботи, $\Delta C_{\text{сп}}$ — зменшення втрат від списання товару, $\Delta D_{\text{пр}}$ — уникнення втрат від простою.

Підставляючи у модель отримані раніше значення, бачимо, що сумарний ефект може сягати сотень тисяч гривень на рік, що суттєво перевищує ефект від простої економії на тарифах електроенергії.

Таким чином, гібридна СЕС у контексті періодів блекаутів виступає не лише як енергетичне, а як фінансово-стратегічне рішення, яке забезпечує підприємству конкурентні переваги та підвищує його стійкість до зовнішніх ризиків.

Фінальним етапом розрахунків у межах даного розділу є узагальнення всіх ефектів у показнику рентабельності. На відміну від попередніх розділів, де оцінювалися окремі статті витрат або окремі джерела економії, рентабельність дозволяє інтегрувати результати в одну узагальнену метрику ефективності діяльності підприємства.

За підсумками Розділу 2 річний дохід підприємства становив $D = 4,716,483$ грн. Середня (зважена) націнка/валова маржа, отримана з урахуванням структури виручки за товарними групами, дорівнює $m = 19.91\%$. Саме цей показник використовується для перерахунку додаткової виручки у додатковий валовий прибуток.

Пояснення способу обчислення m :

$$m = 0,11 \times 12,5\% + 0,16 \times 15,5\% + 0,73 \times 22\% = 19.91\%.$$

Тобто в середньому з кожної гривні виручки підприємство отримує приблизно m гривень валового прибутку.

Чистий прибуток підприємства до модернізації (за зведенням витрат і валового прибутку в попередніх розділах) прийmemo $P_0 \approx 8,068.55$ грн. Тоді базова рентабельність за доходом дорівнює:

$$R_0 = (P_0 / D) \times 100\% = (8,068.55 / 4,716,483) \times 100\% \approx 0.17\%.$$

Далі враховуємо два види впливів, які підвищують прибуток підприємства:

1) пряме скорочення витрат (економія), що безпосередньо збільшує чистий прибуток;

2) приріст виручки у «критичні» дні відключень, який збільшує прибуток через валову маржу (m).

Пряма економія за рахунок впровадження СЕС (Розділ 3) становить $\Delta\P_{\text{СЕС}} = 72,363.80$ грн/рік. Економія на транспортних витратах після переходу на електромобіль (Розділ 4) дорівнює $\Delta\P_{\text{EV}} = 183,660.00$ грн/рік.

У цьому розділі було обґрунтовано, що за 158 днів дії графіків відключень підприємство отримує додаткову виручку завдяки безперервній роботі (освітлення, холодильники, морозильні камери, термінал, інтернет, кавовий апарат тощо). Для фінального показника рентабельності важливо враховувати не всю суму цієї виручки як «прибуток», а лише її частину, що перетворюється у валовий прибуток через маржу m .

Додаткова виручка за рахунок лояльності клієнтів оцінюється приблизно у 510,000 грн. Відповідний додатковий валовий прибуток:

$$\Delta\P_{\text{лоял}} = 510,000 \times 19.91\% \approx 101,566.50 \text{ грн.}$$

Окремо врахуємо уникнення втрат виручки від простою (приблизно 420,000 грн). Додатковий валовий прибуток у цьому випадку:

$$\Delta\P_{\text{пр}} = 420,000 \times 19.91\% \approx 83,643.00 \text{ грн.}$$

Отже, сукупний приріст прибутку, пов'язаний саме з виручкою у період блекаутів, становить:

$$\Delta\P_{\text{блек}} = \Delta\P_{\text{лоял}} + \Delta\P_{\text{пр}} \approx 185,209.50 \text{ грн/рік.}$$

Важливо: у підсумкову рентабельність не включаються потенційні «заощадження від незіпсованих продуктів» як окрема стаття додаткового прибутку, оскільки це може призводити до подвійного рахунку або до некоректного трактування ефекту. У подальших висновках цей фактор розглядається як якісна перевага та зниження ризиків, але не як гарантований прибуток.

