

І.М. Пістунів

**КОРИСНІ ПРИКЛАДИ
ОПТИМАЛЬНОГО ВИРШЕННЯ
РЕАЛЬНИХ
ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНИХ
ЗАДАЧ. Том 2**

Монографія

2025

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»



І.М. Пістунів

**КОРИСНІ ПРИКЛАДИ
ОПТИМАЛЬНОГО ВИРІШЕННЯ
РЕАЛЬНИХ
ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНИХ
ЗАДАЧ. ТОМ 2**

Монографія

Дніпро
НТУ «ДП»
2025

УДК 004.738.5:338.46(075)

ПЗ4

Затверджено Вченою радою університету (Протокол № від 2025 р).

Рецензенти:

Н.К. Васильєва, докт. екон. наук, доц., завідувач кафедри інформаційних систем і технологій Дніпропетровського державного аграрного університету;

К.Ф. Ковальчук, д-р екон. наук, проф., завідувач кафедри фінансів (Національний університет науки і технології).

Пістунов І.М.

ПЗ4 Корисні приклади оптимального вирішення реальних фінансово-економічних задач. Том 2. Монографія. Дніпро: НТУ ДП, 2025. 246 с.

В роботі подано результати подальшої багатолітньої роботи автора в напрямку розробки економіко-математичних моделей сучасних соціально-економічних систем, які дозволяють приймати найкращі рішення у збільшенні ефективності діяльності цих систем, зменшенню ризиків або зменшенню втрат від них.

Показано що, більшість економічних задач, вирішення яких звичайними економічними методами неможливе, можна вирішити методами електронної економіки. В роботі застосовані методи з математичного програмування, економіко-математичного моделювання, теорії ігор, функції корисності.

Робота призначена як для студентів вищих навчальних закладів, що готують дипломні роботи з економіки, так і може бути корисним для аспірантів, фінансистів, економістів, плановиків, менеджерів та маркетологів.

Монографія базується на власному досвіді автора, який допомагав своїм колегам-дослідникам будувати економіко-математичні моделі та знаходити їх оптимальні рішення.

© І.М. Пістунов, 2025

©НТУ «ДП», 2025

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
Розділ 1. ВИРОБНИЦТВО.....	7
1.1. Реорганізація складських запасів.....	7
1.2. Розробка оптимізаційної моделі фінансової стійкості підприємства	16
1.3. Управління виробництвом підприємства на базі виробничої функції Коба-Дугласа	20
1.4. Підвищення ефективності управління вантажними роботами на базі алгоритмів нечіткої логіки.....	30
1.5. Оптимізація витрат на закупівлю деталей для ремонту обладнання	40
1.6. Економічне обґрунтування вибору розробки розвіданого нафто-газового родовища.....	47
1.7. Визначення впливу CRM-системи на фінансові показники підприємства за допомогою економетричних методів.....	53
Розділ 2. ФІНАНСИ.....	60
2.1. Визначення найбільш ефективного алгоритму формування інвестиційного портфеля на фондових ринках США.....	60
2.2. Підвищення конкурентоспроможності продуктів та послуг страхової компанії	70
2.3. Використання корпоративної функції корисності для визначення прийнятної суми страхування бізнесу	83
2.4. Обґрунтування стартапу виробництва медичного кисню..	92
2.5. Оптимізація заходів зі зменшення кредиторської заборгованості підприємства	100
Розділ 3. УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ	117
3.1. Прогнозування ймовірності завдання збитку співробітниками Приватбанку.....	117

3.2. Визначення міри ризикованості клієнта	123
Розділ 4. ТОРГІВЛЯ	132
4.1. Оптимізація роздрібних цін.....	132
4.2. Використання методики знайдення рівноважних цін в ресторані.....	139
4.3. Доопрацювання методики знайдення рівноважних цін в роботі ресторан	147
4.4. Економіко-математичне моделювання ефективності рекламної діяльності	157
4.5. Оптимізація цінового регулювання між виробниками продукції і постачальниками сировини з урахуванням інфляційних процесів..	165
4.6. Логістика зважувань: до питання точності визначення ваги транспортованого товару	171
4.7. Економіко-математична модель ціни на житлову нерухомість у місті Дніпро.....	182
4.8. Прогнозування обсягу реалізації товарів торгівельного підприємства	190
Розділ 5. МАКРОЕКОНОМІКА.....	207
5.1. Оптимальне коригування ставки податку на галузі для інвесторів у Данії.....	207
5.2. Економіко-математичний аналіз впливу іноземного інвестування в Україну на розвиток економіки	212
5.3. Динамічна модель Леонт'єва, як засіб прогнозування розвитку економіки України.....	223
5.4. Прогнозування розвитку економіки України за односекторною моделлю Солоу	227
ВИСНОВКИ	237
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	238

ВСТУП

Економіко-математичне моделювання, прогнозування та оптимізація є важливими інструментами для аналізу діяльності підприємств, фінансових установ і торгових організацій. Використання цих методів дозволяє компаніям ухвалювати обґрунтовані рішення на основі даних.

Виробничі підприємства можуть застосовувати моделювання для оптимізації виробничих процесів, що допомагає зменшити витрати і підвищити ефективність. Прогнозування попиту на продукцію дозволяє уникати надлишкових запасів і забезпечувати своєчасність виробництва. Завдяки економіко-математичним моделям, підприємства здатні оцінити ризики і відреагувати на зміни на ринку.

Торгові підприємства також виграють від застосування цих методів. Наприклад, оптимізація цінової політики може бути реалізована через моделі, що враховують поведінку споживачів. Прогнозування продажів на основі історичних даних дозволяє розробити стратегії для збільшення прибутковості. Ефективне управління запасами, засноване на математичних моделях, знижує витрати на зберігання товарів.

Фінансові установи, зокрема банки, використовують ці методи для оцінки кредитного ризику, управління активами та пасивами, а також для розробки фінансових продуктів. Моделювання допомагає оцінити ймовірність дефолту позичальників, що дозволяє зменшити ризики при кредитуванні. Оптимізація портфелів інвестицій є ще одним прикладом, де економіко-математичні методи сприяють максимізації доходу при мінімізації ризику.

В цілому, інтеграція економіко-математичного моделювання, прогнозування та оптимізації в діяльність підприємств, торгових організацій та фінансових установ є ключем до підвищення їх конкурентоспроможності. Ці методи не лише дозволяють ефективно управляти ресурсами, але й допомагають виявити нові можливості для розвитку в умовах динамічного ринку. Завдяки цим інструментам, організації можуть глибше аналізувати свої стратегії та приймати

обґрунтовані рішення, що в кінцевому рахунку призводить до зростання їхньої прибутковості та стабільності.

В цій роботі подано опис таких моделей, розроблених автором на підставі обробки даних діяльності реальних підприємств, як виробничого, так і торгово-збутового напрямку діяльності.

Варто заважити, що вирішення цих моделей, знайдення оптимальних рішень за ними, дозволяє підвищити ефективність діяльності цих підприємств, що і доводиться розрахунками економічної ефективності від впровадження отриманих рішень.

Монографія є продовженням наукової роботи автора, перші здобутки якого були опубліковані у першому томі монографії **Пістунов І.М. Корисні приклади оптимального вирішення реальних фінансово-економічних задач [Електронний ресурс]: Монографія. / І.М. Пістунов; Нац. гірн. ун-т. – Електрон. текст. дані. – Д.: НГУ, 2017. – 313 с.**

Тим, хто починає освоювати запропоновані методи, варто почати з першого тому, де у вступі з подробицями роз'яснюється методика налаштування програми Excel, для виконання розрахунків.

Розділ 1. ВИРОБНИЦТВО

За терміном «виробництво» криється ставлення автора до різних видів людської діяльності від видобутку корисних копалин та їх переробки до готової продукції аж до надання різноманітних послуг.

1.1. Реорганізація складських запасів [1]

За визначенням, основна мета підприємства – отримання прибутку. Для вирішення проблеми оборотності запасів є оптимальний обсяг замовлення на підприємстві.

Оптимізація складських запасів передбачає забезпечення ефективної безперебійної роботи торгівельного підприємства – процес дуже складний, в якому потрібно враховувати багато факторів. Для торгівельних компаній напрямком покращення процесів, що дає максимальну економічну віддачу, є оптимізація рівня закупівлі.

Специфіка діяльності передбачає зосередження більшої частини фінансових коштів торгівельної організації в її запасах на складі, тому ефективно управління складом для них є пріоритетним завданням. Невірна оцінка попиту забирає на склад величезні фінансові ресурси, що пов'язані із зберіганням товару. Вирішити проблему «закупати якраз стільки товару, скільки зможемо продати до моменту наступної закупки» дозволяє визначення оптимального рівня закупівлі. При виконанні цього завдання потрібно знайти розумний компроміс між обмеженнями. Обсяг запасів повинен бути на рівні забезпечення безперервності продажів. Розмір запасів повинен бути мінімальним.

Модель Вільсона – модель, яка визначає оптимальний обсяг замовлення товару, який дозволяє мінімізувати загальні витрати, що пов'язані із замовленням та зберіганням запасів.

Теоретично модель Вільсона дозволяє досягти мінімальних витрат пов'язаних із запасами, але важливим є розуміння її практичної реалізації. У цій моделі закладено багато обмежень, через які її використання не будуть коректними. На практиці є складність у розрахунках витрат на поповнення запасу(миттєве поповнення складу) та витрати на зберігання товарів на складі, що входять у цю формулу. Крім того витрати не однакові для різних товарів, тому використання середніх значень віддаляє нас від оптимального обсягу замовлення.

Для побудови оптимізаційної моделі на підприємстві «Юпк Інвест Дніпро» були зібрані дані складського запасу за весь період існування (3 роки) Для кращого сприймання інформації дані були візуалізовані у вигляді графіків та представлені на рис. 1.1.

Після аналізу графіків бачимо періодичне повне спустошення складу (далі період простою) більше ніж 4 дні, які відзначено кольором, таке явище для підприємства що займається імпортом/експортом товару є не припустимим. Розрахунки середнього періоду поставки та кількості днів простою приведені у табл. 1.1, а тому тема оптимальної закупівлі є актуальною. Одним з варіантів вирішення цієї проблеми було запропоновано в період вичерпання запасу товару на складі придбання у партнерів, але є певні обмеження бо товар є специфічним, та із швидкістю поставки, менше одного тижня, можна не чекати. Тому був обраний варіант з розрахунком оптимальної поставки, поєднавши статистичний метод з формулою Вільсона.

Таблиця 1.1 – Формалізовані дані складських запасів

	Перший продукт	Другий продукт	Третій продукт
Загальна кількість поставок	37	40	30
Середній період поставки	24,1	24	30
Загальна кількість днів простою	22 дні	26 дні	17 дні
Середня кількість днів простою	5,8 дні	8,6 дні	13,6 дні



Рисунок 1.1 – Рівень наповненості складу за 3 роки

В табл.2.1 наведені дані про періоди поставки, їх загальну кількість та середню кількість днів простою, величину якого потрібно зменшити до можливого мінімуму.

Таблиця 1.2 – Ціна на продукцію, грн/кг

	Вид продукції		
	1	2	3
2013 рік	260,0	286,0	300,0
2014 рік	270,0	304,0	340,0
2015 рік	300,0	310,0	360,0
2017 рік	300,0	310,0	360,0

Проаналізувавши дані з табл. 2.2 бачимо, що ціна на всі товари збільшуються з кожним роком, що пов'язані із внутрішньо-економічним становищем України, а саме зростання цін на паливо та запчастини, але не це є метою дослідження. Третій товар постачають із сусідньої країни, тому ціна на нього найвища.

Для визначення затрат на зберігання та витрати на його доставку і розміщення на складі 1-го кілограму продукції було взято усереднену вартість товару за рік. Всі дані занесені до табл. 1.3 і проаналізовані. З цієї таблиці бачимо, що затрати у перший рік на зберігання були вищі ніж у наступний, це пов'язано із самим складським приміщенням, яке було менше ніж на теперішній момент, та його оснащення. Витрати на доставку зростають пропорційно зі зміною ціни на паливні енергетичні ресурси. Одиниці значень у табл. 2.3 взяті виходячи з того, що 1 мішок – 20кг.

Попит на товар був розрахований як сума усіх поставок на склад за рік, без урахування попиту у періоди простою за перші два роки роботи підприємства окрім наступного.

У складському приміщенні в один мішок вміщується 20 кг суміші, який розміщується по 2 у декілька шарів на одному піддоні. Ємність складу при такій

компоновці до 18000 кг або 900 мішків продукції з можливістю безперешкодного пересування між рядами.

Таблиця 1.3 – Затрати на зберігання та доставку товару на одиницю ваги, грн

	Затрати на зберігання 20 кг на рік	Витрати на доставку та розміщення замовлення 20 кг.
2013 рік	1,00	14,00
2014 рік	1,50	17,00
2015 рік	2,00	31,00
2017 рік	2,00	40,00

Таблиця 1.4 – Попит за рік, кг

	Вид продукції		
	1	2	3
2013 рік	37800	39300	25980
2014 рік	49900	38900	23800
2015 рік	50100	65400	36800

Дані з табл. 1.4 показують щорічне зростання попиту продукції що є закономірним явищем із зміною складу на більш ємний та появою нових клієнтів.

Для розрахунків у магістерській роботі був використаний MS Office Excel.

На основі даних з додатку 1 була побудована кумулята, розбивши весь діапазон можливих значень спостережень випадкової величини на d ділянок. Знайдено значення випадкової величини на правій межі кожної ділянки як :

$$d_{max}(i) = x_{min} + (x_{max} - x_{min})i/d, \quad (1.1)$$

де, i – номер ділянки $[1, d]$; x_{max}, x_{min} – відповідно найбільше та найменше значення випадкової величини у вибірці. Права межа i -ї ділянки водночас є лівою межею $i+1$ – ї ділянки. Ліва межа для 1 -ї ділянки – це x_{min} . А права межа d -ї ділянки – це x_{max} .

Орієнтовно, кількість цих ділянок(4) може бути визначена як:

$$d_{op} = \frac{x_{max} - x_{min}}{1 + 3.332 \ln N} \quad (1.2)$$

За допомогою функції табличного редактора Excel ЧАСТОТА(), у який входить відносна частота (K_i) та накопичена частота, де K_i – кількість попадань у інтервал, N_i – загальна кількість поставок на склад i -го товару (для першого – 34, для другого – 36, для третього – 30). Отримана кількість діапазонів становить 5. Від 0 до 1000, від 1001 до 2000 і далі з кроком у 2000 до 8000. Результати розрахунків були занесені до табл. 1.5.

Таблиця 1.5 – Кумулята

Інтервал		Відносна частота товару (K_i)			$k_i=K_i/N_i$			Накопичена частота		
Від	До	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	1000	1	1	5	0,029	0,028	0,16	1	1	5
1001	2000	3	5	5	0,088	0,139	0,16	4	6	10
2001	4000	19	19	16	0,559	0,528	0,53	23	25	26
4001	6000	7	12	4	0,206	0,333	0,13	30	37	30
6001	8000	4	1	0	0,118	0,028	0,00	34	38	30

Як видно з табл. 1.5 найбільша кількість замовлень перепадає на третій інтервал (2001 – 4000) та на основі накопиченої частоти було побудовано графіки рис. 1.2, рис. 1.3 та рис. 1.4 , на яких виведено рівняння за допомогою логарифмічного тренду, коефіцієнти рівнянь були окремо винесені до табл. 1.6. Накопичена частота визначається як $K_i + K_{i-1}$.



Рисунок 1.2 – Кумулята першого товару



Рисунок 1.3 – Кумулята другого товару



Рисунок 1.4 – Кумулята третього товару

Рівняння на графіках – автоматично виведене рівняння для лінії тренду у “формат графіка” в EXCEL, результати яких занесені до табл. 1.6.

Таблиця 1.6 – Коефіцієнти рівняння логарифмічної функції

Коефіцієнт	Вид товару		
	1	2	3
A	22,4	25,8	17,7
B	-3,1	-3,3	3,2

Далі було визначено рівень оптимального обсягу замовлення, перемноживши його на загальний річний попит. Рівняння функції (A, B) для кожного товару можна автоматично розрахувати за допомогою Excel, $q(5)$ звідси:

$$q = P * \exp\left(\frac{B}{A} * \frac{K_1}{(K_1 + K_2)}\right) \quad (1.3)$$

Де q – оптимальний обсяг замовлення, P – загальний попит, A, B – коефіцієнти рівняння, K_1 – собівартість плюс додаткові витрати на зберігання 1 кг продукту, K_2 – витрати на доставку та розміщення товару на складі. Результати розрахунків для кожного товару занесені до табл. 1.7.

Таблиця 2.7 – Оптимальний обсяг замовлення статистичним методом.

	Вид товару		
	1	2	3
q	936	1281	389

Таблиця 1.8 – Оптимальний обсяг замовлення за Вільсоном.

	Вид товару		
	1	2	3
q	316	361	271

Виходячи з даних на табл. 1.8. бачимо, що оптимальний обсяг поставки за Вільсоном дорівнює 316 мішків для першого, 361 для другого та 271

для третього відповідно що є економічно оправданим, тому їх було використано для побудови економіко-математичної моделі. Розрахунки робились з урахуванням кількості робочих днів в одному році, а саме – 275.

Оптимальний план обсягу замовлення продукції може бути складений за допомогою методів економіко-математичного моделювання. У реалізації цієї задачі був використаний програмний пакет MS Office Excel та його надбудова «пошук рішення».

Умовні позначення для економіко-математичної моделі:

ОС – обмеження складу,

ЗС – залишки на складі,

$q_{\text{опт С}}$ – оптимальний обсяг за статистичним методом,

$q_{\text{опт В}}$ – оптимальний обсяг за формулою Вільсона,

X_i – матриця необхідності i -го товару (1 – так, 0 – ні) (матриця 1x3),

$ПР_i$ – прибуток від i -го товару,

q_i – оптимальний обсяг замовлення.

Оптимізаційна задача матиме наступний вигляд:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^3 (|q_{\text{опт С}} - q_{\text{опт В}}|) * X_i}{\sum_{i=1}^3 (ПР_i * q_i) * X_i} \rightarrow \mathit{min} \quad (1.4)$$

Обмеження:

$$\left\{ \begin{array}{l} q_{\text{опт В}} \leq q_i \leq q_{\text{опт С}} ; \\ q_i \geq 0 ; \\ \sum_{i=1}^3 q_i + ЗС \leq ОС ; \end{array} \right.$$

Для матриці необхідності 1x3 була використана умова «якщо» для автоматичного визначення необхідності, а саме, якщо залишок на складі менший ніж 1500 кг або 25 мішків то поставка є обов'язковою «1», якщо більше за 150 то поставка не носить обов'язковий характер «0». При умові, що розрахунок потреби замовлення буде вестись автоматично. Таким чином в MS Excel необхідність замовлення розраховується наступним чином:

=ЕСЛИ($X_i < 150$;1;0), де X_i – вид товару.

Для реалізації цієї оптимізаційної моделі було вирішено використовувати формулу «якщо» через певні складності в роботі MS Excel які були виявлені на практиці, тому вигляд моделі для подальшої її побудови матиме наступний вигляд:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^3 \begin{cases} |q_{\text{опт} Ci} - q_{\text{опт} Vi}|, & \text{якщо } X_i=1; \\ 0, & \text{якщо } X_i=0; \end{cases}}{\sum_{i=1}^3 \begin{cases} (PP_i * q_i), & \text{якщо } X_i=1; \\ 0, & \text{якщо } X_i=0; \end{cases}} \rightarrow \min \quad (1.5)$$

При тих самих обмеженнях

$$\begin{cases} q_{i \text{ оптВ}} \leq q_i \leq q_{i \text{ оптС}} ; \\ q_i \geq 0 ; \\ \sum_{i=1}^3 q_i + 3C \leq OC ; \end{cases}$$

В процесі модернізації моделі було отримано коректні значення при розрахунках, результати яких занесено до табл. 2.9. При залишку товару на складі в обсязі 31, 24 та 41 мішків оптимальний план закупівлі наступний:

Таблиця 1.9 – Оптимальний план закупівлі.

	Вид товару		
	1	2	3
q	368	472	323

При цьому вартість доставки склала 634, 945 та 542 грн, а потенційний прибуток 94330, 145426 та 97122 грн відповідно. Результати отриманого плану закупівлі повністю відповідають вимогам підприємствам, а отже використання даної моделі закупівлі буде доцільним.

1.2. Розробка оптимізаційної моделі фінансової стійкості підприємства [2]

Для оптимізації діяльності підприємства ми вирішили оптимально змінити поточний баланс комбінату, тобто, за допомогою математичного моделювання визначити нові основні економічні характеристики, досягнення яких було б пріоритетним напрямком у роботі підприємства та виходу його з кризи. При

цьому, застосування математичного моделювання дозволило перетворити економічну інформацію в аналітичну, яка може бути використана для прийняття відповідних науково обґрунтованих управлінських рішень.

Після проведення аналізу фінансового стану підприємства [3] за допомогою одно-факторної моделі здійснено моделювання та коректив одного з основних елементів фінансової стабільності – власного капіталу, який одночасно визначає як рівень платіжної спроможності так і рівень економічного росту. Економічний сенс даного варіанту моделювання є у тому, що перегляду піддається тільки залишок власного капіталу у грошовій формі, а всі інші значення залишаються без змін.

За підсумками проведеної роботи отримана допустима область змін, тобто будь-яке значення корективу, взяте з рекомендованого інтервалу, завжди забезпечує отримання сприятливої структури балансу, а розрахункові значення економічних коефіцієнтів надійності будуть знаходитись в межах встановлених границь.

При оптимізації бухгалтерського балансу ми також побудували трифакторну модель (1), при якій коригування будуть відбуватися в складі власного капіталу, собівартості продукції і заборгованості перед постачальниками. Вибір цих параметрів пояснюється декількома причинами:

1) необхідністю досить швидко і ефективно виправити поточний баланс, із внесенням якомога менше змін;

2) збільшити власний капітал не тільки за рахунок збільшення статутного капіталу та внесення внеску в грошовій формі, але і за рахунок збільшення прибутку в цілому по підприємству для чого має сенс зменшити собівартість яка для цього є відповідним джерелом;

3) зменшити позиковий капітал за рахунок зменшення заборгованості підприємства перед постачальниками.

Визначившись з системою коригувань, далі розглянемо тільки ті статті поточного балансу, до яких вносяться зміни, а потім перейдемо до перетворення балансу і складання обмежень для коефіцієнтів надійності.

Дійсно, збільшення статутного капіталу ($СК$) при одночасному внесенні внесків у грошовій формі веде до збільшення залишку всіх грошових коштів (I_{of}) і всього власного капіталу (BK) на одну і ту ж суму, а тому дане коригування повинне бути завжди величиною невід'ємною ($x > 0$).

Але ці ж корективи можуть бути досягнуті не тільки внаслідок збільшення статутного капіталу, а й за рахунок збільшення, наприклад, позареалізаційних і інших доходів, що надходять на підприємство у вигляді грошових коштів.

У свою чергу, зменшення собівартості ($p > 0$) також веде до збільшення запасів ($ЗП$) і прибутку, а зменшення заборгованості ($q > 0$) перед постачальниками ($КЗ$) – навпаки, до зменшення запасів ($ЗП$).

Таким чином, в ході формування перетвореного балансу і обґрунтування обмежень для семи коефіцієнтів надійності та окремих статей балансу отримаємо модель:

$$\begin{aligned}
 & a \cdot x + b \cdot p + c \cdot q \rightarrow \min \\
 & \left\{ \begin{aligned}
 & OA + x + p - q \geq 2 \cdot (KЗ - q) \\
 & \frac{BK + x + p - HA}{OA + x + p - q} \geq 0,1 \\
 & 0,5 \leq \frac{BK + x + p}{B + p - q} \\
 & 0,1 \leq \frac{ПК - q}{B + x + p - q} \leq 1 \\
 & 1 \leq \frac{OA + x + p - KЗ}{ЗП + p - q} \leq 2 \\
 & ПК - q \leq 2 \cdot (BK + x + p) \\
 & ПК - q \leq BK + x + p \\
 & x + p - q \geq -OA \\
 & p - q \geq -ЗП \\
 & x \geq -ГК \\
 & x + p \geq -BK \\
 & q \leq ЗБП \\
 & x + p - q \geq -B \\
 & x, p, q \geq 0 \\
 & -1 \leq a \leq 1 \\
 & -1 \leq b \leq 1 \\
 & -1 \leq c \leq 1 \\
 & |a| + |b| + |c| \neq 0 \\
 & a, b, c - \text{цілі}
 \end{aligned} \right. \tag{1.6}
 \end{aligned}$$

Де: HA – необоротні активи, BK – власний капітал, OA – оборотні активи, PK – позик. капітал, $ЗП$ – запаси, $ГК$ – грошові кошти, $ДЗ$ – довгострокові зобов'язання, $КЗ$ – короткострокові зобов'язання, $ЗБП$ – заборгованість перед постачальниками, x – коригування власного капіталу, p – коригування собівартості продукції, q – коригування заборгованості перед постачальниками; a, b, c – коефіцієнти.

Кожна змінна (x, p і q) в складі цільової функції має свій коефіцієнт (a, b і c), який може приймати одне з трьох значень: «+1» – параметр треба збільшити; «0» – параметр не змінюється; «-1» – параметр треба зменшити, а тому з вирішення складеної системи обмежень при заданій цільовій функції буде видно, чи треба цей параметр збільшити, зберігати без зміни або зменшити.

Коефіцієнти a, b, c можуть набувати значень: $a = \{+1, 0\}$; $b = \{+1, 0, -1\}$; $c = \{+1, 0, -1\}$. Коефіцієнт a не може зменшуватись, оскільки зменшення власного капіталу призводить до нестабільного стану підприємства. Також в моделі не розглядаємо варіант коли коефіцієнти a, b і c дорівнюють 0, оскільки, це говорить про те, що нічого змінювати не потрібно.

Результати оптимізаційної моделі показано в табл.1

Таблиця 1.10 - Результати оптимізаційної моделі

Змінні			Коефіцієнти		
x	p	q	A	b	c
97 114	51 751		0		
371,04	583,04	0		0	1

Тож за отриманими даними необхідно внести до власного капіталу суму в розмірі 97,1 млрд.грн, внести зміни в собівартості продукції на 51,7 млрд.грн., а заборгованість перед постачальниками не змінювати. Оптимізований баланс наведено в табл.1.11.

Табл.1.11 – Оптимізований баланс (тис.грн)

Активи		Капітал	
НА	5608377	ВК	95 146 243,08
ОА	175 065 588,08	ЗК	84 534 606,00
в т.ч	в т.ч	в т.ч	в т.ч
ЗП	77 790 343,04	ДЗ	105
ГК	97 275 245,04	КЗ	84 534 501,00
Баланс	180 673 965,08	Баланс	180 673 965,08

Застосувавши багатофакторну модель, при запропонованому рішенні, на нашу думку, при збереженні позитивних зовнішніх факторів, буде сприяти поліпшенню фінансового стану ПАТ «ДМК», так як за допомогою моделювання при досягненні змін у визначених обсягах, баланс підприємства, і, як слідство, основні коефіцієнти ефективності економічної діяльності комбінату будуть знаходитись в межах норми та показувати на досягнення підприємством економічної стабільності. При цьому слід зазначити, що визначенні показники не є остаточними, так як робити загальні висновки необхідно при здійсненні сукупного аналізу всіх важелів економічно-виробничої діяльності підприємства.

1.3. Управління виробництвом підприємства на базі виробничої функції Коба-Дугласа [5]

Ефективне планування виробництва, прогнозування випуску продукції, підвищення конкурентоспроможності є одними з головних задач сучасних підприємств. Використання математичного моделювання допомагає виділити і описати найбільш важливі істотні зв'язки економічних об'єктів, оцінити параметри виробництва.

Виробничі функції використовуються як корисний інструмент, що дозволяє проводити аналітичні розрахунки, визначати ефективність використання

ресурсів і доцільність їх додаткового залучення в виробництво, прогнозувати обсяг випуску продукції і контролювати реальність планових проектів.

Найбільш важливим показником ефективності є показник ресурсного типу – ресурсна віддача, який включає в себе показники ефективності виробництва: матеріаломісткість, капіталомісткість, трудомісткість, фондомісткість продукції, що випускається, які залежать від технічного розвитку рівня виробничої сфери. Так, наприклад, фондовіддача ПАТ «Інтерпайп НТЗ» [6] у 2016 році зменшилася на 0,32 грн./ грн., а фондомісткість у 2016 році порівняно з 2015 роком збільшилася на 17,8% (0,09 грн. /грн.), що свідчить про неефективну роботу підприємства у цей період.

Відсутність чистого прибутку та від’ємний коефіцієнт віддачі активів підприємства ПАТ «Інтерпайп НТЗ» свідчать про недостатній ступінь ефективності використання капіталу та трудових ресурсів. Таким чином, основним напрямком подальшої фінансово–економічної політики ПАТ «Інтерпайп НТЗ» повинно стати забезпечення оптимального обсягу випуску продукції при оптимальній кількості залучених ресурсів.

З метою ефективного управління виробництвом продукції необхідне знання кількісних взаємозв'язків між величиною залучених у виробництво ресурсів і обсягом отриманої продукції. Дане завдання може бути вирішене за допомогою апарату виробничих функцій. Саме тому для вирішення проблем підприємства ПАТ «Інтерпайп НТЗ» було вирішено використати виробничу функцію Кобба-Дугласа, яка найбільш широко застосовується в економічних дослідженнях. Вона будується на реальних економічних показниках і може бути параметризована. Численні дослідження забезпечили їй популярність і широке застосування на практиці, про що свідчать роботи багатьох зарубіжних і вітчизняних авторів.

Виробнича функція Кобба-Дугласа відображає функціональний зв'язок між об'ємом ефективно використовуваних чинників виробництва (працею і майновим капіталом) і з їх допомогою випуском, що досягається, при існуючому технічному і організаційному знанні.

При субституційній виробничій функції виробництво може бути збільшене за рахунок підвищення кількісної характеристики одного з чинників, тоді як кількісна характеристика іншого чинника залишається без зміни, в іншому варіанті ж виробництво залишається без зміни при різних кількісних комбінаціях чинників праці і майнового капіталу.

Наше завдання полягає в побудові виробничої функції Кобба – Дугласа виду $Y = AK^\alpha L^\beta$, отже необхідно знайти параметри A , α , β . Будемо використовувати метод найменших квадратів. Тоді задача буде виглядати наступним чином:

$$\sum \varepsilon_i^2 \rightarrow \min, \quad (1.7)$$

де ε_i^2 – відхилення розрахованого значення від фактичного.

При обмеженнях:

$$0 \leq \alpha \leq 1, \quad (1.8)$$

$$0 \leq \beta \leq 1,$$

$$A > 0,$$

де A – технологічний коефіцієнт, α – коефіцієнт еластичності по капіталу, β – коефіцієнт еластичності з праці.

Побудуємо виробничу функцію Кобба–Дугласа для металургійної галузі України.

Для побудови даної моделі використаємо річну фінансову звітність найбільших металургійних підприємств за 2017 рік [6]. Об'єм випущеної продукції виміряємо як розмір чистого доходу (виручки) від реалізації продукції. Вибір саме цього показника зумовлений тим, що для знаходження коефіцієнтів моделі потрібно привести функцію до лінійного вигляду шляхом знаходження натурального логарифму, а логарифмування негативної величини (чистий прибуток) неможливе. Витрати праці – витрати на оплату праці в вартісному вираженні. Витрати капіталу = вартість необоротних активів + виробничі запаси + поточні фінансові інвестиції + грошові кошти + інші оборотні активи (табл. 1.12).

Таблиця 1.12

Дані для побудови виробничої функції підприємств металургійної галузі
України

№	Підприємство	Y (об'єм випуску продукції, млрд. грн)	K (витрати капіталу, млрд. грн)	L (витрати праці, млрд. грн)
1	ПАТ «МЕТАЛУРГІЙНИЙ КОМБІНАТ «АЗОВСТАЛЬ»	68,974	36,945	1,408
2	ПАТ «МАРІУПОЛЬСЬКИЙ МЕТАЛУРГІЙНИЙ КОМБІНАТ ІМЕНІ ІЛІЧА»	56,635	34,162	2,123
3	ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»	33,159	22,693	1,622
4	ПАТ "ЄВРАЗ ДНІПРОВСЬКИЙ МЕТАЛУРГІЙНИЙ ЗАВОД"	15,775	2,630	0,497
5	ПАТ "ДНІПРОВСЬКИЙ МЕТКОМБІНАТ"	15,437	6,279	0,816
6	ПАТ "ІНТЕРПАЙП НИЖНЬОДНІПРОВСЬКИЙ ТРУБОПРОКАТНИЙ ЗАВОД"	10,423	4,844	0,529
7	ПАТ "ДОНЕЦЬКСТАЛЬ" – МЕТАЛУРГІЙНИЙ ЗАВОД"	14,938	8,488	0,413
8	ПАТ ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЙНИЙ ЗАВОД «ДНІПРОСПЕЦСТАЛЬ» ІМ.А.М.КУЗЬМІНА»	8,165	5,651	0,554
9	ПАТ "АРСЕЛОРМІТТАЛ КРИВИЙ РІГ"	66,186	60,543	3,125

Виробнича функція Кобба–Дугласа відноситься до класу нелінійних за параметрами функцій, які можна звести до лінійного вигляду.

Перетворимо її на функцію лінійного вигляду за допомогою логарифмування обох частин і заміни змінних:

$$\ln(Y) = \ln(a_0) + a_1 \ln(K) + a_2 \ln(L) \quad (1.9)$$

$$\ln(Y) = Y'$$

$$\ln(a_0) = a_0'$$

$$\ln(K) = K'$$

$$\ln(L) = L'$$

У результаті заміни отримаємо лінійну функцію вигляду:

$$Y' = a'_0 + a_1 K' + a_2 L' \quad (1.10)$$

За допомогою MS Excel та надбудови *Пошук рішень* знайдемо невідомі параметри та отримаємо виробничу функцію Кобба–Дугласа для металургійних підприємств виду:

$$Y = 7,911K^{0,443905}L^{0,391725} \quad (1.11)$$

Для подальшого використання функції Кобба–Дугласа та її економічного аналізу визначимо статистичну значимість моделі. Надалі для зручності будемо використовувати коефіцієнти з трьома десятковими знаками.

Статистичний аналіз виробничої функції показав, що вона досить точно описує динаміку виробництва металопродукції. Значення коефіцієнта детермінації ($R^2 = 0,85$) вказує на те, що 85% варіації пояснюється двома факторами, які були розглянуті, а 15% приходить на інші фактори, що в моделі не були враховані.

Обчислимо також коефіцієнти надійності коефіцієнту кореляції (значення статистики Стьюдента) за допомогою функції СТЬЮДРАСПОБР у MS Excel 2010. Для цього спочатку розрахуємо табличне (критичне) значення критерію Стьюдента і порівняємо його з розрахованим за формулою. В результаті отримали $t_{\text{табл}} = 2,44$. Розраховані значення критерію Стьюдента $t_a=4,61$, $t_b=4,07$, $t_r=2,72$ більші за табличне значення, що засвідчує те, що коефіцієнти кореляції і детермінації є статистично значущими і модель можна застосовувати для економічного аналізу і побудови прогнозів.

Розрахункове значення статистики Фішера для отриманої функції (17,04) більше табличного ($F(0,05;2;6)=4,54$), то H_0 –гіпотеза про випадкову природу оцінюваних характеристик відхиляється і визнається їх статистична значимість та надійність. Таким чином, рівняння адекватно описує залежність.

У нашому випадку сума коефіцієнтів моделі $\alpha_1 + \alpha_2 < 1$. Це свідчить про те, що випуск продукції у металургійній галузі зростає повільніше, ніж в середньому ростуть чинники виробництва, тобто середні витрати, розраховані на 1 одиницю продукції, що випускається ростуть і має місце спадаючий ефект від масштабів виробництва. Від'ємний ефект масштабу виробництва виявляється,

коли зростання обсягу випуску продукції відбувається у меншій пропорції, ніж збільшення витрат виробничих ресурсів. При від'ємному ефекті масштабу виробництва не вигідно збільшувати розміри підприємства. Причиною низької ефективності у цьому разі, як правило, є додаткові витрати, пов'язані з управлінням подібним підприємством, забезпеченням дотримання норм трудової і технологічної дисципліни, координації взаємодії підрозділів підприємства тощо.

Середня фондovіддача AY_K дорівнює відношенню виробленого продукту до величини витраченого капіталу:

$$AY_K = \frac{Y(K,L)}{K} \quad (1.12)$$

$$AY_K = \frac{7,9K^{0,44}L^{0,39}}{K} = 7,9K^{-0,56}L^{0,39}$$

Середня продуктивність праці AY_L дорівнює відношенню виробленого продукту до величини витраченого праці L :

$$AY_L = \frac{Y(K,L)}{L} \quad (1.13)$$

$$AY_L = \frac{7,9K^{0,44}L^{0,39}}{L} = 7,9K^{0,44}L^{-0,61}$$

Гранична фондovіддача знаходиться як похідна обсягу виробленого продукту Y по величині витраченого капіталу K :

$$MY_K = \frac{dY(K,L)}{dK} \quad (1.14)$$

$$MY_K = \frac{d(7,9K^{0,44}L^{0,39})}{dK} = 3,476K^{-0,56}L^{0,39}$$

Граничну продуктивність праці, або граничний продукт праці, MY_L визначимо як похідну продукту Y по величині витраченої праці L :

$$MY_L = \frac{dY(K,L)}{dL} \quad (1.15)$$

$$MY_L = \frac{d(7,9K^{0,44}L^{0,39})}{dL} = 3,081K^{0,44}L^{-0,61}$$

Коефіцієнтом еластичності продукту по i -фактору називається відносна зміна продукту, виражена у відсотках, при відносному збільшенні i -фактора на 1%. Еластичність по i -фактору дорівнює відношенню граничного продукту до середнього продукту за цим фактором. Еластичність виробничої функції по фондам дорівнює $\epsilon_K = \alpha = 0,44$, еластичність виробничої функції з праці дорівнює $\epsilon_L = \beta = 0,39$.

З аналізу отриманої виробничої функції Кобба–Дугласа можна отримати такі висновки:

- при збільшенні витрат праці на 1% випуск продукції аналізованих металургійних підприємств гранично зросте на 0,39%;
- при збільшенні витрат капіталу на 1% випуск продукції гранично збільшиться на 0,44%;
- на металургійних підприємствах України в 2017 році більше впливали витрати капіталу.

Аналогічним чином побудуємо виробничу функцію для підприємства ПАТ «Інтерпайп НТЗ» та порівняємо з виробничою функцією для усєї галузі. Вихідні дані для розрахунку надано у таблиці 2.

Таблиця 1.13

Дані для побудови виробничої функції Кобба–Дугласа для ПАТ «Інтерпайп НТЗ»

Період	Y (об'єм випуску продукції, млрд. грн)	K (витрати капіталу, млрд. грн)	L (витрати праці, млрд. грн)
2009	3,138	3,085	0,203
2010	5,102	3,006	0,2
2011	6,836	3,251	0,255
2012	7,707	3,269	0,369
2013	5,845	2,934	0,271
2014	5,499	3,179	0,259
2015	5,715	3,07	0,307
2016	5,052	3,209	0,316
2017	10,423	4,744	0,529

За допомогою MS Excel та надбудови *Пошук рішень* знайдемо невідомі параметри та отримаємо виробничу функцію Кобба–Дугласа для ПАТ «Інтерпайп НТЗ» виду:

$$Y = 12,449K^{0,22357676}L^{0,81879415}$$

(1.16)

Визначимо статистичну значимість отриманої моделі. Результати наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 1.14

Перевірка статистичної значущості коефіцієнтів кореляції і детермінації побудованої функції Кобба–Дугласа

F-критерій Фішера		t-критерій Стьюдента	
Показник	Значення	Показник	Значення
Fфакт	6,76	t _{a1}	3,8
Fтабл	4,54	t _{a2}	2,6
		t _{табл}	2,44

Таким чином, дана модель є статистично надійною, оскільки всі фактичні значення істотно перевищують табличні, тому можна стверджувати, що коефіцієнти кореляції і детермінації є статистично значущими і модель можна застосовувати для економічного аналізу і побудови прогнозів.

Сума коефіцієнтів моделі $\alpha_1 + \alpha_2 > 1$. Це свідчить про те, що випуск продукції росте швидше, ніж в середньому ростуть чинники, тобто середні витрати зменшуються в міру розширення масштабів виробництва. Додатній ефект масштабу виробництва має місце, коли обсяги випуску продукції Фірмою збільшується у пропорції, яка перевищує пропорцію зростання витрат ресурсів. Це характерно для тих виробництв, де можлива широка автоматизація виробничих процесів, Застосування потокової и конвеєрних ліній, оптимізація розподілу праці, комплексна переробка базової сировини тощо.

Середня фондovіддача $AУ_K$ дорівнює відношенню виробленого продукту до величини витраченого капіталу:

$$AУ_K = \frac{Y(K,L)}{K} \quad (1.17)$$

$$AY_K = \frac{12,4K^{0,22}L^{0,82}}{K} = 12,4K^{-0,78}L^{0,82}$$

Середня продуктивність праці AY_L дорівнює відношенню виробленого продукту до величини витраченого праці L :

$$AY_L = \frac{Y(K,L)}{L} \quad (1.18)$$

$$AY_L = \frac{12,4K^{0,22}L^{0,82}}{L} = 12,4K^{0,22}L^{-0,18}$$

Гранична фондовіддача знаходиться як похідна обсягу виробленого продукту Y по величині витраченого капіталу K :

$$MY_K = \frac{dY(K,L)}{dK} \quad (1.19)$$

$$MY_K = \frac{d(12,4K^{0,22}L^{0,82})}{dK} = 2,728K^{-0,78}L^{0,82}$$

Граничну продуктивність праці, або граничний продукт праці, MY_L визначимо як похідну продукту Y по величині витраченої праці L :

$$MY_L = \frac{dY(K,L)}{dL} \quad (1.20)$$

$$MY_L = \frac{d(12,4K^{0,22}L^{0,82})}{dL} = 10,168K^{0,22}L^{-0,18}$$

Коефіцієнтом еластичності продукту по i -фактору називається відносна зміна продукту, виражена у відсотках, при відносному збільшенні i -фактора на 1%. Еластичність по i -фактору дорівнює відношенню граничного продукту до середнього продукту за цим фактором. Еластичність виробничої функції по фондам дорівнює $\varepsilon_K = \alpha = 0,22$, еластичність виробничої функції з праці дорівнює $\varepsilon_L = \beta = 0,82$.

У нашому випадку еластичність випуску по фондам α менша за еластичність випуску по праці.

Скористаємося побудованою для металургійних підприємств України виробничою функцією виду $y = 7,9x_1^{0,44}x_2^{0,39}$, де y – об’єм товарної продукції у вартісному вираженні, x_1 – вартість основних фондів, x_2 – фонд заробітної плати та функцією, побудованою для підприємства ПАТ «Інтерпайп НТЗ» $y = 12,4x_1^{0,22}x_2^{0,82}$ та побудуємо графіки випуску продукції підприємства «Інтерпайп НТЗ» у 2010–2017 роках.

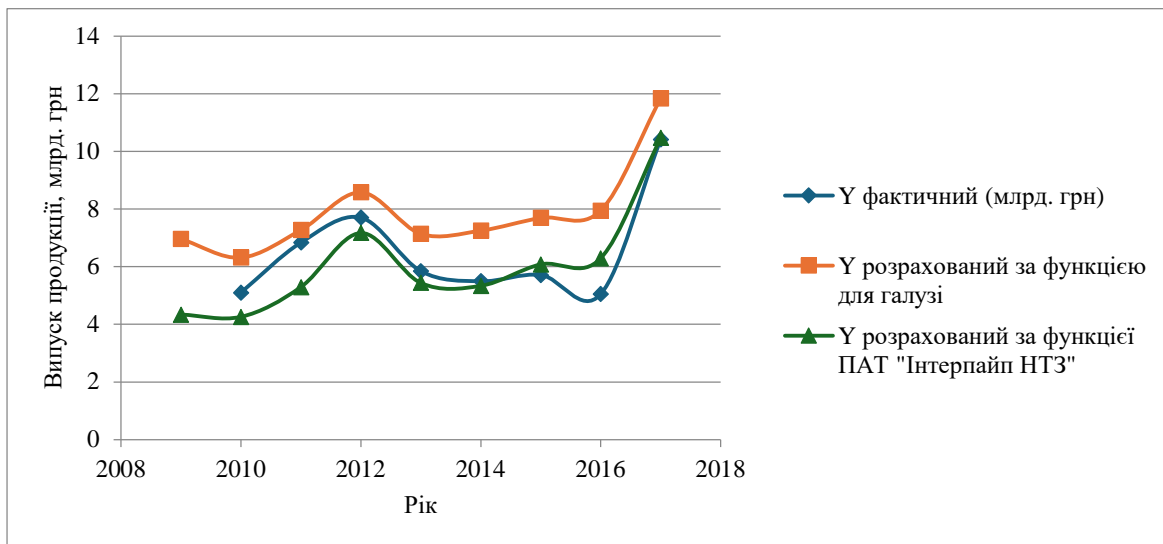


Рисунок 1.5. Випуск продукції ПАТ "Інтерпайп НТЗ", млрд. грн

При аналізі виробничої функції Кобба-Дугласа та основних виробничих показників підприємства був зроблений висновок про те, що процес виробництва на ПАТ «Інтерпайп НТЗ» інтенсивніше використовує працю, ніж капітал.

Оптимальне співвідношення між ресурсами, що використовуються досягається в так званій точці технологічного оптимуму. До досягнення цієї точки має місце етап зростаючої віддачі від змінного ресурсу (праці), який додається до постійного ресурсу (виробничих потужностей), коли віддача від кожного нового працівника зростає.

Але після досягнення точки технологічного оптимуму додавання кожного нового працівника більше не буде збільшувати віддачу від праці у вигляді зростання продукту, а навпаки, ця віддача почне знижуватися. Тобто на другому етапі починає діяти закон спадної віддачі, або, як ще його називають, закон

спадної продуктивності. Він був відкритий французьким економістом Ж.Р. Тюрго ще в XVIII в.