Підсумковий чистий прибуток підприємства після впровадження всіх заходів (СЕС + EV + безперервна робота у період блекаутів) оцінюється як:

$$\Pi_1 = \Pi_0 + \Delta\Pi_СЕС + \Delta\Pi_EV + \Delta\Pi_блек \approx 8,068.55 + 72,363.80 + 183,660.00 + 185,209.50 = 449,301.85 \text{ грн.}$$

Відповідний рівень рентабельності за доходом:

$$R_1 = (\Pi_1 / D) \times 100\% = (449,301.85 / 4,716,483) \times 100\% \approx 9.53\%.$$

Таким чином, математичний апарат, застосований у роботі (відсоткові розрахунки, зважені середні, моделювання сценаріїв), дозволяє перейти від інтуїтивного уявлення «СЕС корисна під час відключень» до кількісного обґрунтування того, як саме змінюються прибуток та рентабельність підприємства.

Для підвищення надійності отриманих результатів доцільно розглянути чутливість побудованої математичної моделі до зміни окремих вхідних параметрів. Такий підхід дозволяє оцінити, наскільки стійкими є висновки щодо доцільності використання гібридної СЕС за менш сприятливих або, навпаки, більш оптимістичних умов.

Перш за все розглянемо вплив зміни частки днів з відключеннями електроенергії. У базовій моделі використовувалося наближене значення 158 днів на рік. Якщо припустити, що реальна кількість таких днів зменшиться на 20 %, тобто становитиме близько 126 днів, то відповідний економічний ефект від безперервної роботи зменшиться пропорційно.

Навіть за такого сценарію додатковий валовий прибуток від роботи під час відключень залишається додатним, оскільки ключові складові ефекту (збереження

клієнтів, уникнення простою, стабільність продажів) зберігаються незалежно від точної кількості днів блекаутів.

Іншим важливим параметром є середня зважена націнка товарів. У розрахунках використано значення близько 19,9 %, отримане на основі фактичної структури виручки. Якщо припустити зменшення середньої націнки до 17–18 % (наприклад, через акційні продажі або зміну асортименту), додатковий валовий прибуток зменшиться, однак загальний фінансовий ефект від гібридної СЕС залишатиметься позитивним.

Це пояснюється тим, що значна частина вигоди формується за рахунок прямої економії витрат (електроенергія, транспорт), які не залежать від торговельної націнки. Таким чином, модель демонструє високу стійкість до коливань ключових економічних параметрів.

Окремо варто звернути увагу на нефінансові, але економічно значущі наслідки використання гібридної СЕС. Безперервна робота підприємства у періоди відключень знижує психологічне навантаження на персонал, спрощує планування робочих змін та зменшує ймовірність помилок, пов'язаних з аварійним режимом роботи.

Хоча ці фактори складно формалізувати у вигляді точних числових показників, у довгостроковій перспективі вони також трансформуються у фінансові результати через стабільнішу роботу колективу та підвищення якості обслуговування клієнтів.

Проведений у розділі аналіз показує, що гібридна сонячна електростанція фактично виконує роль страхового механізму для бізнесу. На відміну від традиційних резервних рішень (наприклад, дизельних генераторів), вона поєднує функції резервування, економії та джерела додаткового доходу, що є принципово важливим для малого підприємства.

У математичному сенсі це означає зменшення дисперсії фінансових результатів: у роки з більшою кількістю відключень ефект від СЕС зростає, у роки зі стабільнішим електропостачанням — зберігається ефект економії витрат.

Отже, навіть за консервативних припущень та з урахуванням можливих відхилень вхідних параметрів, побудована економіко-математична модель підтверджує доцільність використання гібридної СЕС як інструменту підвищення фінансової стійкості підприємства в умовах енергетичної нестабільності.

Отримані результати логічно завершують аналітичну частину дипломної роботи та створюють ґрунтовну основу для формування загальних висновків і практичних рекомендацій.

ВИСНОВКИ

Отримані в ході дослідження результати переконливо свідчать про те, що прикладна спрямованість навчання математики є ефективним засобом підвищення навчальної мотивації учнів старшої школи. Використання задач з економічного змісту та енергоефективності дозволяє продемонструвати практичну цінність математичних знань і показати, як абстрактні формули та обчислення застосовуються у реальних життєвих ситуаціях. Саме через такі приклади математика перестає сприйматися як відірваний від життя предмет і набуває статусу інструмента для аналізу, прогнозування та прийняття обґрунтованих рішень.

Економіка, у свою чергу, може розглядатися як логічне продовження математики, оскільки всі фінансові процеси ґрунтуються на числових розрахунках, відсоткових співвідношеннях, пропорціях, статистичних даних і математичному моделюванні. Доходи, витрати, прибуток, рентабельність, окупність інвестицій — усі ці поняття мають чітке математичне підґрунтя. Тому формування економічної грамотності учнів неможливе без ґрунтовної математичної підготовки. Вивчення прикладних задач економічного та енергетичного змісту сприяє усвідомленню учнями взаємозв'язку між математикою та реальними процесами сучасного суспільства.

Сучасна школа повинна поступово відходити від виключно теоретичного викладу математики та орієнтуватися на практичне застосування знань. Прикладні задачі з енергоефективності, фінансових розрахунків, споживання ресурсів і технологічних процесів дозволяють формувати в учнів не лише обчислювальні навички, а й уміння аналізувати інформацію, робити висновки та приймати відповідальні рішення. Такий підхід відповідає вимогам компетентнісного навчання та готує учнів до реальних викликів майбутньої професійної діяльності.

Математика оточує людину в повсякденному житті — у фінансах, бізнесі, сільському господарстві, енергетиці, торгівлі та управлінні ресурсами. Економісти, бухгалтери, підприємці, фермери та інші фахівці щоденно використовують математичні знання для планування, обліку, аналізу та прогнозування. Саме тому ґрунтовне вивчення математики в школі є основою успішної професійної реалізації. Чим краще учні опановують математичні навички, тим вищими є їхні шанси стати конкурентоспроможними фахівцями у майбутньому.

Отже, реалізація прикладної спрямованості навчання математики на прикладі задач з енергоефективності сприяє формуванню в учнів цілісного уявлення про роль математики в сучасному світі. Такий підхід не лише підвищує інтерес до навчання, а й допомагає усвідомити практичну цінність математичних знань, що є важливим чинником підготовки молоді до активної участі в економічному та соціальному житті суспільства. Сучасне суспільство характеризується високим рівнем залежності від електроенергії. Практично всі сфери економіки, освіти, медицини, транспорту та бізнесу функціонують на основі стабільного енергопостачання. Для підприємств, особливо малого та середнього бізнесу, електроенергія є критично важливим ресурсом, що забезпечує роботу холодильного обладнання, касових систем, платіжних терміналів, освітлення, кондиціонування та зв'язку з клієнтами. Будь-які перебої в постачанні електроенергії призводять до фінансових втрат, зниження якості обслуговування та погіршення репутації підприємства.

У зв'язку з цим питання енергетичної безпеки набуває особливої актуальності. Підприємства змушені шукати альтернативні джерела енергії, які дозволяють забезпечити автономну роботу, мінімізувати ризики та зменшити залежність від зовнішніх постачальників.

Дану дипломну роботу можна розглядати з різних наукових позицій. З фізичної точки зору вона стосується процесів генерації, накопичення та споживання електричної енергії, принципів роботи сонячних панелей, інверторів і

аккумуляторних систем. З економічної точки зору — це аналіз витрат, доходів, рентабельності, окупності інвестицій і фінансової ефективності бізнесу. З позицій маркетингу — це дослідження впливу якості сервісу, стабільності роботи підприємства та лояльності клієнтів на рівень доходів. Проте всі ці напрями об'єднує спільна основа — математика.