Таким чином, для забезпечення прибутковості і стабільного розвитку ПАТ «Інтерпайп НТЗ» потрібно перейти на використання більшої частки капіталу у виробничому процесі замість праці. Це можливо шляхом модернізації виробничих потужностей, використання досягнень наукового - прогресу, виключення технічно - неефективних видів виробництва. Залучення інвестицій як із власних джерел так і іноземного походження.

Оновлюючи обладнання, підвищуючи за рахунок цього продуктивність праці, підприємство забезпечує собі зростання прибутку. Граничний продукт праці в грошовому вираженні показує, наскільки зріс загальний дохід фірми при використанні тих же трудових одиниць із застосуванням прогресивного сучасного обладнання. При правильному розрахунку витрати на обладнання окупляться за певний проміжок часу і почнуть приносити чистий прибуток. І це вигідніше, ніж залучення нових співробітників, витрати на яких залишаються незмінними або навіть зростають.

Враховуючи те, що на сьогоднішній еластичність виробничої функції по праці складає 0,82, то скорочувати чисельність персоналу не рекомендується, так як це призведе до значного зменшення обсягу виробництва.

Таким чином, для досягнення максимального доходу у майбутньому періоді, ПАТ «Інтерпайп НТЗ» варто одночасно із залученням нових інвестицій для модернізації виробництва, збільшувати і чисельність персоналу, зайнятого у виробництві.

1.4. Підвищення ефективності управління вантажними роботами на базі алгоритмів нечіткої логіки [7]

Призначення і планування руху вантажівок від дверей до дверей стали важливими рішеннями в терміналі крос-докінгу, так як це диктує дві третини основних щоденних операцій в крос-докінгу, які є вхідними та вихідними.

Пріоритетна координація в'їжджаючих і виїжджаючих вантажівок забезпечить безперебійну роботу стикувального комплексу.

Погане планування руху вантажівок може привести до перевантажень, неякісної продукції і тривалого часу обробки, що може збільшити вартість.

Крім того, при наявності великої кількості вантажівок постачальників, які повинні обслуговуватися на вхідній стадії, неправильне рішення про планування може привести до того, що у керівництва операції з'являться додаткові робочі години для завершення всіх вихідних вантажів.

Стосовно цієї проблеми було запропоновано рішення, а саме розробити систему на базі нечіткої логіки для розрахунку очікуваного часу розвантаження вантажівки.

Врахування особистого досвіду операторів що керують операції перевалки товарів можливе при застосуванні алгоритмів нечіткої логіки, які дозволяють формалізувати особистий досвід спеціалістів, які почати не можуть дати чітких рекомендацій, обмежуючись нечіткими типу «більше-менше», «повільніше-швидше», «лівіше-правіше», тощо.

Для вирішення поставленої задачі необхідно:

1. Обрати підприємство, що використовує технологія крос-докінгу.
2. Опитати операторів щодо найкращих прийомів виконання операцій.
3. Створити систему рівнянь, що містять нечіткі висновки та визначити діапазон існування для кожної лінгвістичної змінної.
4. Реалізувати ці рівняння в систему нечіткої логіки програми Matlab.
5. За допомогою цієї програми створити набір чітких висновків на базі реальних розвантажень-завантажень.
6. Апроксимувати набір чітких висновків математичним рівнянням, яке можна було б реалізувати на базі Microsoft Excel.

В даному дослідженні дані були зібрані логістичної компанії – ТОВ «Мікробор Україна», яка займається наданням крос-докінг послуг.

Зібрані дані включали в себе всю необхідну інформацію, яка стосується вхідної операції. Ці дані включали в себе детальну інформацію про час прибуття

вантажного автомобіля, час початку обслуговування вантажного автомобіля біля дверей дока, час, що витрачається на розвантаження вантажу і час виїзди вантажівки з доку. Час розвантаження в даному дослідженні відноситься до загального часу, витраченому на перевантаження вантажу з вантажного автомобіля на вантажний відсік, а також часу, витраченому на перевірку правильності продукції. Крім того, з інформації, написаної в примірниках замовлень на поставку, була отримана інформація про різновиди товарів і кількості коробок. Вхідні дані для п'яти вантажівок наведено в таблиці 1.15

Таблиця 1.15 – Вхідні данні для п'яти вантажівок

Truck	PO	I	B	AT	ST	DT	AUT(min)
1	1	3	11	11:44	11:45	11:55	10
2	21	54	59	8:51	9:11	10:46	94
3	42	211	314	9:56	11:12	14:27	185
4	77	345	694	8:09	9:06	14:17	310
5	120	382	728	13:25	15:02	20:16	296

де PO - Purchase order (кількість замовлень); I - Item (кількість товару); B - Boxes (кількість коробок); AT - Actual time (дійсний час); ST - Start time (час старту операції); DT - Departure time (час відправлення); AUT - Actual unloading time (дійсний час на перевантаження); Min - Minutes (хвилини).

В даному дослідженні використовувався підхід нечіткої логіки для оцінки часу розвантаження вантажівок при в'їзді в стикувальний вузол роздрібною торгівлі. Оцінка часу розвантаження була визначена шляхом вимірювання трьох основних критеріїв, а саме: кількість замовлень на поставку, перевезених вантажівкою, варіативність позицій, перелічених у кожному замовленні на поставку, і кількість ящиків, завантажених у вантажівку. Ці критерії розглядалися в даному дослідженні, так як це була доступна інформація, яку можна було отримати на підставі замовлень на поставку, представлених вантажівкою в пункті

реєстрації. При оцінці часу розвантаження з використанням нечіткої логіки необхідно було виконати шість етапів:

Етап 1: Визначення вхідних і вихідних змінних: В даному дослідженні були визначені три вхідних і одна вихідна змінні. Вхідними змінними були - кількість замовлень на поставку (*Purchase order - PO*), різновиди товарів (*Item - I*) і кількість коробок (*Boxes - B*), в той час як вихідною змінною було очікуваний час розвантаження (*Unloading time - UT*), числове значення цього показника означає -кількість хвилин. Для кожної лінгвістичної змінної відповідне лінгвістичне значення і діапазон приналежності представлені в табл. 1.16

Діапазон був класифікований на основі проаналізованих даних, в той час як функція приналежності до відповідних вхідних і вихідних змінних була запропонована на основі цього аналізу даних і схвалена експертами компанії.

Таблиця.1.16 - Лінгвістичні змінні, лінгвістичні значення та діапазон приналежності до нечітких множин

Лінгвістична змінна	Лінгвістичне значення	Діапазон
Вхідні змінні		
Кількість замовлень (PO)	Very few (VF)	[0,17]
	Few (F)	[14,52]
	Moderate (M)	[49,102]
	High (H)	[99,152]
	Very High (VH)	[149,252]
	Very few (VF)	[0,50]
	Few (F)	[30,150]
	Moderate (M)	[120,250]
	High (H)	[200,400]
	Very High (VH)	[300,900]

Лінгвістична змінна	Лінгвістичне значення	Діапазон
Кількість коробок (B)	Very few (VF)	[0,100]
	Few (F)	[60,400]
	Moderate (M)	[200,800]
	High (H)	[500,1500]
	Very High (VH)	[900,4500]
Вихідні змінні		
Час перевантаження - Unloading time (UT)	Extremely short (ES)	[0,30]
	Very short (VS)	[20,45]
	Short (S)	[35,90]
	Moderate (M)	[60,120]
	Long (L)	[100,360]
	Very long (VL)	[240, 480]
	Extremely long (EL)	[400,600]

Для цього було проведено опитування «експертів» – менеджерів та операторів підприємства: Була створена група із 10 чоловік (4 оператора, 6 менеджерів), які були призначені керівництвом підприємства, для надання відповідей на запитання, що стосуються визначення діапазонів нечітких функцій приналежності та створення правил з лінгвістичним змінними. Кожен експерт отримав анкету, в якій було: певний набір чисел для кожної зміни, та необхідно було для кожного числа вибрати нечітку множину (Very Few, F,...); та написати правила для цих нечітких множин на свій розсуд.

Етап 2: Правила, які генеруються на базі нечіткої логіки з лінгвістичних значень вхідних і вихідних змінних.

Посилаючись на крок 1, були запропоновані три вхідні змінні з п'ятьма лінгвістичними значеннями для кожного входу. Таким чином, є можливість розрахувати загальна кількість можливих правил, які можуть бути отримані:

$$I = K^n$$

Тут I - максимально можлива кількість правил, K - кількість лінгвістичних

значень, n - кількість вхідних змінних. Отже: $I = 5^3 = 125$ правил .

Проте, 33 можливих правил були виключені трав цьому дослідженні експертами компанії через нелогічний стан:

- Оскільки кількість варіантів різноманітності товару, не може бути більше ніж кількість коробок у вантажівці.
- Кількість замовлень не може бути більша ніж кількості коробок
- Кількість замовлень не може бути більше ніж різноманітності

товару, за умови що в одній коробці не може бути два різних товару.

Правила, що були виключені із списку, наведено у таблиці 3.

Таблиця 1.17 - Фрагмент Правил, які були виключені через нелогічний стан

№	PO	I	B
1	F	M	VF
2	F	H	VF
3	F	VH	VF
4	F	VH	F
5	H	M	VF
6	H	F	VF
30	VH	F	VF
31	VH	M	VF
32	VH	VH	F
33	VH	VH	VF

Тому на основі отриманих 92 можливих правил (рис.1.5) була створена таблиця Fuzzy Associative Memory (FAM) [4], що представляє всі можливі виходи з усіх можливих входів. Всі можливі вхідні змінні були об'єднані за допомогою оператора 'AND'. Таблиці Fuzzy Associative Memory (FAM) були передані на затвердження експертам компанії.

Наприклад, правило 1 може бути представлено у вигляді правила IF-THEN як: *Правило 1*: Якщо кількість замовлень на поставку дуже мало, а різновидів товару дуже мало, а коробок дуже мало, то час розвантаження дуже мало.

Таким чином - *Правило 1*: $PO_{VF} I_{VF} A_{VF} B_{VF} \wedge U_{ES}$.

Із обраними вхідними параметрами X (Кількість замовлень) – Y (Кількість товару) – 15, та вихідним параметром та віссю Z (Очікуваний час

розвантаження).

Етап 3: Вхідна фазифікація. Була використана трапецієвидна функція для процесу перетворення чітких значень, тому що вона краще підходить для таких властивостей множин, які характеризують невизначеність типу: "приблизно дорівнює", "середнє значення", "розташований в інтервалі", "подібний до об'єкту", "схожий на предмет" і ін. Також служить, для подання нечітких чисел і інтервалів.

Використовуючи функцію приналежності, фазифікатор брав вхідні значення і визначав ступінь, в якій значення належать кожному з нечітких множин. Наприклад, функції приналежності лінгвістичних значень до числа замовлень на поставку наведені на рис. 1.6. Тоді як його трапецієподібний нечіткий набір можна проілюструвати на рис. 1.7.

Проведені розрахунки показують, що вхідні значення *w* належало більше до нечіткій множині - *very few* за ступенем приналежності, яка ближче до 1 в порівнянні з функціями належності для нечіткого множини - *few*.

Етап 4: Об'єднання нечітких значень отриманих на етапі 3 з правилами на базі нечітких правил (FRB), отриманими на етапі 2, для отримання нечіткого виведення. На рисунку 1.5 приведено вікно візуалізації нечіткого виведення. Вікно активізується командою Rules меню View. В полі Input вказуються значення вхідних змінних, для яких виконується нечіткий логічний висновок.

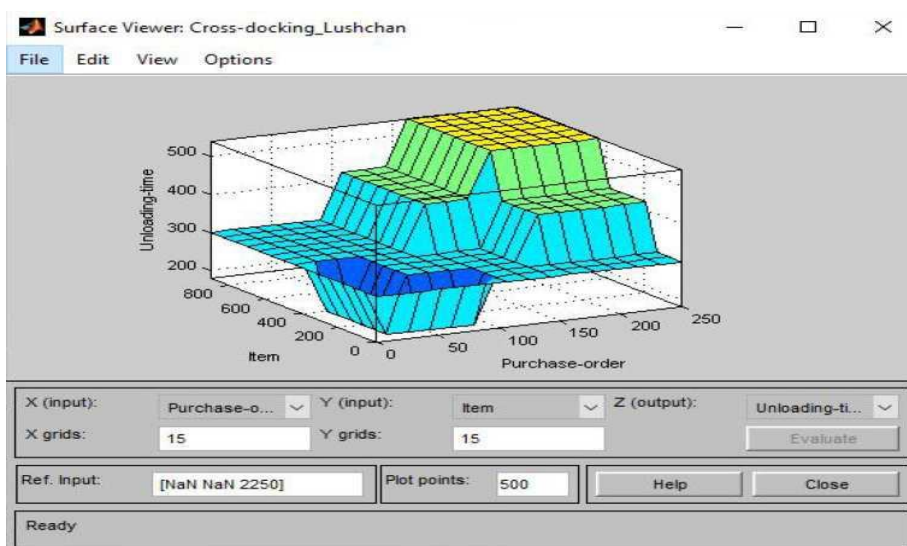


Рисунок 1.6 - Графічний аналог створеної системи розрахунку

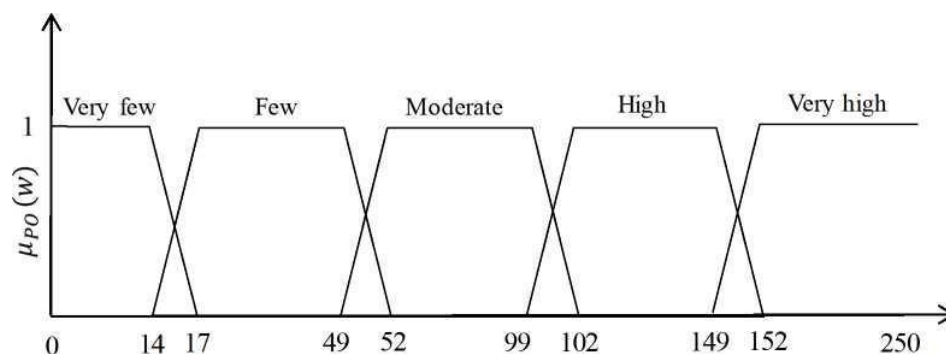


Рисунок 1.7. - Трапецієвидна функція приналежності для РО

Етап 5: Об'єднання вихідних даних: Агрегація являє собою процес об'єднання всіх окремих нечітких виходів в одну нечітку множину.

Етап 6: дефазифікація об'єданого виходу: Метою дефазифікації було перетворення агрегованого нечіткого виходу в чітку величину.

В даному дослідженні було використано інструментарій Matlab для роботи з нечіткою логікою для визначення розрахункового часу вантажівки постачальника.

$$\begin{aligned}
 &\text{Very few:} \\
 &\mu_{PO_{VF}}(W) = (0, 0, 14, 17) = \begin{cases} \frac{17-w}{17} & (0 \leq w < 14) \\ 0 & (w \geq 17) \end{cases} \\
 &\text{Few:} \\
 &\mu_{PO_F}(W) = (17, 17, 49, 52) = \begin{cases} \frac{w-17}{49-17} & (17 \leq w < 49) \\ 0 & (w \geq 52) \end{cases} \\
 &\text{Moderate:} \\
 &\mu_{PO_M}(W) = (49, 52, 99, 102) = \begin{cases} \frac{w-49}{102-49} & (49 \leq w < 99) \\ 0 & (w \geq 102) \end{cases} \\
 &\text{High:} \\
 &\mu_{PO_H}(W) = (99, 102, 149, 152) = \begin{cases} \frac{w-99}{152-102} & (99 \leq w < 149) \\ 0 & (w \geq 152) \end{cases} \\
 &\text{Very high:} \\
 &\mu_{PO_{VH}}(W) = (149, 152, 250, 250) = \begin{cases} \frac{w-149}{250-149} & (149 \leq w < 250) \\ 0 & (w \geq 250) \end{cases}
 \end{aligned}$$

Рис. 1.8 - Функція приналежності для кількості замовлень (W)

Для підтвердження застосовності запропонованого в даній роботі методу нечіткої логіки було проведено порівняння фактичного часу розвантаження з реальними даними, які зібрані в даній роботі, з розрахунковим часом розвантаження, отриманим в результаті застосування підходу нечіткої логіки. У табл. 4 наведено порівняння фактичного часу розвантаження з розрахунковим часом розвантаження для п'яти обраних вантажівок постачальника. У першому стовпчику таблиці 1.18 представлена кількість вантажівок (Truck) для проходження, а саме - п'ять, далі слідує кількість замовлень на поставку (Purchase order), перевезених в одній вантажівці у другому стовпчику. У третій колонці представлено різноманіття позицій (Item), вказаних в замовленнях на поставку, а в четвертій колонці вказано кількість ящиків (Boxes), що перевозяться на одну вантажівку. У п'ятому і шостому стовпчиках представлено фактичний час розвантаження (Actual unloading time), отримане в результаті збору даних, і значення розрахункового часу розвантаження (Estimated unloading time), отримане в результаті застосування підходу нечіткої логіки, відповідно. В останньому стовпці табл. 1.18 наведена різниця (Difference) між фактичним часом розвантаження і розрахунковим часом розвантаження з попередніх стовпців в хвиликах.

Таблиця 1.18 - Порівняння розрахункового і фактичного часу розвантаження для вантажівок п'яти постачальників

Truck	PO	I	B	AUT(min)	EUT(min)	DIFF(min)
1	1	3	11	10	12	-2
2	21	54	59	32	30	2
3	42	211	314	185	183	2
4	50	300	750	227	223	4
5	77	345	694	310	303	7

За відомі значення y було взято діапазон вихідних значень - Unloading time (UT), за відомі значення x діапазон вхідних значень - Purchase order (PO), Item (I), Boxes (B). Отримані результати розрахунків було описано лінійною моделлю виду.

$$Y = 15,774 + 1.306 Po + 0.0853 I + 0.0571 B.$$

Ця модель має високе значення коефіцієнту детермінації - 0,9171 та критерій Фішера більше ніж табличне значення - $F_{\text{табл}}=3,238 < F_{\text{розрах}}=58,967$.

Для розрахунків економічного ефекту була складена табл. 1.21 на основі даних, взятих зі звітів компанії про минулі виконанні операції по обслуговуванню автомашин в терміналі крос-докінгу. Була взята вибірка з 10 вантажівок, порядковий номер кожної у першому стовпці табл. 5. Час, який потрібно для розвантаження вантажівки, на думку оператора терміналу записаний у хвиликах у другому стовпчику (UT_M), у третьому - час, який було розраховано за допомогою розробленої моделі (UT_P) та фактичний час розвантаження ($иТФ$). Розрахунок часу відбувався на підставі вхідних даних вантажівки — кількість замовлень, різноманітність товару, кількість коробок, вся ця інформація була отримана з товарною накладною.

Таблиця 1.19 - Порівняння розрахованого часу, та часу на думку оператора

№ Вантажівки	UT_0 , хв.	UT_P , хв.	иТФ, хв.	$ иТФ-иТ_0 $	$ иТФ-UT_P $
1	90,0	89	94	4	5
2	150,0	146	145	5	1
3	130,0	138	133	3	5
4	240,0	222	227	13	5
5	210,0	214	208	2	6
6	300,0	297	296	4	1
7	30,0	25	23	7	2
8	45,0	59	59	14	0
9	120,0	97	105	15	8
10	90,0	89	92	2	3
<i>I</i>	1405	1376	1382	69	36

У таблиці було розглянуто лише 10 вантажівок, а в середньому, за добу термінал з трьома док-дверями обслуговує 30 вантажівок.

Результати, отримані у процесі дослідження показують, що економія часу за одну добу становить: $3 \cdot 33 - 99$ хвилин, або більше ніж 1,5 години. Якщо прийняти середню кількість робочих днів терміналу у місяць - 28, тоді в місяць економія вийде у $99 \cdot 28 - 2772$ хвилин, або більш ніж 46 годин. Відповідно у рік виходить - 33 264 хвилини, або 554,4 години. Це 23 робочих доби, отже додаткова кількість автомашин, які можуть бути обслуговувані у терміналі компанії: $23 \cdot 30 - 690$ автомашин на рік.

Якщо врахувати в грошовому еквіваленті: середня вартість обслуговування однієї вантажівки складає 8-9 тис. грн., то при використанні запропонованого алгоритму, з'являється можливість отримати додатковий прибуток близько 6 млн. грн. на рік .

1.5. Оптимізація витрат на закупівлю деталей для ремонту обладнання [9]

Виробничі лінії, що випускають товари широкого вжитку, складаються зі значної кількості деталей, деякі з яких використовуються в декількох верстатах. Зупинка через вихід з ладу будь-якої запасної частини будь-якого з верстатів лінії означає припинення випуску продукції.

Припинення роботи виробничої лінії - це недоотримання доходу за реалізований товар. Тому приходиться робити запаси деталей, щоби їх негайно замінити в разі виходу з ладу. Чим більші такі запаси, тим гірше ситуація з оборотністю капіталу, а отже, і з прибутком. Тобто, запчастин на складі потрібно тримати якийсь необхідний мінімум, який би забезпечив з одного боку безвідмовну⁷ роботу виробничої лінії, а з іншого - зменшив витрати на закупівлю запчастин.

В більшості випадків оптимізацію запасів роблять, використовуючи або модель Вільсона, або статистичну модель.

Сформулюємо задачу оптимізації в загальному вигляді.

Нехай кількість типів деталей що виходять з ладу становить D . Тоді ймовірність безвідмовної роботи виробничої лінії можна знайти як добуток безвідмовної роботи кожної з деталей при умові, що підприємство має їх достатній запас

$$P_L = \prod_{j=1}^D P(n_j, m_j, p_j). \quad (1.21)$$

де $P(n_j, m_j, p_j)$ знаходиться як залежність від n_j – кількості пристроїв та m_j – кількості запасних частин для цього пристрою

Позначимо як REV доходи за місяць від безперебійної роботи виробничої лінії, а як $PROF$ - відповідно, прибуток від безперебійної роботи лінії. Звідкіля, з урахуванням (1) можна записати, що загальний дохід від роботи лінії буде становити

$$REV_{TOTAL} = P_L REV - PROF(1 - P_L). \quad (1.22)$$

Очевидно, що загальний прибуток має бути зменшений на вартість запасних частин яку необхідно тримати на випадок виходу з ладу діючих деталей, помножену на ймовірність того, що n_j однакових деталей працюватимуть безперебійно протягом місяця:

$$CSP = \sum_{j=1}^D c_j m_j \left(1 - \prod_{i=1}^{n_j} (1 - p_j) \right), \quad (1.23)$$

де c_j – вартість j -ї запасної частини. Об'єднавши (1.22) та (1.23) ми отримаємо цільову функцію, що максимізується

$$REV_{TOTAL} = P_L REV - PROF(1 - P_L) - \sum_{j=1}^D c_j m_j \left(1 - \prod_{i=1}^{n_j} (1 - p_j) \right) \rightarrow \max. \quad (1.24)$$

Обмеженням для цієї задачі буде вимога $0 \leq m_j \leq L, (1 \leq j \leq D)$,

L - кількість однотипних деталей, що знаходять використання у виробничій лінії.

Ці ж параметри будуть змінними факторами в оптимізаційній задачі, що

робить її задачею математичного програмування, яка може бути вирішена будь-яким методом, реалізованим в цифровому процесорі Microsoft Excel.

Покажемо, як запропонована модель буда використана для виробничої лінії заводу «КПД» корпорації «Біосфера».

Почнемо зі знайдення величини $P(n_j, m_j, p_j)$. Для цього було використано положення з теорії надійності. Припустимо, що є n пристроїв, які повинні працювати одночасно протягом часу t . Імовірність того, що яке-небудь з них безвідмовно проробить цей термін, становить p (одна і та ж для всіх пристроїв, і пристрої відмовляють незалежно одне від іншого). Як зміниться ймовірність безвідмовної роботи системи, якщо в ній, крім n основних пристроїв, є ще m резервних, що знаходяться в навантаженому стані (тобто в тому ж режимі, в якому й основні). Відмовою як і раніше вважається перехід системи в такий стан, коли в ній кількість працездатних пристроїв виявляється меншим m . Шукана ймовірність є згідно [10]

$$P_n(m) = \sum_{i=0}^m C_{m+n}^{n+i} p^{m+i} (1-p)^{m-i} \quad (1.24)$$

Така функція є не зручною для використання в оптимізаційній підпрограмі Solver цифрового процесора Microsoft Excel. Потрібна гладка функція, тому було використано метод планування експериментів. Його сутність полягає у тому, що при проведенні активного експерименту потрібно брати тільки наперед визначенні значення вхідних факторів, що дозволяє отримати значення вихідного фактору описати поліномом другого порядку. В нашому випадку для трифакторного експерименту, було використано план, де подані як відносні так і абсолютні значення факторів.

Щоб знайти крайні точки плану експерименту було виділено 29 основних типів деталей, що найчастіше виходять з ладу. Для них розраховано ймовірність виходу з ладу протягом робочого місяця, поділивши кількість деталей одного типу, що вийшли з ладу, на їх загальну кількість на виробничій лінії.

У табл. 1.20 наведено фрагмент таблиці розрахунків кількості виходу з ладу протягом місяця для деяких деталей виробничих ліній.

Таблиця 1.20 – Приклад статистики виходу з ладу деталей

Машина	Кількість деталей, що	Деталь
Конвертингова машина Lotus	Лінія №2 Маркіратор Linx	0
Technoweb Гайки спеціальні	Лінія №2 Маркіратор Linx	1
Підшипник 626	Лінія № 1	1
Редуктор SRT28 1:7 G3 AC14	Лінія № 1	1
Табличка 90*50мм	Лінія № 1	1
Фланець FRTRT40F Van-el	Лінія № 1	1
Пила стрічкова 3160x20 мм	Лінія № 1 KNC-IM-800 Plus	1
Пила стрічкова INOX	Лінія № 1 KNC-IM-S00 Plus	1
Батарейка CR2032-C5	Лінія № 1 KNC-IM-800 Plus	1
Батарейка CR2032-PEN3	Лінія № 1 KNC-IM-800 Plus	5
Ват поворотний Кансан 800	Лінія № 1 KNC-IM-800 Plus	4

Отримана кількість таких деталей була з ладу. Фрагмент розрахунків наведено у розділену на загальну кількість однотипних деталей для визначення ймовірності виходу деталі з ладу.

Таблиця 1.21 – Розрахунок ймовірності виходу з ладу протягом місяця деталей перемоточної машини № 17

Деталь	Ймовірність виходу з ладу протягом місяця
Струна попередньої пайки (коротка)	25%
Ніж для вирл-бки більшого отвору	21%
Стрічка транспортера 30 мм FNI-2 E	20%
Підшипник 6201	18%
Щітка Coemter (ПМ№17)	16%
Плівка 40x0.25 мм. Прозора	14%
ТЗН-250x16-1,0,220 -ЮООВт	13%
Манжета 30x40x7 армована	11%
Підшипник 6004 ///	11%
Підшипник 6005 HI	11%
Підшипник 6006 (180106)	11%
Стрічка повітряної пайки Coemter	9%
Ніж для вирубки ЛІ52	9%
Плівка 80x0.20 мм. Прозора	9%
Пневмоциліндр SC-MS-20X25-S	9%

Деталь	Ймовірність виходу з ладу протягом місяця
Підшипник 6000 (180100)	9%
Підшипник 6002 <i>Hi</i>	9%
Підшипник 6202	9%
Ланка для з'єднання 16В-1- CL	7%
Лампа 100 Вт галогенна	7%
Шестерня -20331 (Coemter)	7%

З наведених вище таблиць видно, що найбільша варіація складає для: кількості основних деталей $n = [1, 29]$, запасних деталей $m = [1, 5]$, імовірність відмови роботи $p = [0,07: 0,29]$.

У табл. 1.22 подано план експерименту для визначення ймовірності $P(n., m_i, p.)$ за формулою (1.24).

Розрахунки за формулою (1.24) дали можливість стримати ймовірність безвідмовної роботи лінії що складається з основних та запасних частин.

Застосувавши метод найменших квадратів, знаходилася залежність $P(n., m., p.)$ вигляду

$$P(n., m., p.) = a_0 + \sum_{i=1}^2 (a_i x_i + a_{i+3} x_i^2) + x_1(a_7 x_2 + a_8 x_3) + a_9 x_2 x_3 + a_{10} x_1 x_2 x_3 \quad (1.25)$$

де, x_1, x_2, x_3 відповідно n, m, p ; $a_0 \dots a_{10}$ – коефіцієнти моделі.

Таблиця 1.22 – Відносні та абсолютні значення факторів

Відносні значення			Абсолютні значення		
N	m	P	N	m	p
-1	-1	-1	9	2	0,146
1	-1		19	4	0,146
-1	1	1	9	2	0,146
1	1	-1	19	4	0,146
-1	-1	1	9	2	0,214
1	-1	1	19	4	0,214
-1	1	1	9	2	0,214
1	1	1	19	4	0,214
-1,44	0	0	1	3	0,18
1,44	0	0	29	3	0,18
0	-1,44	0	14	1	0,18
0	1,44	0	14	5	0,18
0	6	-1,44	14	3	0,07
0	0	1,44	14	3	0,29

Розрахунок коефіцієнтів було проведено із застосування додатку Regression електронних таблиць Microsoft Excel і отримано наступну точну залежність з нульовою похибкою ($R^2 = 1$)

$$P(n, m, p) = 86,7681605124964 - 2,84833424436937n - 29,108090005352m - 263,661359237691p + 0,502980497238123nm - 11,8302415352799np + 3,18474557260924mp + 0,0776912809148127n^2 + 2,28310029726217m^2 + 899,888428544503p^2 \quad (1.25)$$

Формула (1.25) використовувалася для знайдення за моделлю (1.24) оптимального запасу запчастин. Для розрахунків використовувався додаток Solver цифрового процесору Microsoft Excel. В якості оптимального алгоритму було прийнято метод зведеного градієнту, оскільки формула (1.25) є нелінійною.

У табл. 1.23 наведено частину розрахунку оптимального запасу запчастин. З таблиці видно, що деяких запчастин не вистачає (різниця має від'ємне значення), а деяких занадто багато, аніж потрібно (різниця має додатне значення). Загалом оптимальна кількість деталей тільки для наведеного прикладу була 73 одиниці.

Таблиця 1.23 – Порівняння оптимального розрахунку з наявністю деталей на складі для перемоточної машини № 17

Деталь	Запас деталей	Оптимальна кількість запасу деталей	Різниця
Струна попередньої пайки (коротка)	5	9	4
Ніж дія вирубки більшого отвору	7	3	4
Стрічка транспортера 30 мм FM-2 E	10	її	-1
Підшипник 6201	18	9	9
Щітка Csemter {TIMNsITj	4	5	1
Плівка 40x0,23 мм. Прозора	3	6	-3
ТЗН-250x16-1,0'220 -1 ОООВт	17	9	8
Манжета 30x40x7 армована	3	11	-S
Пі . . fiDfH ///	19	5	14
Пі . . 6005 /?/	15	5	10
Підшипник 6006 (180106)	13	11	2
Стрічка повітряної пійвь: Coemter	4	5	-1
Ніж для вирубки Л152	15	5	10
Птівка 30x0,20 мм. Прозора	4	6	-2
Пневмоциліндр SC-MS-20X25-S	3	5	-2
Підшипник 6000 (180100)	7	4	3
Підшипник 600	12	6	6
Підшипник 67.05.	6	2	4
П'ятка для з'єднання 16В-1- CL	18	2	16
Лампа 100 Вт галогенна	13	9	4
Шестерня-20331 (Csemter)	13	8	5

Загалом 73

Згідно зі зробленим розрахунком протягом 4 кварталу 2018 року робилися закупки запасних частин. Загальна економія склала 38.6 тис. грн. Але у зв'язку з тим, що через відсутність струпи попередньої ланки Coemter лінія стояла 8 годин, недоотриманий прибуток склав 12,4 тис. грн. Отже загалом можна вважати, що ефективність запропонованого плану придбання запчастин дав економічний ефект у розмірі 26.2 тис. грн.

1.6. Економічне обґрунтування вибору розробки розвіданого нафто-газового родовища [11]

Економічне обґрунтування вибору розробки розвіданого нафто-газового родовища є критично важливим кроком у стратегічному плануванні розвитку галузі видобутку природних ресурсів. Перед тим як розпочати витрати на інфраструктуру та буріння свердловин, необхідно докладно розглянути різні аспекти, які включають економічну цілеспрямованість, прибутковість та сталий розвиток. Це є обов'язковим для підтримання економічної стійкості і забезпечення максимального користування природними ресурсами.

По-перше, економічне обґрунтування вибору розробки родовища включає оцінку вартості розвідки та видобутку нафти і газу. Ця оцінка повинна враховувати фактори, такі як глибина родовища, його розміри, прогнозований видобуток та ціни на нафту та газ на світовому ринку. Інвестори і компанії повинні аналізувати витрати на геологорозвідувальні роботи, буріння свердловин, будівництво і експлуатацію інфраструктури, а також оцінювати ризики, пов'язані з процесом видобутку.

По-друге, економічне обґрунтування повинно включати аналіз потенційних прибутків від родовища. Це означає визначення очікуваних доходів від продажу нафти та газу, враховуючи ціни на ринку та обсяги видобутку. Компанії повинні розраховувати прибуток на основі поточних індикаторів, а також розглядати різні сценарії цін та обсягів продажів, щоб оцінити стійкість проекту до ринкових змін.

По-третє, сталий розвиток також є важливою частиною економічного обґрунтування. Компанії повинні враховувати соціальні та екологічні наслідки розробки родовища. Вони повинні розглядати можливі впливи на місцеві спільноти, дотримуватися вимог стандартів з охорони навколишнього середовища та розробляти плани відновлення природних ресурсів після завершення видобутку.

Економічне обґрунтування також повинно враховувати фінансову стійкість компанії та її здатність фінансувати проект. Це включає оцінку доступних фінансових ресурсів, можливість залучення кредитів або інших джерел фінансування та розрахунок прибутку на капітал.

У підсумку, економічне обґрунтування вибору розробки розвіданого нафтогазового родовища вимагає глибокого аналізу різних факторів, включаючи витрати, прибутковість, ризики та сталий розвиток. Цей аналіз допомагає приймати обґрунтовані рішення щодо інвестування в родовище та забезпечує успішний та стійкий розвиток галузі видобутку природних ресурсів.

Кластеризація родовищ є основним завданням даного дослідження, оскільки вона включає ряд інших фундаментальних завдань, наприклад, визначення кластеру родовища за технічними параметрами.

Кластеризацією можна назвати завдання розміщення вхідних образів за категоріями чи, інакше кажучи, кластерам, так щоб близькі вектори (подібні образи) опинилися у одній категорії. Відмінністю у завданні кластеризації від схожого завдання класифікації у тому, що набір категорій спочатку не заданий, а визначається у процесі навчання нейронної мережі. [12]

Прикладом завдання кластеризації є завдання стиснення інформації шляхом зменшення різноманітності даних. Кластеризація або природна класифікація – це процес об'єднання в групи об'єктів, що мають схожі ознаки. На відміну від звичайної класифікації, де кількість груп об'єктів фіксовано та заздалегідь визначено набором ідеалів, тут ні групи та їх кількість заздалегідь не визначені та формуються в процесі роботи системи виходячи з певної міри близькості об'єктів. [12]

Кластеризація застосовується на вирішення багатьох прикладних завдань: від сегментації зображень до економічного прогнозування. Цілі кластеризації можуть бути різними залежно від особливостей конкретного прикладного завдання:

- Зрозуміти структуру безлічі об'єктів, розбивши його на групи схожих об'єктів. Спростити подальшу обробку даних та прийняття рішень, працюючи з кожним кластером окремо;
- Скоротити обсяг даних, що зберігаються у разі надвеликої вибірки, залишивши по одному найбільш типовому представнику від кожного кластера;
- Виділити нетипові об'єкти, які не підходять ні до одному із кластерів. Це завдання називають однокласовою класифікацією, виявленням нетиповості або новизни.

У першому випадку число кластерів намагаються зробити менше. У другому випадку важливіше забезпечити високий ступінь схожості об'єктів всередині кожного кластера, а кластерів може бути скільки завгодно. У третьому випадку найбільший інтерес становлять окремі об'єкти, які не вписуються в жоден з кластерів.

Один із шляхів кластеризації – застосування штучного інтелекту та нейронних мереж. Далі розглянемо організацію мережі та оцінимо тимчасові витрати на навчання.

Штучним нейронним мережам (ІНС) з кожним днем знаходять нове застосування. Вони являють собою набори елементарних нейроподібних перетворювачів інформації (нейронів), з'єднаних друг з іншим каналами обміну інформації для їхньої спільної роботи. Дані мережі здатні обробляти велику кількість даних із високою швидкістю. Для побудови нейронної мережі необхідно підготувати набори даних, які будуть використовуватися для вирішення поставлених проблем. Після збору даних відбувається процес навчання нейронної мережі, де уточнюються значення вагових коефіцієнтів для окремих вузлів на основі поступового збільшення обсягу вхідний та вихідний інформації. Навчання відбувається до тих пір, поки помилка не досягне прийнятно низький рівень. Потім проводиться тестування отриманої моделі ІНС на незалежних прикладах. [13]

На рис. 1.9 наведено приклад кластеризації родовищ. Подібного результату в більш мірних просторах можна досягти за допомогою нейронних мереж

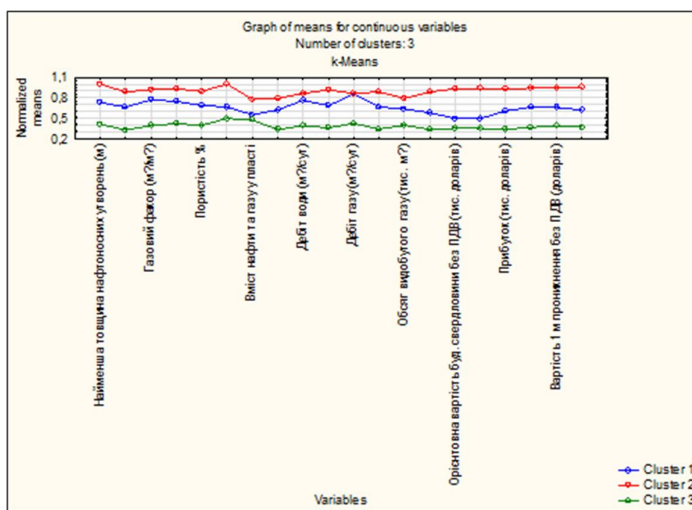


Рисунок 1.9 – Приклад кластеризації родовищ

Для створення моделі ІНС були використані показники по 15 свердловин. Основним завданням моделі є визначення кластеру нового родовища. Вхідні дані для навчання нейронної мережі були:

- Найменша товщина нафтоносних утворень;
- Найбільша товщина нафтоносних утворень;
- Газовий фактор;
- Температура пластів;
- Пористість;
- Проникність;
- Вміст нафти та газу у пласті;
- Глибина залягання;
- Дебіт води;
- Дебіт нафти;
- Дебіт газу;
- Обсяг видобутої нафти;
- Обсяг видобутого газу;

- Проектна глибина свердловини.

Вихідним параметром (передбачуваним) виступає номер кластеру.

Створення моделі ІНС здійснювалося у програмному забезпеченні STATISTICA. Аналіз результатів показав, що збудована ІНС характеризується високою якістю навчання. (рис. 1.10)

Net. ID	Net. name	Training perf.	Test perf.	Validation perf.	Algorithm	Error funct.
1	MLP 14-14-3	100,000000	100,000...	100,000000	BFGS 8	SOS
2	MLP 14-8-3	72,727273	100,000...	100,000000	BFGS 2	CE
3	MLP 14-8-3	90,909091	50,000000	100,000000	BFGS 0	CE
4	MLP 14-10-3	54,545455	100,000...	100,000000	BFGS 8	SOS

#	1. Класт...	2. Класт...	3. Класт...	4. Класт...	5. Класт...	Найм...
1	2	3	1	3	3	10,000
2	2	3	1	3	3	15,000
3	3	3	3	3	3	20,000

Рисунок 1.10 – Результати за моделлю ІНС

За результатами ІНС, нові родовища були розподілені за кластерами. На собівартість будь-якого родовища впливають деякі фактори. Оцінити результати їх дії можливо методами статистики, основу яких становлять побудова і аналіз відповідної математичної моделі. Отже, побудуємо регресійну модель та обчислимо наступні параметри: Орієнтовна вартість буд. свердловини без ПДВ, Орієнтовна вартість буд. свердловини з урахуванням ПДВ, Прибуток, Собівартість будівництва свердловини, Вартість 1 м проникнення без ПДВ, Вартість 1 м проникнення з урахуванням ПДВ.

У регресійній залежності часто використовують прості залежності, що не потребують складних розрахунків, які можна легко економічно інтерпретувати. Практичне застосування регресійного аналізу ґрунтується на тому, що рівняння лінійної регресії висловлює залежність між показниками навіть у тих випадках, коли вони виявляються складнішими і потребують значних розрахунків. [4]

У сферах досліджуваних величин найскладніші залежності можуть мати наближено лінійний характер. У загальній формі прямолінійне рівняння регресії має вигляд:

$$y = a_0 + b_1 \times x_1 + b_2 \times x_2 + \dots + b_m \times x_m,$$

де y – результативна ознака, що досліджується змінна;

x_i - позначення фактору (незалежна змінна);

m – загальна кількість факторів;

a_0 – вільний член рівняння;

b_i – коефіцієнт регресії за чинника.

Використання регресійного аналізу дає можливість вирішувати різні завдання в галузі прогнозування. Прогнозні значення розраховуються шляхом підстановки рівняння регресії параметрів значень пояснюючих змінних. Головна мета регресійного аналізу це ідентифікація рівняння регресії, включаючи статистичну оцінку її параметрів.

Отримані дані, в результаті побудови регресійної моделі наведені в таблицях 1.24 – 1.25:

Таблиця 1.24 – Якість побудови регресійної моделі

Родовище 1	Факт	Прогноз	Відхилення	%
Орієнтовна вартість буд. свердловини без ПДВ (тис. доларів)	750	867,62	-117,62	15,68%
Орієнтовна вартість буд. свердловини з урахуванням ПДВ (тис. доларів)	880	1056,796	-176,796	20,09%
Прибуток (тис. доларів)	180	193,69	-13,69	7,61%
Собівартість будівництва свердловини (тис. доларів)	720	970,15	-250,15	34,74%
Вартість 1 м проникнення без ПДВ (доларів)	780	1054,615	-274,615	35,21%
Вартість 1 м проникнення з урахуванням ПДВ (доларів)	1100	1080,5019	19,4981	-1,77%

Таблиця 1.25 – Якість апроксимації даних

Родовище 2	Факт	Прогноз	Відхилення	%
Орієнтовна вартість буд. свердловини без ПДВ (тис. доларів)	800	917,51	-117,51	14,69%
Орієнтовна вартість буд. свердловини з урахуванням ПДВ (тис.)	950	1097,406	-147,406	15,52%
Прибуток (тис. доларів)	200	253,8	-53,8	26,90%
Собівартість будівництва свердловини (тис. доларів)	780	910,106	-130,106	16,68%
Вартість 1 м проникнення без ПДВ (доларів)	850	985,6	-135,6	15,95%
Вартість 1 м проникнення з урахуванням ПДВ (доларів)	1200	1280,9066	-80,9066	6,74%

Виходячи з отриманих розрахунків, можна стверджувати, що обирати треба ту свердловину, для якої відношення прогнозу загальної вартості розробки до розвіданих запасів є мінімальним.

1.7. Визначення впливу CRM-системи на фінансові показники підприємства за допомогою економетричних методів [14]

Розглянуто підприємство, що інтегрує CRM-систему і досліджено, яким чином CRM-система впливає на фінансові показники. Однією із задач управління фінансами є покращення темпів росту чистого оборотного капіталу (ЧОК) - одного з найважливіших показників фінансової стійкості підприємства. Він характеризує здатність підприємства забезпечити безперебійну діяльність за рахунок власних оборотних коштів.

Низькі темпи росту ЧОК можуть призвести до таких проблем, як:

- недостатність оборотних коштів для забезпечення безперебійної діяльності підприємства;
- необхідність збільшення заборгованості перед постачальниками та кредиторами;

- зниження фінансової стійкості підприємства.

Тому для покращення темпів росту ЧОК необхідно вжити заходів, спрямованих на:

- збільшення обсягу продажів;
- зменшення витрат на виробництво і реалізацію продукції;
- збільшення ефективності використання оборотних коштів.

CRM-система може допомогти у покращенні темпів росту ЧОК за рахунок впливу на такі показники підприємства:

- виробничі запаси - допомога в оптимізації управління запасами, що може призвести до зменшення їх обсягу;
- дебіторська заборгованість - підвищення ефективності управління дебіторською заборгованістю, що може призвести до зменшення її обсягу;
- витрати на збут - оптимізація витрат на збут;
- інші операційні витрати - підвищення ефективності управління ними.

Розглянемо більш детально вплив CRM системи на кожен показник.

CRM-система може допомогти у покращенні управління виробничими запасами за рахунок таких функцій:

- автоматизація процесу управління запасами;
- індивідуалізація управління запасами;
- покращення прогнозування попиту.

Стосовно дебіторської заборгованості, - CRM-система може допомогти у покращенні управління дебіторською заборгованістю за рахунок таких функцій:

- відстеження статусу дебіторської заборгованості;
- нагадування про оплату;
- застосування факторингу.

CRM-система може допомогти у покращенні управління витратами на збут за рахунок таких функцій:

- автоматизація процесів продажів;
- індивідуалізація маркетингових кампаній;

- застосування інструментів аналізу даних.

CRM-система може допомогти у покращенні управління іншими операційними витратами за рахунок таких функцій:

- автоматизація процесів управління витратами;
- індивідуалізація процесів управління витратами;
- застосування інструментів аналізу даних.

Для моделювання взаємозв'язку між факторами (x_i) та результативною ознакою (y) необхідно розробити лінійну регресію. Загальний вигляд рівняння регресії може бути подано у вигляді формули:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4, \quad (1.26)$$

де y - чистий оборотний капітал, тис. грн; a_0 - вільний член регресії; a_i - коефіцієнти рівняння регресії, які характеризують кількісний вплив на результуючий показник зміни величини відповідного факторного показника на одиницю його виміру; x_1 - виробничі запаси (тис. грн); x_2 - дебіторська заборгованість (тис. грн); x_3 - витрати на збут (тис. грн); x_4 - інші операційні витрати (тис. грн).