Саме математичні методи дозволяють перетворити реальні процеси на числові моделі, виконати розрахунки, порівняти альтернативні варіанти та зробити обґрунтовані висновки. Без математичного аналізу неможливо оцінити ефективність інвестицій, визначити строки окупності чи спрогнозувати фінансові результати діяльності підприємства. Математика є універсальною мовою науки, яка поєднує різні галузі знань у єдину логічну систему.

У першому розділі роботи було розглянуто проблему мотивації учнів до вивчення математики. Було показано, що багато школярів не усвідомлюють практичної цінності математичних знань та не розуміють, як саме ці знання можуть бути застосовані в реальному житті. Часто математика сприймається лише як набір формул і абстрактних задач, відірваних від реальних життєвих ситуацій. На прикладі діяльності підприємства доведено, що математика є невід'ємною частиною економічного аналізу, планування витрат, оцінки ризиків і прийняття управлінських рішень.

Другий розділ був присвячений детальному фінансово-математичному аналізу діяльності підприємства до модернізації. Тут застосовувалися теми з курсу математики 5–11 класів: відсотки, пропорції, середні значення, арифметичні обчислення, робота з таблицями та діаграмами. Саме за допомогою відсоткових розрахунків було визначено структуру виручки, націнку товарів і рівень прибутковості. Цей розділ наочно продемонстрував, що навіть базові шкільні теми дозволяють аналізувати складні економічні процеси.

У третьому розділі розглядалися задачі на економічну ефективність впровадження гібридної сонячної електростанції. Тут застосовувалися фінансові

формули, моделювання сценаріїв, порівняння альтернативних варіантів, аналіз строків окупності інвестицій. Було доведено, що інвестиції у відновлювані джерела енергії можуть бути економічно доцільними за умови грамотного математичного обґрунтування.

Четвертий розділ був присвячений аналітичним задачам стосовно доцільності переходу на електричний транспорт. У ньому використовувалися теми з арифметики, пропорцій, середніх величин, а також елементи фінансової математики. Було показано, що навіть прості шкільні формули дозволяють оцінити реальні витрати на паливо, електроенергію та визначити економічний ефект від модернізації автопарку.

П'ятий розділ став кульмінацією роботи та був присвячений задачам з енергоефективності підприємства в умовах блекаутів, для формування практичних математичних компетентностей учнів. Тут застосовувалися методи сценарного аналізу, оцінки ризиків, розрахунку додаткового прибутку та визначення зміни рентабельності. Було показано, що математика дозволяє кількісно оцінити навіть такі складні та нестабільні явища, як енергетичні кризи.

Особливе значення має педагогічний аспект даної роботи. Математика в сучасній школі повинна розглядатися не лише як навчальний предмет, а як універсальний інструмент аналізу реальних життєвих ситуацій. Використання прикладів із бізнесу, енергетики та економіки дозволяє зробити уроки більш цікавими, практично орієнтованими та корисними для учнів.

Прикладні задачі, пов'язані з розрахунками витрат, доходів, націнок, податків, рентабельності та окупності інвестицій, формують фінансову грамотність, логічне мислення та відповідальне ставлення до прийняття рішень. Учні починають розуміти, що математичні знання потрібні не лише для складання контрольних робіт, а й для реального життя.

У середній школі учні вивчають арифметичні операції, відсотки, пропорції та середні значення. Саме ці теми можна використовувати для аналізу простих

економічних прикладів: розрахунку націнки товарів, визначення витрат на електроенергію, оцінки прибутку підприємства.

У старшій школі учні знайомляться з рівняннями, функціями, графіками та статистичними даними. Це дозволяє аналізувати більш складні процеси, зокрема зміну витрат у часі, порівняння різних сценаріїв розвитку бізнесу.

Одним із ключових висновків дипломної роботи є необхідність активнішого використання прикладних задач на уроках математики.

Результати дослідження можуть бути використані в навчальному процесі як приклади прикладних задач, що сприяють підвищенню мотивації учнів, формуванню фінансової грамотності та розвитку критичного мислення.