Вхідні дані подано у табл. 1.26.

Проведемо кореляційний аналіз даних показників, щоб виявити фактори, які впливають на результативний показник найбільше всіх. Розраховані дані подано у табл. 1.27.

Умовою побудови багатфакторної регресії є те, що незалежні змінні не повинні між собою корелювати. Бачимо, що така незалежна змінна, як «Виробничі запаси» сильно корелює з іншими незалежними змінними, а отже, цей фактор не будемо розглядати під час регресійного аналізу.

Проведемо регресійний аналіз. Скористаємося MS Excel (надбудова «Аналіз даних/Регресія»). Одержані дані подано у табл. 3.

Множинний коефіцієнт кореляції (множинний R) показує сумарну кореляцію між відгуком Y та всіма незалежними змінними X . Цей показник

свідчить про те, що кореляція сильна.

Коефіцієнт детермінації становить 0,9999. Цей показник свідчить, що на 99,99 зміна ЧОК як результативної ознаки спричинена зміною факторних ознак.

Отже, результати дисперсійного аналізу (табл. 4) вказують на надійність отриманої моделі: за критерієм Фішера оскільки p -значення менше 0.05 $F(1-0,95; m; n-m-1)$, тобто рівняння регресії (його коефіцієнти) значуще на 0,95.

Бачимо, що всі p -значення менше 0.05, тому коефіцієнти регресії значущі.

Таблиця 1.26 - Основні фінансові показники підприємства за 2018 - 2022 р. тис. грн

X1	X2	X3	X4	Y
Виробничі	Дебіторська	Витрати на	Інші операційні	ЧОК
943,22	25,00	962,00	506,00	523,00
854,33	46,00	1229,00	302,00	459,00
815,29	49,40	1201,00	435,40	446,23
821,34	8,85	1258,90	204,80	434,64
1174,29	10,27	1021,90	187,30	555,48

Таблиця 1.27 – Результати кореляційного аналізу

Виробничі	Дебіторська	Витрати на	Інші операційні
1			
-0,53033	1		
0,72444	-0,31783	1	
0,34409	-0,57082	-0,34018	1

Таблиця 1.28 - Регресійна статистика

Показник	Значення
Множинний R	0.999932963
R-квадрат	0.999865931
Нормований R -квадрат	0.999463725
Стандартна помилка	1.220882046

Таблиця 1.29 - Результати дисперсійного аналізу

Показник	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	Значимість <i>F</i> (<i>p</i> -)
Регресія	3	11116.33785	3705.445949	2485.953886	0.014742262
Залишок	1	1.49055297	1.49055297		
Всього	4	11117.8284			

Отже, складемо лінійну багатофакторну регресію:

$$y = 1085.77 + 0.8908x_2 - 0.4857x_3 - 0.2321x_4. \quad (1.11)$$

Зі збільшенням дебіторської заборгованості на одиницю ЧОК збільшиться на 0.8908 од.; зі зростанням витрат на збут на одиницю ЧОК зменшиться на 0,4857; зі зростанням інших операційних витрат на одиницю ЧОК зменшиться на 0,2321 од. (табл. 1.29).

Розрахунок прогнозного значення ЧОК подано у табл. 1.30.

Отже, скористаємося медіанним значенням для кожної незалежної змінної та на основі цих значень зробимо прогноз ЧОК на 2023 р. За значень дебіторської заборгованості (x_1) = 25, витрат на збут (x_2) = 1201 та інших операційних витрат (x_3) = 302 прогнозоване значення ЧОК, розраховане за моделлю, буде 454,61 тис. грн, що на 100,86 тис. грн менше, ніж за 2022 р. У контексті діяльності підприємства дуже важливо мати ЧОК на достатньому рівні для оперативного реагування на поточні ситуації та виклики.

На початку 2023 р. підприємство інтегрувало у свою діяльність CRM-систему, в наявності котрої є модуль управління фінансами та інші модулі управління, які мали допомогти у покращенні темпів росту ЧОК за рахунок впливу на ті незалежні змінні, що застосовано у побудові моделі.

Показники підприємства на кінець 2023 р. вказано у табл. 7.

Отже, ЧОК за нових значень факторів зріс. Економетрична модель підтверджує фактичні дані.

Таблиця 1.30 – Коефіцієнти економетричної моделі

Показник	Коефіцієнт	Стандартна помилка	t-статистика	p-значення	Нижні 95%	Верхні 95%
У-перетин	1085.76616	8.12193469	133.683	0.00476206	982.567203	1188.9651
Дебіторська заборгованість	0.89076740	0.05177832	17.203	0.03696369	0.23286145	1.548673
Витрати на збут	-0.4856736	0.00649791	-74.743031	0.00851693	-0.5682374	-0.4031098
Інші операційні	-0.2321195	0.00713232	-32.5447	0.01955522	-0.3227442	-0.14149

Таблиця 1.31 - Порівняння ЧОК та прогнозованого ЧОК, тис. грн

	X2	X3	X4	у	у пр
Рік	Дебіторська заборгованість	Витрати на збут	Інші операційні	ЧОК	Прогнозований ЧОК
2018	943.22	25	962	506	523
2019	854.33	46	1229	302	459
2020	815.29	49.4	1201	435.4	446.23
2021	821.34	8.85	1258.9	204.8	434.64
2022	1174.29	10.27	1021.9	187.3	555.48

Таблиця 1.32 - Значення незалежних змінних підприємства на 2023р., тис. грн

Рік	Дебіторська заборгованість	Витрати на збут	Інші операційні	Прогнозований ЧОК	Фактичний ЧОК
2023	28,44324	780,475435	176,944294	690.9575288	667,316

У рамках дослідження проведено регресійний аналіз, який показав, що ЧОК підприємства на 2023 р. за прогнозом буде менше на 100,86 тис. грн ніж у 2022 р. Це пов'язано з такими факторами, як високий рівень дебіторської заборгованості, витрати на збут та інші операційні витрати.

Після інтеграції CRM-системи підприємство впровадило низку заходів, спрямованих на покращення управління цими факторами. Зокрема, запроваджено автоматизацію процесів управління дебіторською заборгованістю, оптимізовано витрати на збут та інші операційні витрати.

У результаті цих заходів ЧОК підприємства на кінець 2023 р. збільшився на 111,836 тис. грн. Це означає, що поставлену задачу перед CRM-системою з покращення темпів росту ЧОК виконано. Одержані результати свідчать про те, що CRM-система може бути ефективним інструментом для покращення фінансових показників підприємства. Однак, щоб CRM-система принесла максимальну користь, необхідно впроваджувати її в комплексі з іншими заходами, спрямованими на покращення ефективності бізнес-процесів.

Розділ 2

ФІНАНСИ

У цьому розділі представлені розробки методів оптимального управління фінансами підприємств.

2.1. Визначення найбільш ефективного алгоритму формування інвестиційного портфеля на фондових ринках США [15]

У процесі інвестиційної діяльності інвестор стикається з ситуацією вибору об'єктів інвестування з різними інвестиційними характеристиками для найбільш повного досягнення поставлених цілей. Сучасна інвестиційна діяльність безпосередньо пов'язана з так званою портфельною теорією.

Інвестиційний портфель – це цілеспрямовано сформована сукупність об'єктів реального і фінансового інвестування, призначених для здійснення інвестиційної діяльності у відповідності з розробленою інвестиційною стратегією підприємства.[16] Основна мета формування такого портфелю — забезпечення реалізації розробленої інвестиційної політики шляхом підбору найбільш ефективних і надійних інвестиційних вкладень. У процесі формування портфеля шляхом комбінування інвестиційних активів досягається нова інвестиційна якість: забезпечується необхідний рівень доходу при заданому рівні ризику.

Дохідність акцій не є сталою величиною і постійно змінюється у часі. Під інвестиційними ризиками розуміються причини мінливості доходів від інвестицій. Всі інвестиції схильні до різних ризиків. Чим більше мінливість (волатильність) цін, тим вище рівень ризику.

Саме тому виникає потреба визначити міру ризикованості акцій. Ця характеристика знаходиться внаслідок досліджень зміни доходності у часі. Чим більший період часу буде проаналізований, тим більш достовірний результат ми отримаємо.

У нашому прикладі були використані ціни акцій на фондовому ринку США за 10 тижнів у період з 03.08.2020 по 09.10.2020 таких відомих компаній як Apple– американської технологічної компанія, яка проектує та розробляє побутову електроніку, програмне забезпечення й онлайн-сервіси. Tesla– американська автомобільна компанія, орієнтована на дизайн, виготовлення та продаж електромобілів, та компонентів до них. Microsoft – багатонаціональна корпорація комп'ютерних технологій, що є найбільшою у світі компанією — виробником програмного забезпечення. Intel Corporation — найбільша у світі компанія-виробник напівпровідникових елементів та пристроїв, найбільш відома як розробник та виробник x86-серії мікропроцесорів, процесорів для ІВМ-сумісних персональних комп'ютерів. Chevron Corporation – інтегрована енергетична компанія США, одна з найбільших корпорацій в світі.

Ціни акцій на ринку були взяті з порталу Investing.com, що є відомим Інтернет- брендом і глобальним фінансовим порталом в 32 версіях на 22 мовах, включаючи додаток для Android на 12 мовах, що надає новини світових фінансових ринків, аналітику, графіки та поточні котирування, технічні дані та інформацію про фінансові інструменти.

Дані з фінансового порталу Investing.com подані у табл. 2.1

Таблиця 2.1 – Ціни акцій компаній на фондовому ринку США

Дата	Номер тижня	Компанія				
		Apple	Tesla	Microsoft	Intel Corporation	Chevron Corporation
		Вартість акцій (дол. США)				
03.08.2020	1	108,94	297	216,54	48,3	84,81
04.08.2020	1	109,67	297,4	213,29	49,13	86,49
05.08.2020	1	110,06	297	212,94	48,92	87,2
06.08.2020	1	113,9	297,92	216,35	48,57	87,47
07.08.2020	1	111,11	290,54	212,48	48,03	86,8
10.08.2020	2	112,73	283,71	208,25	49,22	89,73

Дата	Номер тижня	Компанія				
		Apple	Tesla	Microsoft	Intel Corporation	Chevron Corporation
		Вартість акцій (дол. США)				
11.08.2020	2	109,38	274,88	203,38	48,19	89,62
12.08.2020	2	113,01	310,95	209,19	49,19	90,72
13.08.2020	2	115,01	324,2	208,7	48,56	89,82
14.08.2020	2	114,91	330,14	208,9	48,89	90,35
17.08.2020	3	114,61	367,13	210,28	48,93	90,77
18.08.2020	3	115,56	377,42	211,49	48,65	87,63
19.08.2020	3	115,71	375,71	209,7	48,33	86,39
20.08.2020	3	118,28	400,37	214,58	49,17	84,81
21.08.2020	3	124,37	410	213,02	49,28	85,08
24.08.2020	4	125,86	402,84	213,69	49,14	87,2
25.08.2020	4	124,83	404,67	216,47	49,43	86,13
26.08.2020	4	126,52	430,63	221,15	49,55	84,78
27.08.2020	4	125,01	447,75	226,58	49,4	84,91
28.08.2020	4	124,81	442,68	228,91	50,43	85,63
31.08.2020	5	129,04	498,32	225,53	50,95	83,93
01.09.2020	5	134,18	475,05	227,27	50,79	83,08
02.09.2020	5	131,4	447,37	231,65	52,25	83,19
03.09.2020	5	120,88	407	217,3	50,39	82,28
04.09.2020	5	120,96	418,32	214,25	50,08	81,93
08.09.2020	6	112,82	330,21	202,66	48,91	78,97
09.09.2020	6	117,32	366,28	211,29	49,62	80,03
10.09.2020	6	113,49	371,34	205,37	48,96	78,15
11.09.2020	6	112	372,72	204,03	49,28	77,69
14.09.2020	7	115,36	419,62	205,41	49,41	77,29
15.09.2020	7	115,54	449,76	208,78	50	76,35

Дата	Номер тижня	Компанія				
		Apple	Tesla	Microsoft	Intel Corporation	Chevron Corporation
		Вартість акцій (дол. США)				
16.09.2020	7	112,13	441,76	205,05	50,37	78,56
17.09.2020	7	110,34	423,43	202,91	50,32	78,79
18.09.2020	7	106,84	442,15	200,39	49,89	78,21
21.09.2020	8	110,08	449,39	202,5	49,72	76,3
22.09.2020	8	111,81	424,23	207,42	49,95	75,53
23.09.2020	8	107,12	380,36	200,59	48,82	71,95
24.09.2020	8	108,22	387,79	203,19	49,16	71,8
25.09.2020	8	112,28	407,34	207,82	49,94	71,83
28.09.2020	9	114,96	421,2	209,44	51,43	73,93
29.09.2020	9	114,09	419,07	207,26	52,24	72
30.09.2020	9	115,81	429,01	210,33	51,78	70,42
01.10.2020	9	116,79	448,16	212,46	52,24	70,33
02.10.2020	9	113,02	415,09	206,19	51,01	71,19
05.10.2020	10	116,5	425,68	210,38	51,69	72,7
06.10.2020	10	113,16	413,98	205,91	51,37	72,3
07.10.2020	10	115,08	425,3	209,83	52,67	73,78
08.10.2020	10	114,97	425,92	210,58	53,37	74,22
09.10.2020	10	116,97	434	215,81	52,82	74

*Таблицю створено особисто розробником за даними **

<https://www.investing.com/markets/united-states>

Наше завдання полягає в формуванні ефективного інвестиційного портфеля. Для цього виконаємо розрахунки за декількома методиками. Скористаємося моделлю Марковіца [17]. Метою моделі є складання оптимального портфеля, тобто з мінімальним ризиком і максимальною

прибутковістю. Для складання портфеля вирішується оптимізаційна задача. Мінімізуємо ризик при мінімально допустимому рівні прибутковості:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n w_i \cdot w_j \cdot k_{ij} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j} \rightarrow \min \\ \sum_{i=1}^n w_i \cdot r_i > r_p \\ \sum_{i=1}^n w_i = 1 \\ w_i \geq 0 \end{array} \right. \quad (2.1)$$

Максимізуємо прибутковість при заданому рівні ризику:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n w_i \cdot r_i \rightarrow \max \\ \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \cdot \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n w_i \cdot w_j \cdot k_{ij} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j} < \sigma_p \\ \sum_{i=1}^n w_i = 1 \\ w_i \geq 0 \end{array} \right. \quad (2.2)$$

Друга модель, яка буде використовуватися для формування портфелю – модель Пістунова-Сітнікова [18]. Модель, яка побудована на основі моделі Марковіца. Її відмінність полягає у тому, що вона не потребує заданого рівня ризику чи доходності портфеля.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\sqrt{\sum_i x_i^2 v_i^2 + \sum_i \sum_j x_i x_j v_{x_i x_j}}}{\sum_i x_i d_i} \rightarrow \min \\ \sum_i x_i d_i \\ x_i \geq 0 \end{array} \right. \quad (2.3)$$

Наступна модель, яку ми використаємо – це об'єднана модель Шарпа та Пістунова-Сітнікова [18].

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\sqrt{\sum_i x_i^2 v_i^2 + \sum_{ij} x_i x_j v_{x_i x_j}}}{(\sum_{ij} \alpha_{ij} x_{ij} + R_m * \sum_{ij} \beta_{ij} x_{ij}) * \sum_i x_i d_{ii}} \rightarrow \min, \\ x_{ij} \geq 0 \\ \sum_{ij} x_{ij} = 1 \end{array} \right. \quad (2.4)$$

Сформуємо інвестиційний портфель за моделлю Марковіца з кількох американських акцій. Для ефекту диверсифікації візьмемо представників різних секторів економіки США.

За допомогою MS Excel розраховуємо прибутковість за кожен розглядає мий період по формулі натурального логарифма. Для розрахунку очікуваної прибутковості беремо середнє значення за аналізований період. У нашому випадку це 10 тижнів. Розрахунок ризику кожної акції здійснюється за формулою стандартного відхилення.

Таблиця 2.2 – Очікувана доходність та ризик акцій фондового ринку США

Показник	Apple	Tesla	Microsoft	Intel Corporation	Chevron Corporation
Очікувана доходність	0,15%	0,79%	-0,01%	0,19%	0,30%
Ризик	2,82%	6,33%	2,16%	1,47%	1,72%

Таблицю створено особисто розробником за даними *

<https://www.investing.com/markets/united-states>

Наступним кроком буде розрахунок портфелю мінімального ризику. Визначимо частки окремих паперів в портфелі за допомогою надбудови *Пошук рішень*. Для початку необхідно задати мінімальний рівень допустимої прибутковості портфеля (r_p). Нехай $r_p = 0,2\%$. Цей показник залежить від інвестора та може змінюватися.

У результаті отримали портфель у якому 54,9% складають акції компанії Intel Corporation, 35,24%– Chevron Corporation та 9,89% компанії Microsoft. У цьому портфелі загальна очікувана доходність складає 0,21%, а рівень ризику 1,34%. Це та цифра, до якої морально готові люди, що інвестують з метою зберегти накопичення. Такий портфель має достатньо хороший рівень ризику, але не принесе інвестору великий прибуток. Цей портфель є консервативним. Візуалізація даного портфеля подана на рис. 2.1.

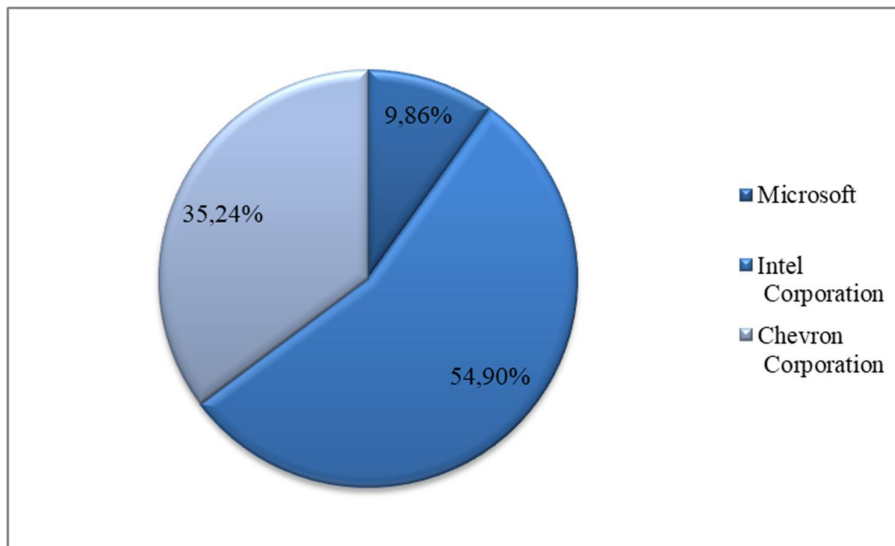


Рис. 2.1. Портфель мінімального ризику за Марковіцом

Аналогічним чином сформуємо портфель максимальної доходності. Для початку необхідно визначити максимальний рівень допустимого ризику портфеля (σ_p). Візьмемо $\sigma_p \leq 5\%$.

У надбудові Excel «Розв'язувач» змінюємо комірку, що оптимізується на прибутковість портфеля, її максимізуємо. Також змінюємо обмеження на допустимий рівень ризику.

У результаті маємо інвестиційний портфель максимальної доходності з ризиком 5% та доходністю 0,65%. У даному портфелі частка акцій компанії Tesla складає 77,17%, а частка акцій Intel Corporation складає 22,83%. Інвестиційний портфель подано на рис. 2.2.

Розрахуємо інвестиційний портфель за моделлю Пістунова-Сітнікова [18]. Дана модель не потребує заданого рівня ризику чи доходності.

Визначимо коваріації між паперами та розв'яжемо оптимізаційну задачу. Для цього скористаємося спеціальною надбудовою в Excel.

У результаті отримуємо інвестиційний портфель з рівнем ризику 5,64%, рівнем доходності 0,7%. У даному портфелі лівова частка приходить на акції компанії Intel Corporation– 91,1%, 4,25%– Chevron Corporation, 2,72% у компанії Apple та 1,92% у Microsoft. Візуалізація даного портфеля подана на рис. 2.3.

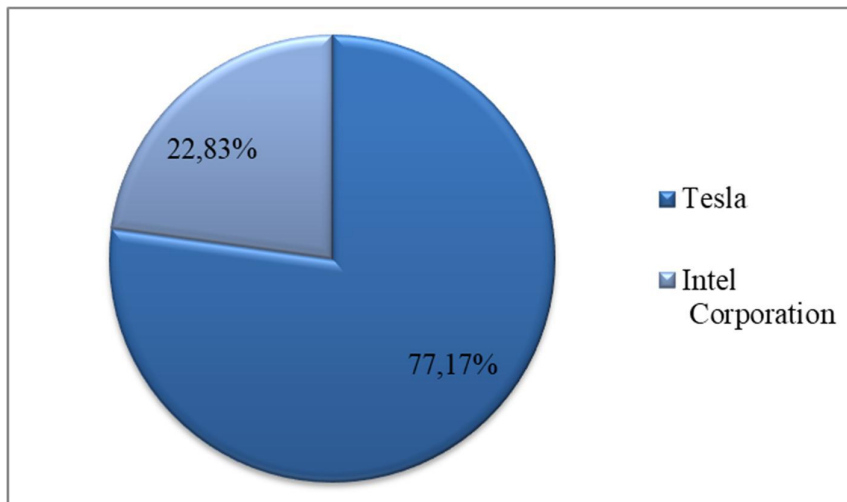


Рис. 2.2. Портфель максимальної доходності за Марковіцом

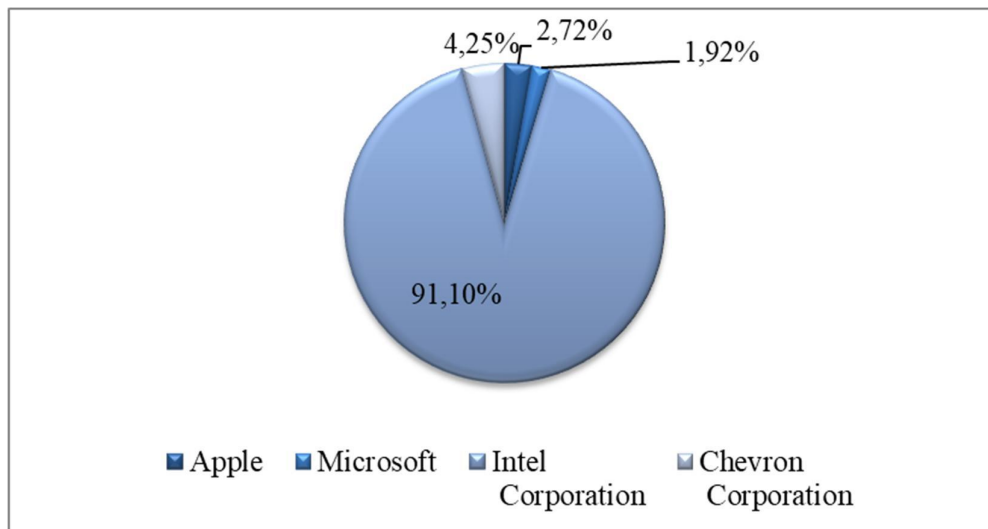


Рис. 2.3. Інвестиційний портфель за моделлю Пістунова-Сітнікова

Аналогічним чином сформуємо інвестиційний портфель за об'єднаною моделлю Шарпа та Пістунова-Сітнікова та проаналізуємо отриманий результат. Розв'яжемо оптимізаційну задачу. Для цього скористаємося спеціальною надбудовою Пошук рішення в MS Excel.

У результаті отримаємо інвестиційний портфель з загальною доходністю 0,79% та рівнем ризику 5,7% . У цьому портфелі, як і у більшості інших більша частка приходить на акції компанії Intel Corporation– 60%, 6,8%– Chevron Corporation, Tesla 33,2 % у компанії Tesla. Візуалізація даного портфеля подана на рис. 2.4.

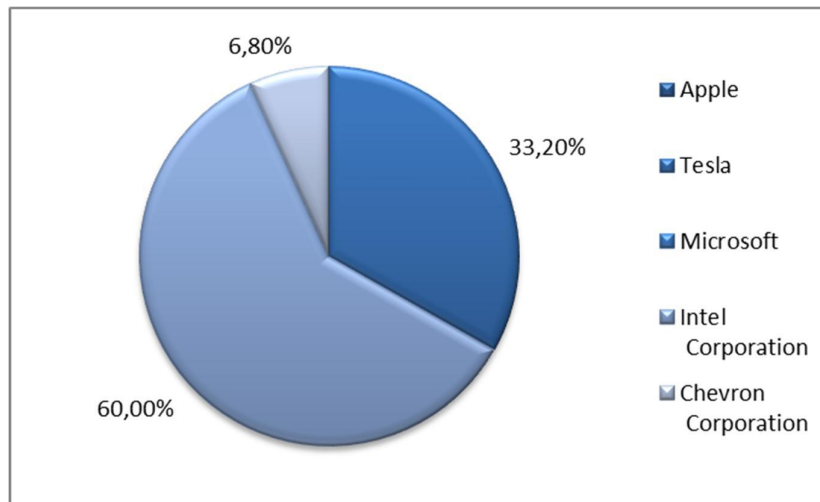


Рис. 2.4. Інвестиційний портфель за об'єднаною моделлю Шарпа та Пістунова-Сітнікова

У результаті маємо такі абсолютні значення прибутковості та ризику інвестиційного портфеля, що подані у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Абсолютні значення прибутковості та ризику сформованих інвестиційних портфелів

Модель	Ризик (%)	Доходність(%)
Мінімального ризику Марковіца	1,34	0,21
Максимальної доходності Марковіца	5	0,65
Пістунова-Сітнікова	5,64	0,7
Об'єднана модель Шарпа та Пістунова-Сітнікова	5,7	0,79

Коефіцієнт Шарпа являє собою відносний показник прибутковості–ризик інвестиційного фонду і відображає у скільки разів рівень надлишкової прибутковості вище рівня ризику. Формула розрахунку коефіцієнта Шарпа:

$$\text{Sharp ratio} = \frac{r_p - r_f}{\sigma_p} \quad (1.5)$$

Для оцінки прибутковості без ризикового активу використаємо прибутковість банківського вкладу найбільш великого банку України–0,5%.

Розрахуємо коефіцієнт Шарпа для трьох портфельів та порівняємо результат. Результати подано у табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Оцінка ефективності інвестиційного портфеля за коефіцієнтом Шарпа

Інвестиційний портфель	Коефіцієнт Шарпа
Мінімального ризику за Марковіцом	-0,184
Максимальної доходності за Марковіцом	0,3
За моделлю Пістунова-Сітнікова	0,35
Об'єднана модель Шарпа та Пістунова-Сітнікова	0,41

Таким чином, було сформовано три інвестиційні портфеля за різними підходами та проведена оцінка їх якості та ефективності за коефіцієнтом Шарпа. Отримані результати свідчать про те, що портфель мінімального ризику за Марковіцом має негативний рівень надлишкової прибутковості і вкладати в нього кошти недоцільно.

Портфель максимальної доходності, портфель Пістунова-Сітнікова та портфель за об'єднаною моделлю Шарпа та Пістунова-Сітнікова мають позитивний рівень надлишкової прибутковості, але має рівень ризику вище, тому можна розглянути інші варіанти. Також об'єднана модель Шарпа та Пістунова-Сітнікова має найбільший коефіцієнт Шарпа, що свідчить про те, що цей портфель є найпривабливішим для інвестування. Встановлено, що ці алгоритми

можна використовувати для формування портфелів з різними видами акцій на американському фондовому ринку.

Перевагою моделі Пістунова-Сітнікова є те, що вона не потребує заданого рівня ризику та доходності, також метод простий в реалізації в MS Excel, швидко знаходить розв'язок задачі, отриманий наближений розв'язок достатньо близький до точного. В цілому розв'язки можуть відображати досить точну поведінку об'єкта дослідження при певних умовах наближених до умов невеликих ідеалізованих систем.

2.2. Підвищення конкурентоспроможності продуктів та послуг страхової компанії [19]

Будемо вважати, що конкурентні переваги страхової компанії можуть бути виражені в показнику конкурентоспроможності страхових полісів. Для визначення цього показника застосуємо наступні групи показників для яких показник конкурентоспроможності страхових полісів має вигляд:

$$I = NIC \cdot \delta_1 + Q \cdot \delta_2 + COM \cdot \delta_3 + IM \cdot \delta_4 + SP \cdot \delta_5,$$

де I – показник конкурентоспроможності страхового полісу,

NIC – надійність страхової компанії,

Q – якість послуг,

COM – конкурентоспроможність,

IM – характеристика ринку страхових послуг,

SP – соціальна активність СК,

$\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4, \delta_5$ – коефіцієнти відносної важливості кожного показника.

Фінансова стійкість страхової компанії формується з платоспроможності, ймовірності банкрутства та капіталізованості.

Платоспроможність (P) – можливість підприємства самостійно розраховуватися зі своїми боргами. Чим вищий цей показник тим краще борги підприємства покриті власними коштами.

$$P = \frac{Ka}{C+L},$$

де Ka – власний капітал,

C – короткострокові зобов'язання,

L – довгострокові зобов'язання.

Експрес-діагностика банкрутства здійснюється за допомогою коефіцієнта Бівера

$$KB = 1 - \frac{NP+A}{C+L},$$

де KB – ймовірність банкрутства, розрахована за коефіцієнтом Бівера,

NP – валовий прибуток,

A – амортизація.

Капіталізованість страхової компанії (CAP) розраховується наступним чином: якщо компанія не дотримується вимог закону України «Про страхування» [5, с.1] стосовно створення статутного фонду, то CAP присвоюємо 0; якщо має статутний фонд, що чітко відповідає законодавству, то CAP дорівнює 0,1; якщо статутний фонд на 10-20% більше норми – 0,2; якщо на 21-50% більше – 0,4; якщо на 51-70% більше – 0,5, якщо на 71% і більше – 1.

Показник фінансової стійкості (F) страхової компанії розраховується наступним чином:

$$F = P \cdot \alpha_1 + KB \cdot \alpha_2 + CAP \cdot \alpha_3,$$

де $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ – коефіцієнти відносної важливості.

Надійність страхової компанії також характеризує середнє страхових виплат S

$$S = \frac{ST}{n},$$

де ST – сума страхових виплат,

n – кількість виплат.

Наступним показником надійності страхової компанії є перестраховання .

$$Ir = \frac{S \cdot r}{ST},$$

де Ir – рівень перестраховання,

Sr – сума виплат, які перейшли перестраховальникам.

Тоді надійність страхової компанії виражається сумою показників, помноженими на коефіцієнти їх важливості β :

$$NIC = F \cdot \beta_1 + S \cdot \beta_2 + Ir \cdot \beta_3.$$

Наступним груповим показником є якість послуг

Комплексний показник якості послуг виглядає наступним чином:

$$Q = IS \cdot \lambda_1 + Pr \cdot \lambda_2 + SL \cdot \lambda_3 + DS \cdot \lambda_4,$$

де Q – якість послуг,

IS – структура страхового портфелю,

Pr – наявність програм конструкторів,

SL – рівень сервісу,

DS – система знижок,

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ – коефіцієнти важливості.

Показник структури страхового портфелю IS розраховується сумою двох показників:

1) якщо у структурі страхового портфелю страхування відповідальності та обов'язкові види страхування складають більше 50%, то – 0,5; якщо менше, то конкретний відсоток.

2) якщо страхування майна та необов'язкові види страхування більше 40%, то – 0,5; якщо менше, то конкретний відсоток.

Наявність програм конструкторів (Pr) розраховується біноміально: 1 – якщо наявна програма, 0 – якщо немає.

Система знижок DS розраховується наступним чином: 1 – за наявності знижок, 0 – за відсутності.

Рівень сервісу SL розраховуються так само: 1 – за наявності цілодобового телефону підтримки та пошти, 0 – за відсутності.

Блок 2 «Якість послуг» моделі задачі визначення конкурентних переваг страхової компанії має вигляд:

$$Q = IS \cdot \lambda_1 + Pr \cdot \lambda_2 + SL \cdot \lambda_3 + DS \cdot \lambda_4,$$

Наступним груповим показником є конкурентоспроможність (COM):

$$COM = Rat \cdot \varphi_1 + PP \cdot \varphi_2 + Bis \cdot \varphi_3 + OS \cdot \varphi_4,$$

де Rat – рейтинг страхової компанії,

PP – цінова політика,

Bis – Частка юридичних осіб у страхових преміях,

OS – офісна та агентська мережа,

$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$ – коефіцієнти важливості.

В інформаційному просторі першим показником для порівняння страхових компаній – є рейтинги, показник Rat. Найпопулярнішими та найпоширенішими є рейтинги за сумою активів страхової компанії (SA) та за рівнем виплат, що здійснені страховою компанією (SV). Тоді Rat може бути розрахований:

$$Rat = SA \text{ або } Rat = SV.$$

Показник цінової політики прорахуємо як середню вартість одного страхового договору:

$$PP = \frac{SII}{nk},$$

де SII – сума страхових платежів,

nk – кількість укладених договорів.

Частка юридичних осіб в клієнтській базі страхової компанії також свідчить про вектор розвитку, обраний страховою компанією. Розраховуємо показник:

$$Bis = \frac{SI}{SII},$$

SIIb – сума платежів від юридичних осіб.

Показник офісної та агентської мережі свідчить як про стабільність роботи, так і про зручність в разі виникнення екстреної ситуації у клієнта за межами свого місця проживання.

$$OS = \frac{Re}{TRe},$$

де Reg – кількість регіонів, в яких представлена СК,

TReg – загальна кількість регіонів.

Комплексний показник аналізу ринку страхових послуг включає в себе (Рис. 5.):

$$IM = Lic \cdot \mu_1 + FC \cdot \mu_2 + YO \cdot \mu_3,$$

де Lic – наявність ліцензій,

FC – частка акцій іноземних компаній,

YO – термін існування,

μ_1, μ_2, μ_3 – показники відносної важливості.

Своєчасне продовження старих і отримання нових ліцензій на специфічні види страхових послуг здатно покращити положення страхової компанії та розширити клієнтську базу.

$$Lic = \frac{O_i}{T_i},$$

де O_i – кількість ліцензій, які має страхова компанія,

T_i – максимальна кількість ліцензованих видів страхових послуг.

Термін існування страхової компанії, що також свідчить про стабільність, розраховується за формулою.

$$YO = \frac{Term}{MTerm},$$

де $Term$ – строк існування страхової компанії,

$MTerm$ – максимальний строк існування СК в Україні.

Частка акцій іноземних компаній (FC). Показник FC розраховується за такою схемою: якщо компанія не має іноземних інвестицій – 0; якщо частка іноземних інвестицій менше ніж 50% - 0.5; якщо 50% і більше, то вказати конкретний відсоток.

Активність страхової компанії у мережі Інтернет може бути вирішальним фактором комунікації з клієнтами. Показник активності соціальної діяльності складається з чотирьох компонентів і розраховується наступним чином:

$$SP = FB \cdot \gamma_1 + SN \cdot \gamma_2 + SE \cdot \gamma_3 + NI \cdot \gamma_4,$$

де FB – кількість підписників у Facebook-спільноті,

SN – кількість згадувань про компанію у соціальних мережах,

SE – кількість пошукових запитів про компанію,

NI – кількість згадувань у ЗМІ.

$\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$ – коефіцієнти важливості.

Блок 5 «Соціальна активність» моделі задачі визначення конкурентних переваг страхової компанії має вигляд:

$$SP = FB \cdot \gamma_1 + SN \cdot \gamma_2 + S \cdot \gamma_3 + N \cdot \gamma_4.$$

Розглянемо економіко-математичну модель визначення конкурентних переваг страхової компанії.

Економіко-математична модель задачі визначення конкурентних переваг страхової компанії набуває вигляду:

$$I = NIC \cdot \delta_1 + Q \cdot \delta_2 + COM \cdot \delta_3 + IM \cdot \delta_4 + SP \cdot \delta_5,$$

Блок 1 «Надійність»:

$$NIC = F \cdot \beta_1 + S \cdot \beta_2 + Ir \cdot \beta_3.$$

$$F = P \cdot \alpha_1 + KB \cdot \alpha_2 + CAP \cdot \alpha_3,$$

$$P = \frac{Ka}{C+L},$$

$$KB = 1 - \frac{NP+A}{C+L},$$

$$S = \frac{ST}{n},$$

$$Ir = \frac{S Ir}{ST}.$$

Блок 2 «Якість послуг»:

$$Q = IS \cdot \lambda_1 + Pr \cdot \lambda_2 + SL \cdot \lambda_3 + DS \cdot \lambda_4,$$

Блок 3 «Конкурентоспроможність»:

$$COM = Rat \cdot \varphi_1 + PP \cdot \varphi_2 + Bis \cdot \varphi_3 + OS \cdot \varphi_4,$$

$$Rat = SA \text{ або } Rat = SV.$$

$$PP = \frac{SII}{nk},$$

$$Bis = \frac{SI}{SII},$$

$$OS = \frac{Re}{TRe}.$$

Блок 4 «Характеристика ринку страхових послуг»:

$$IM = Lic \cdot \mu_1 + FC \cdot \mu_2 + YO \cdot \mu_3,$$

$$Lic = \frac{O_i}{T_i},$$

$$YO = \frac{Term}{MTerm}.$$

Блок 5 «Соціальна активність»:

$$SP = FB \cdot \gamma_1 + SN \cdot \gamma_2 + SE \cdot \gamma_3 + NI \cdot \gamma_4.$$

Модель визначає конкурентні переваги страхової компанії, що характеризуються конкурентною привабливістю страхових полісів. Виділення в моделі окремих блоків таких, як «Надійність», «Якість послуг», «Конкуренція», «Аналіз ринку страхових послуг», «Соціальна активність» ілюструє ефективність роботи страхової компанії з різних сторін діяльності. Модель дозволяє проводити комп'ютерні експерименти щодо визначення впливу зміни значень показників кожного блоку діяльності страхової компанії.

Нами виконано збір та обробка статистичної інформації для 12 найбільших страхових компаній України: Мет Лайф, Уніка, ТАС, РЗУ Україна, АСКА, АРКС, Княжа, Інго, Кремінь, Альянс, Арсенал страхування, Українська страхова група. Джерелом даних для дослідження є щорічні бухгалтерські звіти страхових компаній, звіти Нацкомфінпослуг [6, с.2] та статистичні зведення страхових журналів. Також слід зазначити, що агрегована інформація по всіх страхових компаніях щоквартально публікується у тематичних страхових журналах [7, с.2]. Показники ціни, можна отримати лише самостійно розглядаючи та вивчаючи страхову компанію.

Для кожної страхової компанії розраховано п'ять блоків характеристик. Результати розрахунків параметрів блоку 1 «Надійність» представлені в таблиці 2.4.

Інформація для розрахунку блоку 2 «Якість послуг» взято з веб-ресурсів страхових компаній, де наведена потрібна інформація (Табл. 2.5).

Таблиця.2.4 – Результати розрахунків показників блоку «Надійність»

N ₂	Страхова компанія	Платосп роможність	Ймовірні сть	Фінансова стійкістьС	Значення Аналізу страхових	Частка перестрау	Рівень Надійності
1	Мет Лайф	0,13	0,8	0,64	0,32	0	0,32
2	Уніка	0,7	1	0,9	0,32	0,98	0,73
3	ТАС	0,89	1	0,96	0,39	0,32	0,56
4	PZU	0,24	0,8	0,38	0,49	1,22	0,7
5	СКА	0,39	0,8	0,4	0,17	1,2	0,59
6	АРКС	0,74	1	0,58	0,25	0,09	0,31
7	Княжа	0,15	1	0,42	0,54	0,61	0,52
8	Інго	0,69	0,8	0,5	0,81	0,79	0,7
9	Креміль	1	0,7	0,63	0,38	0,02	0,35
10	Альянс	1	0,7	0,9	0,35	0,02	0,42
11	Арсенал	0,55	1	0,85	0,47	1,3	0,87
12	УСГ	0,46	1	0,82	0,45	0,26	0,51

Таблиця 2.5 – Результати розрахунків показників блоку 2 «Якість послуг».

N ₂	Страхова компанія	Обов'язкові види стра-	Майно та не обов'язкове	Значення	Рівень сервісу	Система	Наявність конструкторів	Якість послуг
1	Мет Лайф	0,5	0	0,5	1	1	0	0,63
2	Уніка	0,14	0,5	0,64	1	1	1	0,91
3	ТАС	0,64	36	0,86	1	1	1	0,97
4	PZU	0,39	0,5	0,89	1	1	1	0,97
5	СКА	0,3	0,5	0,8	1	1	0	0,7
6	АРКС	0,12	0,5	0,62	1	1	1	0,9

N ₂	Страхова компанія	Обов'язкові види стра-	Майно та не обов'язкове	Значення	Рівень сервісу	Система	Наявність конструкторів	Якість послуг
7	Княжа	0,64	36	0,86	1	1	1	0,97
8	Інго	0,37	50	0,87	1	1	0	0,72
9	Креміль	0,04	0,5	0,54	1	1	1	0,89
10	Альянс	0,22	0,5	0,72	1	1	1	0,93
11	Арсенал	0,27	0,5	0,77	1	1	1	0,94
12	УСГ	0,13	0,5	0,63	1	1	1	0,91

Дані для розрахунку блоку 3 «Конкурентоспроможності» беремо зі статистичних збірок, звітів Нацкомфінпослуг та сайтів страхових компаній, де є інформація про відділення страхових (Табл. 2.6.).

Таблиця 2.6 – Результати розрахунків показників блоку «Конкурентоспроможність»

N ₂	Страхова компанія	Рейтинг	Цінова політика	Частка юридичних осіб	Офісна мережа	Конкурентоспроможність
1	Мет Лайф	0,36	0,21	3,70%	0,8	0,35
2	Уніка	0,67	0,63	0,20%	1	0,58
3	ТАС	0,51	1	2,10%	1	0,63
4	PZU	0,59	0,9	6,60%	1	0,64
5	СКА	0,36	0,63	3,40%	0,3	0,33
6	АРКС	0,85	0,18	9,10%	1	0,53
7	Княжа	0,47	0,91	0,60%	1	0,6
8	Інго	0,76	0,16	89,50%	0,4	0,55
9	Креміль	0,43	0,88	87,70%	0,1	0,57
10	Альянс	0,27	0,69	87,70%	0,3	0,54
11	Арсенал	0,28	0,69	87,70%	1	0,71
12	УСГ	0,55	0	87,70%	0,9	0,58

Дані для розрахунку блоку 4 «Характеристика ринку» взяті зі звітів Нацкомфінпослуг та онлайн-сервісу YouControl, котрий дозволяє проводити перевірку контрагентів(Табл.2.7).

Таблиця 2.7 – Результати розрахунків показників блоку «Характеристика ринку»

№	Страхова компанія	Ліцензії	Частка акцій іноземних компаній	Термін існування	Характеристика ринку
1	Мет Лайф	0,03	0,99	0,59	0,54
2	Уніка	0,84	0,92	0,89	0,88
3	ТАС	1,00	0,99	0,74	0,91
4	PZU	0,86	0,84	0,56	0,75
5	АСКА	0,95	0,89	0,96	0,93
6	АРКС	0,68	0,9	0,41	0,83
7	Княжа	0,84	0,99	0,78	0,87
8	Інго	0,76	1	0,85	0,87
9	Кремінь	0,54	0	0,79	0,44
10	Альянс	0,78	0,89	0,54	0,74
11	Арсенал	0,76	0	0,43	0,40
12	УСГ	0,81	0,99	0,64	0,81

Дані для розрахунку показників блоку 5 «Соціальна активність» взяті з Facebook-спільнот страхових компаній, з сервісу Wordstat, який дозволяє аналізувати пошукові запити, та сервісів Google (Табл.2.8).

Таблиця 2.8 – Результати розрахунків показників блоку «Соціальна активність»

№ ₂	Страхова компанія	Facebo ok	Соцмере жі	Пошукові запити	ЗМІ	Показник соціаль- ної актив- ності
1	Мет Лайф	0,06	0,16	0,13	0,44	0,2
2	Уніка	0,81	1	0,41	0,4	0,66
3	ТАС	0,3	0,03	1	0,75	0,52
4	PZU	0,96	1	0,16	0,39	0,63
5	СКА	0,06	0,26	0,22	0,83	0,34
6	АРКС	1	0,16	0,18	0,25	0,4
7	Княжа	29	0,58	0,58	0,27	0,43
8	Інго	0,09	0,02	0,24	0,39	0,18
9	Креміль	0	0,03	0,26	0,08	0,09
10	Альянс	0,01	0	0,16	0,06	0,06
11	Арсенал	28	0,03	0,22	1	0,38
12	УСГ	0,02	0	0,05	0,21	0,07

В таблиці 2.9 зведено результуючі показники за усіма 5 блоками для компаній, що аналізуються.

Таблиця 2.9 – Зведена таблиця результуючих показників

№	Страхов а компані я	Надійніст ь СК	Якіс ть посл уг	Конкурентоспромож ність	Характер истика ринку	Соц. Активні сь
1	Мет Лайф	0,34	0,63	0,35	0,54	0,2
2	Уніка	0,72	0,91	0,58	0,88	0,66
	ТАС	0,57	0,97	0,63	0,91	0,52

№	Страхов а компані я	Надійніст ь СК	Якіс ть посл уг	Конкурентоспромож ність	Характер истика ринку	Соц. Активні сь
4	PZU	0,66	0,97	0,64	0,75	0,63
5	СКА	0,53	0,7	0,33	0,93	0,34
6	АРКС	0,32	0,9	0,53	0,53	0,4
7	Княжа	0,54	0,97	0,6	0,87	0,43
8	Інго	0,73	0,72	0,55	0,87	0,18
9	Креміль	0,37	0,64	0,39	0,44	0,09
10	Альянс	0,45	0,93	0,35	0,74	0,06
11	Арсенал	0,81	0,94	0,53	0,4	0,38
12	УСГ	0,53	0,91	0,4	0,81	0,07

Тоді значення показника конкурентоспроможності дорівнюватиме середньому за усіма факторами (табл.2.9).