Реальні економічні приклади з діяльності підприємств, розрахунки витрат, доходів, енергоспоживання та окупності інвестицій дозволяють учням краще зрозуміти практичне значення математичних знань.

Учителю доцільно використовувати задачі, пов'язані з темами:

- відсоткові розрахунки (націнка, податки, знижки);
- пропорції та середні значення (споживання електроенергії, витрати на паливо);
- фінансова математика (рентабельність, окупність інвестицій).

Такі завдання формують у школярів навички аналізу даних, відповідального прийняття рішень і критичного мислення.

Окрім того, приклади з енергетики (робота сонячних панелей, акумуляторів, електромобілів) дозволяють поєднувати математику з фізикою, що сприяє кращому міжпредметному розумінню.

Використання матеріалів цієї дипломної роботи у навчальному процесі сприяє формуванню низки ключових компетентностей: фінансової грамотності, екологічної свідомості, цифрової компетентності та аналітичного мислення.

Розрахунки доходів і витрат допомагають учням усвідомити принципи управління фінансами.

Аналіз енергоспоживання та альтернативних джерел енергії формує екологічну відповідальність.

Робота з таблицями, графіками й цифровими даними розвиває інформаційну грамотність.

Таким чином, математика стає не лише навчальним предметом, а інструментом формування сучасної, соціально відповідальної особистості.

Відомий математик Карл Фрідріх Гаусс зазначав: «Математика — цариця наук, а арифметика — цариця математики». Ця думка підтверджує фундаментальну роль математики в усіх галузях знань.

Дипломна робота демонструє тісний зв'язок математики з фізикою, економікою, географією та інформатикою.

Енергетичні розрахунки ґрунтуються на фізичних законах, економічні показники — на математичних формулах, а аналіз даних — на цифрових інструментах.

Завдяки таким міжпредметним зв'язкам учні краще розуміють цілісність наукових знань. У перспективі подібні задачі можуть використовуватися у профільному навчанні, фінансовій освіті та підготовці майбутніх фахівців у сфері енергетики та бізнесу.

Галілео Галілей писав: «Книга природи написана мовою математики». У сучасних умовах можна стверджувати, що й економічні процеси описуються мовою чисел, формул і розрахунків.

Отже, головний висновок дипломної роботи полягає в тому, що математика є фундаментом сучасних наукових і прикладних дисциплін. Вона об'єднує фізику, економіку, маркетинг та енергетику в єдину логічну систему, формує аналітичне мислення та дозволяє приймати обґрунтовані рішення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бевз Г. П., Бевз В. Г. Математика. 5 клас : підручник для закладів загальної середньої освіти. – Київ : Освіта, 2022. – 256 с.
2. Бурда М. І., Тарасенкова Н. А. Методика навчання математики в основній школі. – Київ : Генеза, 2019. – 368 с.
3. Гальперін П. Я. Психологія мислення і навчання. – Харків : Основа, 2018. – 312 с.
4. Державний стандарт базової середньої освіти. – Київ : МОН України, 2020. – 64 с.
5. ДСТУ 8302:2015. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. – Київ : УкрНДНЦ, 2016. – 16 с.
6. Закон України «Про альтернативні джерела енергії». – Відомості Верховної Ради України. – 2021.
7. Іванченко О. М. Фінансова грамотність для учнів. – Київ : Ранок, 2021. – 192 с.
8. Крамаренко І. С. Економіка підприємства. – Київ : Центр учбової літератури, 2020. – 400 с.
9. Кузьмінський А. І. Педагогіка. – Київ : Знання, 2019. – 447 с.
10. Ляшенко О. І. Методика навчання математики в старшій школі. – Київ : Літера ЛТД, 2021. – 280 с.
11. МОН України. Концепція розвитку математичної освіти. – Київ, 2023.
12. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на 2021–2031 роки. – Київ, 2021.
13. Павлов О. В. Економічний аналіз діяльності підприємства. – Одеса : Астропринт, 2020. – 356 с.