Таблиця 2.9 – Значення показника конкурентоспроможності страхового полісу

№	Страхова компанія	Показник
1	Мет Лайф	0,4107
2	Уніка	0,7423
3	ТАС	0,7012
4	PZU Україна	0,7366
5	АСКА	0,5408
6	АРКС	0,5334
7	Княжа	0,6668
8	Інго	0,6296
9	Креміль	0,3471
10	Альянс	0,5195
11	Арсенал страхування	0,7004
12	Українська страхова група	0,5606

Запропоновані моделі доцільно реалізовувати в сучасних ERP системах[20]

Страхові компанії за допомогою запропонованої моделі мають можливість об'єктивно оцінювати свої слабкі та сильні сторони задля забезпечення постійного зростання та гідного суперництва у конкурентному ринковому середовищі. Модель дозволяє обрати показник діяльності і виконати моделювання і визначити наслідки зміни цього показника. Для розглянутою групи страхових компаній змодельовано зниження показника фінансової стійкості на 10% і 20% і визначено вплив на конкурентоспроможність (Рис.2.5).

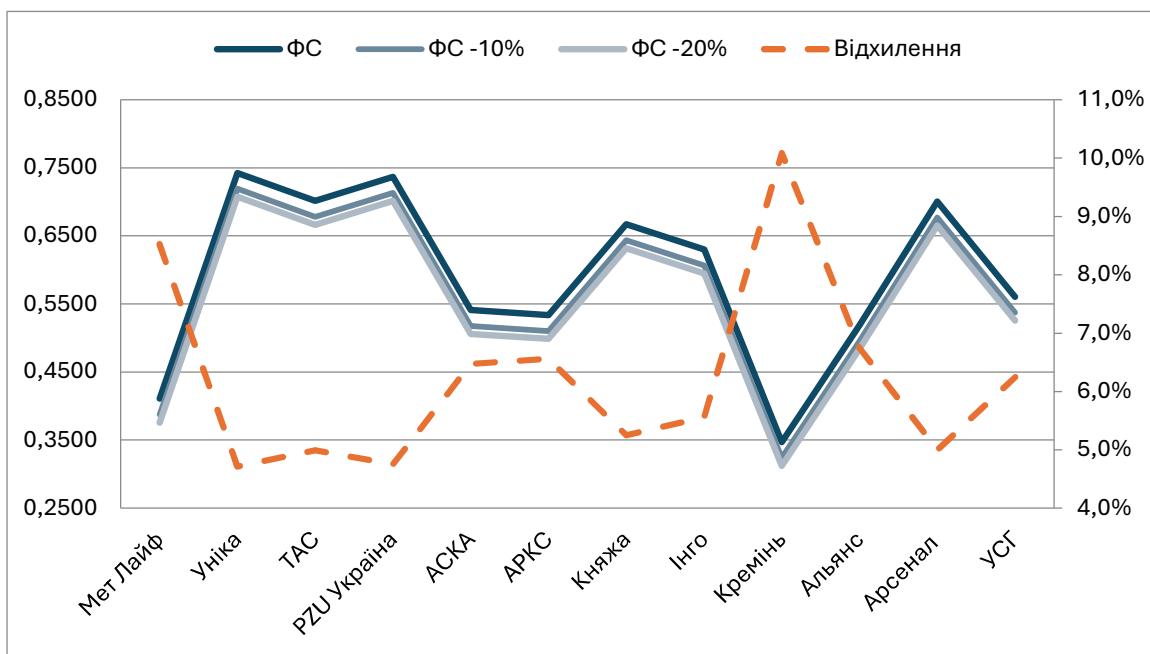


Рис. 2.5. Результати моделювання.

Зменшення показника фінансової стійкості на 20% відносно початкових значень (Рис.2.5) найважче відобразиться на СК «Кремінь», показник конкурентоспроможності страхового полісу зменшиться більше ніж на 10%. В групі компаній, в яку входять: Уніка, ТАС, РЗУ, Арсенал, значення показника конкурентоспроможності страхового полісу зменшиться менше ніж на 5%. Для компанії «АРКС» таке зниження фінансової стійкості призведе до падіння конкурентоспроможності страхового полісу більше, ніж на 6%. В середньому для всіх компаній, зміни призведуть до зниження показника на 6,5%. Проводячи подібні експерименти, страхові компанії мають можливість більш свідомо

робити вибір та приймати рішення, аналізувати напрямки підвищення конкурентоспроможності та більш ефективно розподіляти ресурси.

2.3. Використання корпоративної функції корисності для визначення прийнятної суми страхування бізнесу [21]

Ризикові інвестиційні проекти великих корпорацій як правило, страхують, вносячи страхові внески, які значно менші суми відшкодування можливих збитків. При цьому, страхові компанії намагаються завищувати суму страхових внесків, а корпорації змагаються з ними за зменшення цих сум.

Страховики у більшості випадків апелюють до статистичних розрахунків, доводячи неможливість зменшення тарифної ставки. Але корпоративне керівництво має власні розрахунки і бачення того, якими мають бути суми страхових внесків.

Розглянемо ситуацію з програмою «Морський старт» в яку входив і український концерн НВО «Південмаш».

З 36 пусків, які було здійснено в рамках цієї програми – три були невдалими [22], тобто, ймовірність невдалого запуску складає – 8,3%. Відповідно цій імовірності виплати страхового внеску знаходяться як добуток цієї ймовірності та суми виплат, при настанні страхового випадку. Отже, при вартості запуску умовно у \$50 млн, страхові внески складуть приблизно \$4 млн. Але це сума, вирахована без бруто-навантаження, яке часто складає до 100% від нетто-ставки, тобто, в кінцевому результаті, вона має стати іще більшою.

Для швидшого узгодження тарифної ставки страховикам варто наперед знати суму, на яку корпорація напевне погодиться, тобто, знати настрої керівництва корпорації, у чому полягає основна корисність такої фінансової операції.

Дж. Нейман і О. Моргенштерн розробили й показали, що ОУР при прийнятті рішення буде прагнути до максимізації очікуваної корисності. Іншими словами, з усіх можливих рішень він вибере те, яке забезпечує найбільшу очікувану корисність [23].

Корисність – це деяке число, що приписується особою, що ухвалює рішення, кожному можливому виходу. Функція корисності Неймана-Моргенштерна для ОУР показує корисність, яку він приписує кожному можливому виходу. У кожній ОУР своя функція корисності, яка показує його перевагу до тих або інших виходів в залежності від його відношення до ризику. Очікувана корисність події дорівнює сумі добутків ймовірностей виходів на значення корисності цих виходів.

Дж. Нейманом і О. Моргенштерн запропонували процедуру побудови індивідуальної функції корисності, яка (процедура) полягає в наступному: ОУР відповідає на ряд питань, виявляючи при цьому свої індивідуальні переваги, що враховують її відношення до ризику.

Крок 1. Привласнюються довільні значення корисності виграшам для гіршого і кращого виходів, причому першій величині (гірший вихід) ставиться у відповідність менше число. Корисність виходу визначається не однозначно, а з точністю до монотонного перетворення.

Крок 2. Особі пропонується на вибір: отримати деяку гарантовану грошову суму m , що знаходиться між кращим і гіршим значеннями S і s , або взяти участь у грі, тобто отримати з імовірністю p найбільшу грошову суму S і з імовірністю $(1 - p)$ – найменшу суму s . При цьому ймовірність потрібно змінювати (знижувати або підвищувати) доти, поки ОУР стане байдужим у відношенні до вибору між отриманням гарантованої суми і грою. Нехай вказане значення ймовірності рівне p_0 . Тоді корисність гарантованої суми визначається як середнє значення математичне сподівання) корисності найменшої і найбільшої сум

$$U(a) = p_0U(S) + (1-p_0)U(s) \quad (2.6)$$

За цими трьома точками можна побудувати графік, який у більшості випадків буде нелінійним.

Але корпоративне рішення щодо виплати певних сум приймається на нараді корпорації, в якій приймають участь керівники різних рангів, отже постає проблема

врахування думок не тільки генерального менеджера корпорації, але й менеджерів низових ланок.

Для вирішення поставленої задачі скористаємося ідеєю створення корпоративної функції корисності (КФК) за наступною процедурою [24]:

1. Визначається кількість ієрархічних рівнів корпорації – K ;
2. Для кожного рівня визначається найбільша сума, якою може порадкувати особа i -го ($1 \leq i \leq K$) рівня ієрархії – S_i ($0 \leq S_{i-1} \leq S_i$);
3. Кожній такій сумі ставиться у відповідність своя корисність у вигляді числа, яке є результатом лінійного перетворення суми, причому, нижчий рівень суми керівної ланки вищого рівня, відповідає вищому рівню суми, для керівної ланки нижчого рівня.
4. В якості суми m варто приймати суму (1,2-1,50 меншої суми гри – s).
5. Для визначення функції корисності i -го рівня ієрархії збираються всі співробітники корпорації цього рівня ієрархії і їм пропонується ухвалювати колективне рішення за кроками 1 та 2. Причому, в якості суми s приймається найбільша сума з нижчого рівня ієрархії S_{i-1} , а суми S – найбільша з цього рівня S_i . Для першого рівня ієрархії рекомендується приймати суму $s=(0,1-0,5) S_i$;
6. Отримавши по три пари чисел корисності і відповідній їх сумі для кожного ієрархічного рівня корпорації, зведемо їх у таблицю, значення якої відсортовані за зростаннями сум.

За цією процедурою була проведена гра з керівниками НВО «Південмаш» для побудови індивідуальної функції корисності для кожного рівня ієрархії.

На першому етапі була визначена кількість рівнів ієрархії. Далі шляхом опитування співробітників кожного рівня були виявлені індивідуальні переваги кожного з них та їх відношення до ризику, що дало змогу приблизно визначати найбільшу та найменшу грошову суму (табл. 2.9), якою вони можуть порадкувати в процесі управління та прийняття рішень.

Таблиця 2.9 – Зібрані дані про суму виходів

Рівні	Співробітники	Виходи W, грн
1	Співробітники відділів	$s = 300\ 000$
		$S = 9\ 725\ 000$
2	Начальники відділів	$s = 9\ 725\ 000$
		$S = 35\ 150\ 000$
3	Заступники генерального директора	$s = 35\ 150\ 000$
		$S = 52\ 575\ 000$
4	Генеральний директор	$s = 52\ 575\ 000$
		$S = 70\ 000\ 000$

Значення корисності знаходилися наступним чином.

1. Привласнюємо значення корисності виграшам для гіршого “ s ” та кращого “ S ” виходів (табл. 1), причому першій величині (гірший вихід) ставимо менше число.

2. Співробітникам кожного рівня пропонувалося на вибір отримати деяку грошову суму “ a ”, що знаходиться між кращім і гіршим значенням S і s , або взяти участь у грі, тобто отримати з імовірністю “ p ” найбільшу грошову суму S і з імовірністю “ $1-p$ ” – найменшу “ s ”. При цьому імовірність будемо змінювати (зменшувати або підвищувати) доти, поки колективне рішення i -го рівня стане байдужим у відношенні до вибору між отриманням гарантованої суми і грою. Нехай вказане значення буде ймовірності “ p_0 ”. Тоді корисність гарантованої суми (табл. 2), для кожного рівня визначаємо як середнє значення (математичне співвідношення) корисності найменшої і найбільшої суми згідно формули (2.6).

Отже у загальному випадку графік функції корисності i -го рівня будується по трьом точкам (S_{max} ; S_{min} ; $U(a)$) і буває трьох типів. Але, для побудови графіку, як для окремого рівня, так і для всього підприємства не вистачає вісі Y .

3. Кожному виходу (табл. 2.10) було поставлено у відповідності свою корисність у вигляді числа, яке є результатом лінійного перетворення сум виходів й позначимо цей стовпець “ U ”.

Таблиця 2.10 – Значення корисності гарантованої суми
для кожного рівня ієрархії

Рівень	p	$1 - p$	Виходи $W(a)$, грн	$U(a)$
1	0,55	0,45	2 000 000	5 483 750
2	0,5	0,5	20 000 000	22 437 500
3	0,4	0,6	39 000 000	42 120 000
4	0,44	0,56	58 000 000	60 242 000

Отримавши по три пари чисел корисності і відповідній їх сумі для кожного i -го ієрархічного рівня корпорації, заводимо їх у таблицю, значення якої отсортовані за зростанням.

Таблиця 2.11 – Загальна таблиця значень сум виходів та їх корисностей

W , млн. грн	U , ютиль
0,3	0,300
2	5,484
9,725	9,725
20	23,938
35,15	35,150
39	42,120
52,575	52,575
58	60,242
70	70,000

Аналіз отриманої залежності показує, що попри постійному зростанню, функція також містить коливання, які неодмінно потрібно врахувати, адже вони відбивають міру схильності до ризику керівників різних ланок управління.

Для апроксимації отриманої залежності скористаємося методикою, розробленою в [25].

В цій роботі пропонується апроксимувати коливальні процеси в економіці наступною формулою

$$y = Ax^B + C(1 - e^{Dx}) \sin(Ex^F + G) + H, \quad (2.7)$$

де x – аргумент, y – функція, $A - H$ – константи, e – основа натурального логарифму.

Оскільки формула має трансцендентний вигляд, застосовується наступний порядок оцінки коефіцієнтів:

1. На графіку, який було побудовано за статистичними даними, виділяється елемент кривої, що нагадує синусоїду і знаходиться проміжок значень аргументу, на якому ця синусоїда здійснює повне коливання – Δx . Тоді, для константи E треба встановити наступне обмеження

$$E \leq (0,5 - 1,5) 2\pi/\Delta x_1. \quad (2.8)$$

2. Початкові значення констант B та F рекомендується становити рівними одиниці, константу – $D = 0,03$, $A > 0$.

3. Константа C визначається з максимальної амплітуди Δy тієї частини графіку, яка визначена як синусоїдальна, і має наступні обмеження

$$C \leq (0,4 - 0,6) \Delta y. \quad (2.9)$$

1. Встановити довільні значення констант $A - H$.

2. Для всіх значень аргументу і довільних значень констант розрахувати величину y , яку позначимо як y_p за формулою (2).

3. Для кожного значення функції знайти $(y_p - y_\phi)^2$, де y_ϕ – фактичне значення функції, отримане за статистичними даними.

4. Вирішити оптимальну задачу з функціоналом виду

$$\sum_{i=1}^N (y_p - y_\phi)^2 \rightarrow 0, \quad (2.10)$$

а параметрами, що змінюються, будуть константи $A - H$. Де N – розмір статистичної вибірки.

Застосувавши цю методику до даних, наведених у табл. 1, були отримані значення коефіцієнтів, визначених за допомогою функції «Пошук рішення» електронних таблиць Excel наступного виду.

$$U = 1,082 \cdot W^1 - 1,601(1 - e^{0,03 \cdot W}) \sin(0,321 \cdot W^1) + 0,122. \quad (2.11)$$

Якість апроксимації визначалася за критерієм Пірсона $\chi^2(r; p)$. Тут n – розмір вибірки, k_i – значення функції корисності в точках; p_i – значення функції апроксимації в тих же точках; d – загальна кількість точок на графіку. $R = d - 1$ – число ступенів свободи.

$$\chi^2 = n \sum_{i=1}^d \frac{(U - y(W)_i)^2}{y(W)_i}. \quad (2.12)$$

У табл. 2.12 наведено розрахунки цього параметра.

Таблиця 2.12 – Отримані значення функції корисності та χ^2

W, млн.грн	U, ютиль	y(W)	(U-y(W)) ² /U
0,3	0,300	0,45	0,07
2	5,484	4,53	0,17
9,725	9,725	10,66	0,09
20	23,938	21,94	0,01
35,15	35,150	35,28	0,00
39	42,120	42,13	0,00
52,575	52,575	51,39	0,03
58	60,242	61,07	0,01
70	70,000	70,75	0,01
$\chi^2 =$			3,47

Було використано зворотну функцію електронних таблиць Excel ХИ2ОБР, яка повертає значення розподілу Хі-квадрат за значеннями довірчої ймовірності та числа степенів свободи. по величині хі-квадрат та числу степенів свободи.

Для довірчої ймовірності 0,8 цей критерій становить 3,82, що більше розрахованого, що означає адекватність розробленої моделі.

На рис. 2.6 наведено оригінальний та апроксимуючий графік корпоративної функції корисності.

Щоб скористатися корпоративною функцією корисності для визначення прийнятної величини страхових внесків, потрібно застосувати наступний алгоритм.

Нехай корисність виражається трансцендентною залежністю $U(W)$. Визначимо, яку максимальну суму S_{max} побажає заплатити корпорація, щоб уникнути гри, в якій з ймовірністю p вона виграє W_1 і з ймовірністю $1-p$ програє W_2 .

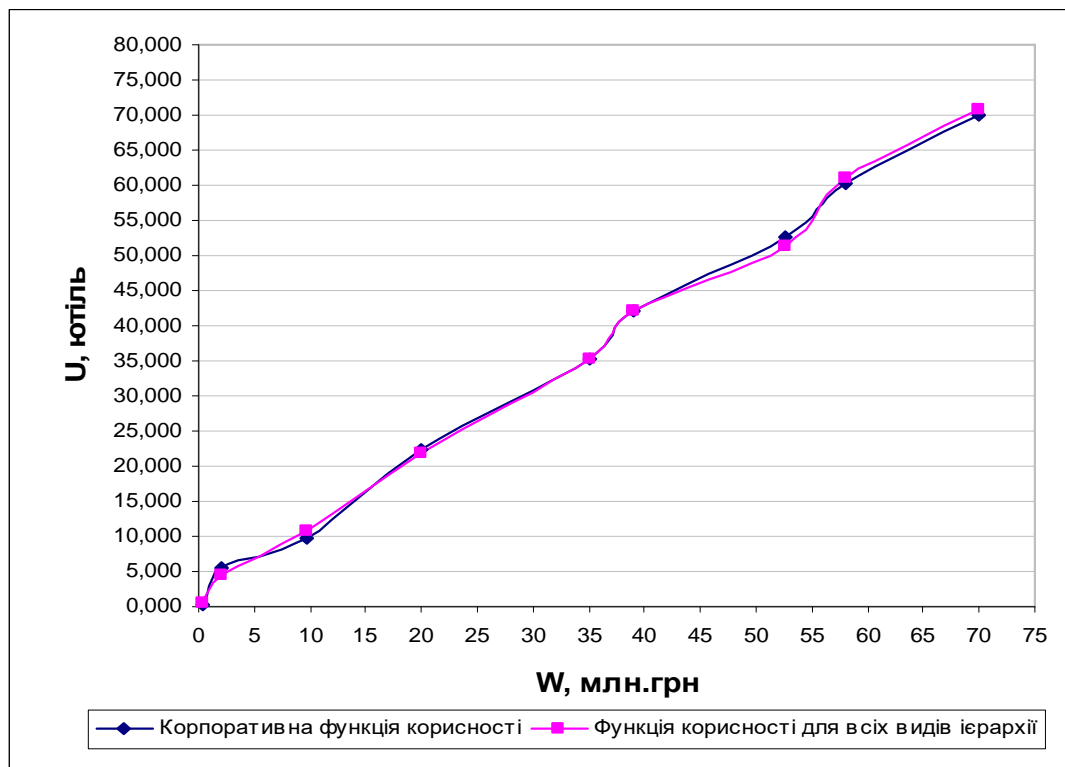


Рис. 2.6. Порівняння оригінальної корпоративної функції та розрахованої за формулою (2.11)

Значення очікуваної корисності гри становить, згідно формули (2,6)

$$E(U)=pU(W_1)+(1-p)U(W_2),$$

що відповідає гарантованому виграшу $W_r = \Phi^{-1}(U_0)$. Тут функція $\Phi^{-1}(U_0)$ означає обернене значення функції виду (2,11).

Щоб знайти таке обернене значення трансцендентної функції, потрібно скористатися функцією «Пошук рішення» електронних таблиць Excel.

Для цього шукану суму W робимо змінним параметром, а цільова функція (6) має досягти розрахованого значення U_0 , при обмеженні $W \geq 0$.

З іншого боку, сума очікуваного виграшу у разі гри (очікувана грошова оцінка) $OГО = p W_1 + (1-p) W_2$, тоді, щоб уникнути гри, ОУР погодиться заплатити максимальну суму, рівну

$$S_{max} = OГО - E(U). \quad (2.13)$$

Було висунуто так звану «нуль-гіпотезу» про те, що математичне сподівання та середнє квадратичне відхилення (чи дисперсія) для апроксимованої кривої оцінкам цих величин, отриманих з результатів побудови апроксимуючої залежності з певною довірчою ймовірністю p .

З цього слідує, що, якщо ОУР пропонують застрахуватися від гри й просять за це суму, меншу, ніж S_{max} , їй вигідно прийняти пропозицію. У цьому випадку величина, рівна S_{max} , - премія (максимальна плата) за ризик.

Таким чином можна провести дослідження страхування пусків «Морський старт» за 2006 рік. Страховою компанією були застраховані чотири пуски вартістю W та вірогідністю настання аварії або перенесення пуску p (в залежності від дати, на яку цей пуск був намічений) на суму $S=14$ млн.\$\$. Розрахуємо корисність цих виходів за допомогою формули (2.13). Отримані дані показані в табл. 2.13.

Таблиця 2.13 – Страхові ризики та їх імовірність

W , млн. \$	29	33	35	39
p	0,2	0,17	0,31	0,4
$U(W)$	31,78	33,35	35,15	42,13

Середній очікуваний вихід та корисність фінансової проблеми становитимуть $OГО=37,86$ млн.\$ та $\bar{U}=39,76$. Звідси знайдемо максимальну страхову суму $S_{max}=9,046$ млн.\$.

Як бачимо, ця сума перевищує ту, на яку була б згодна корпорація.

З цього слідує, що для діяльності підприємства було б краще не страхувати ці пуски за запропонованою страховою компанією сумою S , бо у цьому випадку величина, що дорівнює різниці між визначеною максимальною сумою та сумою, яку пропонує страхова компанія за даних умов, є зайвою непотрібною витратою, яка становить 4,954 млн.\$.

Дослідимо тепер пуск «Newskies-8», який був намічений на 30 січня 2007 року, був невдалим. Ціна пуску становила 52 млн.\$.

З урахуванням ризикової надбавки прийнята вірогідність невдачі з умовою всіх факторів $p = 0,2$.

Попередньо підприємство підписало договір страхування цього пуску на суму 1,5 млн.\$.

Розрахувавши максимальну страхову суму бачимо, що економія від підписання цього договору склала 0,271 млн.\$.

2.4. Обґрунтування стартапу виробництва медичного кисню [26]

Як відомо, киснева терапія відіграє дуже важливу роль у лікуванні хворих на COVID-19.

Наразі в Україні ліцензії на виробництво медичного кисню мають лише 16 підприємств. Зокрема таку ситуацію пов'язують з тим, що заводи, які виробляли та постачали медичний кисень перепрофілювались або збанкрутували та закрились. Тому автором цього проекту під час проходження виробничої практики було запропоновано створення окремої ділянки з виробництва медичного кисню на заводі, що виготовляє технічний кисень.

Для визначення вигідності цього проекту необхідно обґрунтувати економічну ефективність проекту виробництва медичного кисню на заводі, що виготовляє технічний кисень. Проаналізувати життєвий цикл інвестиційного

проекту, окреслити основні його складові та запропонувати способи підвищення їх ефективності з врахуванням певних особливостей.