14. Петренко В. П. Фінансова математика. – Київ : КНЕУ, 2019. – 240 с.
15. Савченко О. Я. Дидактика сучасної школи. – Київ : Слово, 2018. – 320 с.
16. Сидоренко В. К. Енергетика та сталий розвиток. – Харків : Факт, 2022. – 288 с.
17. Solar Energy International. Photovoltaic Systems Guidebook. – Colorado, USA, 2021. – 410 p.
18. Tesla Energy. Battery Storage Systems Overview. – USA, 2022.
19. World Energy Outlook 2023. – International Energy Agency (IEA). – Paris, 2023.
20. Галілей Г. Діалоги про дві найважливіші системи світу. – Київ : Наукова думка, 2017. – 352 с.
21. Гаусс К. Ф. Вибрані праці з математики. – Київ : Вища школа, 2016. – 280 с.
22. OECD. Financial Literacy Framework. – Paris, 2020.
23. UNESCO. Education for Sustainable Development. – Paris, 2021.
24. Energy Storage Association. Battery Technology Report. – USA, 2022.
25. Довідкові матеріали з енергоспоживання підприємств роздрібної торгівлі (узагальнені дані).
26. Барановський О. І. Фінансова безпека підприємства. – Київ : КНЕУ, 2018. – 312 с.
27. Бойко М. Г. Основи економіки. – Львів : Світ, 2019. – 260 с.
28. Васильєва Т. А. Економіка підприємства: практикум. – Київ : Знання, 2020. – 240 с.
29. Гриньова В. М. Фінансовий менеджмент. – Харків : ІНЖЕК, 2018. – 384 с.

30. Довгаль В. І. Сонячна енергетика в Україні. – Київ : Наукова думка, 2022. – 198 с.
31. Євтушенко О. В. Основи підприємницької діяльності. – Київ : Освіта, 2021. – 224 с.
32. Захарченко В. І. Статистика для економістів. – Одеса : ОНУ, 2019. – 310 с.
33. Ільїн В. В. Економічна теорія. – Київ : Центр навчальної літератури, 2020. – 352 с.
34. Кравченко О. П. Математичні методи в економіці. – Київ : КНЕУ, 2019. – 280 с.
35. Левченко Л. М. Фінансова грамотність для бізнесу. – Київ : Ранок, 2022. – 200 с.
36. Мельник Л. Г. Екологічна економіка. – Суми : Університетська книга, 2021. – 360 с.
37. Морозов Є. О. Енергетична безпека підприємств. – Харків : Фактор, 2022. – 256 с.
38. Новіков М. О. Відновлювана енергетика: сучасні тенденції. – Київ : Політехніка, 2023. – 220 с.
39. Олійник О. В. Економічне обґрунтування інвестицій. – Київ : КНЕУ, 2020. – 296 с.
40. Павленко І. А. Фінансова аналітика підприємства. – Київ : Ліра-К, 2021. – 310 с.
41. Підручник з фізики. Електрика і магнетизм. 10 клас. – Київ : Освіта, 2021. – 280 с.
42. Плахотнік В. М. Інноваційні технології в енергетиці. – Харків : ХНУ, 2022. – 240 с.
43. Савицька Г. В. Економічний аналіз діяльності підприємства. – Київ : КНЕУ, 2019. – 480 с.

44. Семененко І. В. Менеджмент у малому бізнесі. – Київ : Центр учбової літератури, 2021. – 260 с.
45. Сорока Л. М. Методика формування фінансової грамотності учнів. – Київ : Освіта, 2020. – 190 с.
46. Тарасенко Н. В. Маркетинг у сфері послуг. – Київ : КНЕУ, 2022. – 280 с.
47. Федоренко В. Г. Економіка України в умовах кризи. – Київ : Наукова думка, 2022. – 320 с.
48. Хміль Ф. І. Основи менеджменту. – Київ : Академвидав, 2019. – 352 с.
49. Шевченко Л. С. Екологічна освіта в сучасній школі. – Київ : Освіта, 2021. – 210 с.
50. International Renewable Energy Agency (IRENA). Renewable Energy Statistics 2023. – Abu Dhabi, 2023.