В якості базового підприємства було взято Ремонтно-механічний завод (далі – РМЗ), який входить до складу Східного гірничо-збагачувального комбінату, підлеглого Міністерству енергетики України.

Одним із видів діяльності заводу є виготовлення технічних ацетилену й кисню, огляд і ремонт балонів ацетилену й кисню.

Технічний газоподібний кисень, що виготовляється на кисневій станції дільниці з виробництва технічних газів РМЗ, поставляється для технічних потреб виробничим дільницям промислових підприємств.

В якості сировини для отримання газоподібного технічного кисню використовується атмосферне повітря, що подається до повітряних компресорів 2Р-3/220 через тканеві фільтри та повітряні канали з зовні приміщень машинного відділення кисневої станції, де він стискається та подається під тиском до блоків очистки КЖАЖ-004М та розділення КЖАЖ-004. Напрацьований кисень з блоку розділення закачується у кисневий газгольдер. Звідти готовий продукт (газоподібний кисень) стискується кисневим компресором та подається на рампу для заповнення у кисневі балони ємністю 40 л.

Для реалізації ідеї стартапу перетворення технічного кисню у медичний потрібно наступне обладнання

- Компресор 2Р-3/220 – 15 000 грн - 1 од.;
- Установка КЖАЖ-0,04М Блок очищення повітря –10 000грн. – 1 од.
- ;
- Установка КЖАЖ-0,04М Блок розподілу повітря –10 000грн. – 1 од.;
- Насос рідинний 21НСГ25/29 – 4 000 грн. – 1 од.;
- Компресор кисневий 2РК 1,5/220 - 15 000 грн. – 1 од.;
- Рампа наповнювальна – 3 000 грн. – 3 од.;
- Ліцензія – 5 000 грн.

Загальна сума капіталовкладень складає всього 62 000 тис. грн, що відповідає самому принципу стартапу.

Для визначення ефективності такого інвестиційного проекту було застосовано стандартний метод розрахунку чистого прибутку, приведеного на початок проекту, який знаходиться за формулою [17]

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{\Pi_t - B_t}{(1 + E_t)^t}, \quad (2.14)$$

де, Π_t – доходи на етапі t , B_t – витрати на етапі t , E_t – норма дисконту на етапі t , T – горизонт розрахунку інвестиційного проекту.

Для визначення норми дисконту була використана формула з [17] виду

$$E = BK + PP + I, \quad (2.15)$$

де BK – вартість капіталу, залученого до виконання інвестиційного проекту, PP – премія за ризик, I – індекс інфляції.

Вартість капіталу – це

$$BK = BBK + BЗК, \quad (2.16)$$

де BBK – вартість власного капіталу, яка є процентом прибутковості від власного виробництва або ставкою по депозитам у банку, $BЗК$ – вартість залученого капіталу, тобто це ставка по кредитам у банку або обіцяна норма прибутковості акцій, випущених для реалізації цього проекту.

Для надійності результатів розрахунку було прийнято, що вартість капіталу дорівнює річній кредитній ставці Приватбанку, яка на момент травня 2022 року складала 28,2%.

Премія за ризик обиралася з табл. 1, наведеної у [17], групою експертів у складі:

1. Балашова Л.Ф. – головний бухгалтер

2. Полухович Н.В. – головний економіст
3. Лебедєв В.Ю. – головний енергетик
4. Захарчук Т.В. – керівник відділу маркетингу
5. Краснов О.Ю. – керівник дільниці технічних газів)

Думку експертів розділилися поміж 0,05 та 0,06, тому для цих значень були застосовані вагові коефіцієнти 2 та 3 (саме стільки експертів проголоувала за кожен коефіцієнт) і отримано остаточне значення

$$ПР = \frac{0.05*2+0.06*3}{5} = \mathbf{0.056}.$$

Індекс інфляції коливається щомісяця, тому його необхідно прогнозувати на весь горизонт розрахунку.

Попередньо було прийнято, що горизонт розрахунку для цього стартап-проекту становить 3 роки, оскільки такою є гарантований виробником термін роботи обладнання, перелік якого наведено вище.

З сайту Міністерства фінансів [27], взято індекс споживчих цін з 2019 по 2022 роки (табл. 14).

Для прогнозування індексу інфляції було використано метод експоненційного згладжування [27], який реалізовано у функції FORECAST.ETS електронних таблиць Excel, яка обчислює або прогнозує майбутнє значення на основі наявних (історичних) значень за допомогою версії AAA алгоритму експоненційного згладжування (ETS). Прогнозоване значення – це продовження історичних значень на вказану цільову дату, що має бути продовженням часової шкали. За допомогою цієї функції можна прогнозувати майбутні обсяги збуту, потреби в товарі та споживацькі тенденції.

Щоб використовувати цю функцію, потрібно впорядкувати часову шкалу з постійним кроком між різними точками. Наприклад, це може бути місячна часова шкала зі значеннями на перше число кожного місяця, річна часова шкала або часова шкала числових показників. Для такого типу часової шкали дуже корисно зібрати необроблені докладні дані перед прогнозуванням, щоб забезпечити точніші результати прогнозування.

Таблиця 2.14

Зведена таблиця індексів споживчих цін з 2000 по 2022 рр. (%)

	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень	За рік
2019	101,0	100,5	100,9	101,0	100,7	99,5	99,4	99,7	100,7	100,7	100,1	99,8	104,1
2020	100,2	99,7	100,8	100,8	100,3	100,2	99,4	99,8	100,5	101,0	101,3	100,9	105,0
2021	101,3	101,0	101,7	100,7	101,3	100,2	100,1	99,8	101,2	100,9	100,8	100,6	110,0
2022	101,3	101,6	104,5	103,1	102,7	103,1							117,4

Результати прогнозування наведено у табл. 2.15.

Таблиця 2.15 – Прогноз індексів споживчих цін на три роки

Рік	Місяць року											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2022							102,57	101,68	101,21	101,36	101,92	101,83
2023	102,277	102,66	103,14	102,98	103,58	103,28	103,91	102,98	103,41	102,18	102,05	101,89
2024	103,248	102,90	102,87	102,79	103,3	103,4	105,68	104,66	104,513	104,93	104,3	103,52
2025	102,873	103,085	103,651	103,672								

Таким чином, прогноз норми дисконту на горизонт розрахунку має складатися із суми трьох показників, розрахованих вище. Причому, два із них треба брати незмінними, а третій – змінний по місяцях. Виходячи цього, річну ставку необхідно розділити на 12, тобто брати число $28,2\% / 12 = 2,35\%$.

Щоб прогнозувати доходи, було прийнято обсяг щомісячних замовлень лікувальних заклади міст Жовті Води і П'ятихатки, Дніпропетровської області, та міста Олександрія і селища Петрове, Кіровоградської області в обсязі 78 балонів.

Для визначення поточних закупівельних цін у майбутніх періодах, було використано дані із сайту держзакупівель Prozorro [29].

Прогнозування виконувалося методом експоненційного згладжування, описаним вище.

Результати прогнозування показані на рис.2.7.

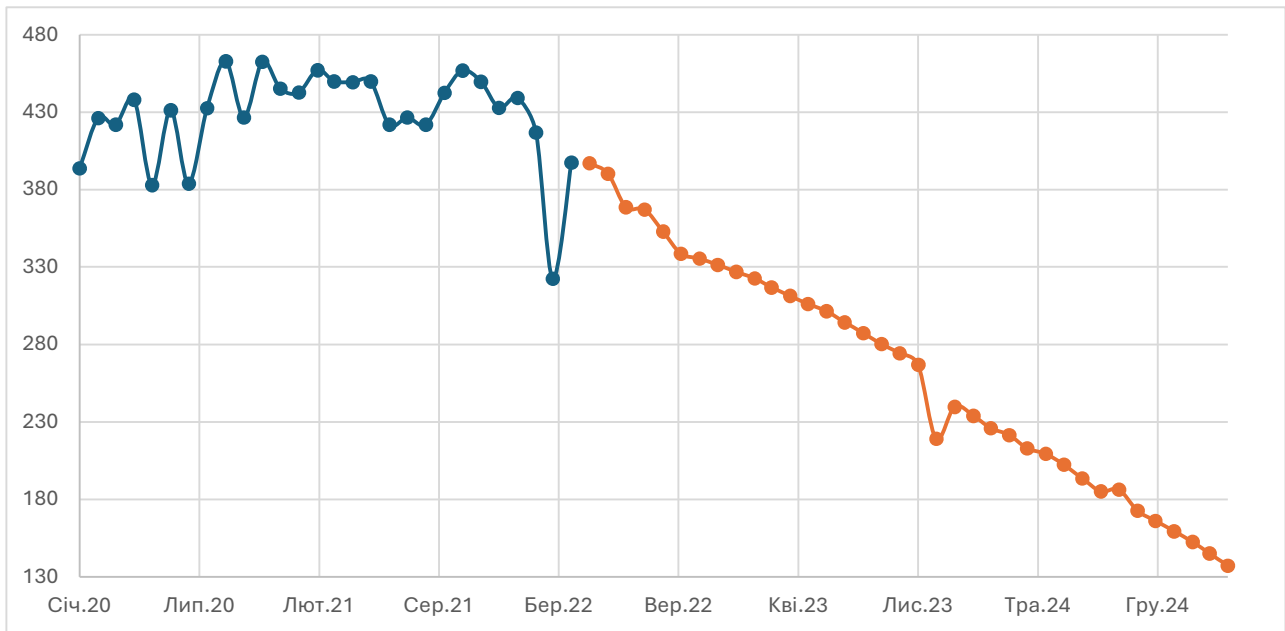


Рис. 2.7. Фактичні (синім) та прогнозовані (червоним) значення цін на медичний кисень

Аналізуючи отримані результати стає зрозумілим, що таке різке падіння цін у майбутньому робить цей проект ризикованим [30].

Щоб уникнути допустимого ризику, тобто такого, коли інвестиційний проект тільки повертає кошти, у нього вкладені, і не отримує прибутку, необхідно визначити інші витрати на його реалізацію.

Такими є витрати на оренду приміщення, електроенергію та оплату працівників. Оплата доставки балонів до споживачів не врахована, оскільки не входить в ціну балону і оплачується окремо.

Розрахунок заробітної плати робітників на даному підприємстві виконувався наступним чином:

Основні робітники – 51,73 грн./год

Заробітна плата адміністративно-управлінського персоналу встановлюється згідно штатного розкладу підприємства.

Подальші розрахунки витрат подано в табл. 2,15 -2,18.

Таблиця 2,15 – Склад та структура витрат на виробництво

№	Економічні елементи виробничої собівартості витрат продукції	Всього витрат, грн	Структура, %
1.	Матеріальні витрати за вирахуванням зворотних відходів	15,4	26
2.	Витрати на оплату праці ВП	30	50
3.	Нарахування на заробітну плату ВП(22,5% від п.2)	6,75	11,3
4.	Амортизація	4,6	7,7
5.	Інші виробничі витрати (10% від п.2)	3	5
	РАЗОМ	59,75	100

Таблиця 2.16 – Склад витрат на збут 1 балону кисню медичного по підприємству

№	Економічні елементи витрат на збут продукції по підприємству	Всього витрат, грн	Структура, %
1.	Матеріали (у т.ч. тара для замовлення партій продажів)	10	23
2.	Паливо, ел. енергія	5	11,5
3.	Малоцінні, швидкозношувані предмети праці складських операцій	5	11,5
4.	Запасні частини для складських основних засобів	5	11,5
5.	Заробітна плата невиробничого персоналу	15	34,6
6.	Нарахування на заробітну плату невиробничого персоналу 22,5 % от п.5.	3,4	7,9
	РАЗОМ	43,4	100%

Таблиця 2.17 – Склад собівартості виробничо-господарської діяльності підприємства за основною діяльністю за рік

№	Виробничо-господарські витрати підприємства	Всього витрат	
		грн	%
1.	Виробнича собівартість продукції,	59,75	58
2.	Витрати на адміністративне (у т.ч. корпоративне) управління,	x	x
3.	Витрати на збут продукції,	43,4	42
4.	Повна собівартість товарної продукції, Сп (п.п. 1+2+3)	103,15	100

Таблиця 2.18 – Результати розрахунків чистого приведеного прибутку
(фрагмент)

Номер місяця	Доходи	Витрати	Різниця	Поточна норма дисконту	Дисконт у степені	NPV_t
1	30980	8045,7	22934,3	0,0815	1,0815	21206
2	30442,9	8045,7	22397,2	0,0765	1,15885	19327,1
3	28757,7	8045,7	20712	0,0875	1,28614	16104,1
4	28641,9	8045,7	20596,2	0,0875	1,39868	14725,5
5	27530,6	8045,7	19484,9	0,0825	1,48641	13108,7
6	26419,7	8045,7	18374	0,0815	1,60014	11482,7
7	26172,6	8045,7	18126,9	0,0735	1,64291	11033,4
8	25856,7	8045,7	17811	0,0775	1,81693	9802,83
...
31	13476,3	8045,7	5430,63	0,10525	22,2483	244,092
32	12960,6	8045,7	4914,87	0,09637	18,9972	258,716
33	12436,2	8045,7	4390,54	0,09165	18,0641	243,053
34	11897,3	8045,7	3851,58	0,09316	20,668	186,355
35	11322,9	8045,7	3277,19	0,0987	26,962	121,549
36	10708,8	8045,7	2663,09	0,09783	28,7883	92,5059

Загалом NPV склав 183303,2 грн, що у 2,956503 рази більше за витрачені кошти.

Термін окупності знаходився за формулою (4) з [17] і склав близько 14 місяців.

$$T_{OK} = \frac{K}{\sum_{t=1}^T \frac{\Pi_t - B_t}{(1 + E_t)^t}}, \quad (2,17)$$

де K – розмір капіталовкладень.

2.5. Оптимізація заходів зі зменшення кредиторської заборгованості підприємства

В умовах фінансової кризи, що утворилась в економіці України, гостро постає питання своєчасності проведення розрахунків між суб'єктами господарської діяльності. Порушення строків погашення зобов'язань призводить до їх накопичення та знецінення грошових коштів для кредиторів. Це негативно впливає на фінансовий стан підприємств. Вирішення зазначеної проблеми можливе за умов ефективного управління поточними зобов'язаннями. Прийняття управлінських рішень здійснюється на підставі інформації про поточні зобов'язання, що формується у системі бухгалтерського обліку.

Раціональна організація контролю за станом розрахунків сприяє зміцненню договірної і розрахункової дисципліни, виконання зобов'язань по поставках продукції в заданому асортименті і якості, підвищенню відповідальності за дотриманням дебіторської та кредиторської заборгованості, прискоренню оборотності оборотних коштів і, отже, поліпшенню фінансового стану підприємства. Підприємства постійно ведуть розрахунки з постачальниками за придбані у них сировину, матеріали, основні засоби, та інші товарно-матеріальні цінності та надані послуги; з підрядниками - за виконані роботи. Розрахунки забезпечують безперебійність постачання, безперервність і своєчасність відвантаження і реалізації продукції. Від стану розрахунків на підприємстві багато в чому залежить платоспроможність підприємства, його фінансове становище і інвестиційна привабливість.

Для підприємств можна запропонувати наступні заходи щодо зниження рівня кредиторської заборгованості:

- Реструктуризація кредиторської заборгованості Реструктуризація кредиторської заборгованості має на увазі отримання від кредитора різних поступок, спрямованих на скорочення розміру заборгованості.

- Підвищення ліквідності. Ліквідність характеризує підприємство з точки зору можливості розрахуватися за своїми зобов'язаннями за певний час, за допомогою перетворення своїх активів на гроші.
- Комерційні переговори. Ефективним методом врегулювання проблеми економічно негативних кредитних ресурсів підприємства залишається метод ведення комерційних переговорів з постачальниками.
- Перекредитування. Варіантом вирішення гострих кредитних проблем підприємства залишається можливість перекредитування.
- Нові ціни. Цим варіантом врегулювання кредитних ресурсів з негативним балансом є оптимізація не тільки поточних витрат підприємства, а й формування нових цінових пропозицій.
- Арбітраж. Варіантом вирішення спірних кредитних історій підприємства залишається спроба оптимізувати ці боргові зобов'язання шляхом юридичних суперечок.
- Факторинг. Фінансова комісійна операція, при якій клієнт переуступає дебіторську заборгованість факторинговій компанії з метою: миттєвого отримання більшої частини платежу, гарантії повного погашення заборгованості, зниження витрат по веденню рахунків.

Роздивимось деякі із запропонованих заходів окремо.

Одним з перших оперативних інструментів щодо стабілізації ситуації на підприємстві в період кризи є реструктуризація заборгованості. Традиційно під реструктуризацією заборгованості розуміється можливість відстрочки виплат по боргу або комплекс заходів щодо перетворення боргових зобов'язань компанії в обсязі, необхідному для забезпечення її платоспроможності. Також як процес, спрямований на нормалізацію операційної, інвестиційної та фінансової діяльності компанії, забезпечення її життєдіяльності та максимізацію вартості компанії в довгостроковій перспективі.

Розглядаючи реструктуризацію заборгованості як міру оперативної реструктуризації, в якості основних завдань виділяються наступні.

- Аналіз дебіторської заборгованості по кожному контрагенту.
- Аналіз короткострокових і довгострокових зобов'язань компанії.
- Оцінка показників ефективності управління заборгованістю, що дозволить виявляти тренди виникнення і погашення зобов'язань.
- Розробка заходів, спрямованих на покращення управління дебіторською та кредиторською заборгованістю.

Реструктуризація заборгованості і, як результат, фінансове оздоровлення підприємства припускає запобігання невиправданого зростання дебіторської заборгованості, забезпечення повернення боргів і зниження втрат при їх неповерненні. Це може бути реалізовано за рахунок продажу боргів факторинговим компаніям, шляхом застосування механізму заліку вимог або відступного для погашення заборгованості, періодичного перегляду граничної суми продажів продукції в борг, обміну дебіторської заборгованості на акції або частки участі в статутному капіталі підприємства-боржника.

Реструктуризація кредиторської заборгованості пов'язана або із зміною умов погашення або форми зобов'язань і здійснюється в наступних формах:

- розстрочка виплат (продлонгація термінів погашення) - поділ суми боргу на кілька частин, виплачуваних поступово в майбутньому періоді за узгодженим сторонами графіком. Ця форма є найбільш поширеною;
- відстрочка - перенесення термінів виплати заборгованості на більш пізній термін (наприклад, переведення короткострокової заборгованості в довгострокову). Така форма застосовується до суми основного боргу (при продовженні його поточного обслуговування шляхом виплати відсотків) або до всіх видів платежів (основна сума, відсотки, пені) за зобов'язаннями;

- переоформлення заборгованості, яке може поєднувати в собі як пролонгацію термінів виплат, так і зміна інших істотних умов позики (забезпечення, поруки, гарантій третіх осіб тощо). Основні види: оформлення векселем боргу за комерційним кредитом, заміна одного виду облігацій на інший з внесенням змін в умови їх випуску, переведення боргу на треті особи;
- конверсія заборгованості в активи, тобто заміна грошових виплат по боргу шляхом передачі кредитору окремих активів підприємства - акцій, нерухомості компанії, елементів обладнання, частини сировини і матеріалів, готової продукції та ін.;
- списання боргу (частково або повністю).

З метою підвищення ефективності діяльності з реструктуризації заборгованості в рамках реалізації комплексної стратегії фінансового оздоровлення доцільним представляється ведення так званого "реєстру старіння боргів" компанії, який дозволяє визначити раціональні обсяги і терміни дебіторської та кредиторської заборгованості, вибудувати ефективну політику управління у даній сфері. При цьому, враховуючи різні фактичні періоди надходження грошових коштів, в даному реєстрі заборгованість доцільно представляти не у вигляді загальної суми, а як грошовий потік за відповідними періодами, а також включати в нього такі розрахункові показники, як ціна і період обороту кредиторської та дебіторської заборгованості по кожному контрагенту підприємства.

Ліквідність є стратегічно важливою величиною, а платоспроможність характеризує поточний стан підприємства. В умовах кризи на ринку відбулося скорочення як державного, так і додаткового фінансування (банківські кредити та інші зовнішні позики), що змусило звернути увагу на оптимізацію використання власного прибутку підприємства, структури витрат та собівартості продукції, а також на залучення зовнішніх інвесторів. Вирішення цієї проблеми полягає, передусім, у постійному контролі динаміки надходження коштів та

своєчасному виявленні потенційних боржників. Проте найчастіше підприємства не приділяють достатньої уваги питанням запобігання заборгованості чи її ліквідації на ранніх етапах. Це змушує застосовувати стандартні методи нагадування (розсилка листів, дзвінки тощо), що, як правило, не дає очікуваного результату. Якщо підприємство не має можливості виділити кошти на такий відділ, альтернативою є створення зведеної таблиці обліку та контролю діючих відносин з дебіторами, яка складається у відповідності з індивідуальними вимогами та домовленостями. Таким чином, запобігання виникнення дебіторської заборгованості може бути першим кроком на шляху підвищення платоспроможності господарських суб'єктів державного сектору.

Для здійснення запропонованого заходу пропонується оптимізувати оперативне фінансове планування і посилити контроль над виконанням платіжного календаря. також рекомендується ввести санкції щодо покупців, недобросовісно виконують свої зобов'язання.

Впровадження даного заходу дозволить контролювати своєчасність надходження оплати від покупців, що в свою чергу дозволить своєчасно оплачувати свої рахунки. Результатом такого контролю може стати скорочення дебіторської та кредиторської заборгованості до 20%.

Факторинг – це банківська операція, суть якої полягає в придбанні банком (фактором) у постачальника (продавця) права вимоги у грошовій формі на дебіторську заборгованість покупців за відвантажені їм товари (виконані роботи, надані послуги), з прийняттям ризику виконання такої вимоги, а також приймання платежів.

Головними завданнями здійснення факторингових операцій виступають: забезпечення постачальника своєчасною оплатою відвантажених товарів, управління платіжною дисципліною позичальника, підвищення ефективності розрахунків між клієнтами, ліквідація виникнення дебіторської заборгованості у позичальника.

Спочатку постачальник готової продукції (клієнт банку) поставляє продукцію до дебітора; надає необхідні документи (той же список документів,

що і при отриманні кредиту) і відступлення дебіторської заборгованості банку; фактор (банк) перераховує аванс від суми поставки – найчастіше 80–95% від угоди; дебітор оплачує 100% суми поставки банку. Фактор перераховує залишки коштів від суми поставки з вирахуванням вартості послуг банку.

Факторинг дозволяє фінансувати обіговий капітал постачальника коштами банку, внаслідок чого постачальник отримує нові конкурентні переваги:

- можливість застосування у розрахунках з покупцями механізму товарного кредиту (перенесення термінів платежу за поставлену продукцію не позначається на короткостроковій ліквідності балансу постачальника і стані його розрахунків з кредиторами, оскільки банк компенсує обігові кошти постачальника у рамках факторингового обслуговування);

- можливість збільшення лімітів відвантаження товарів на умовах товарного кредиту;

- можливість збільшення кількості потенційних покупців;

- можливість здійснення постачальником оптових закупок товарів і відповідно підтримка різноманітних асортиментів товарів за рахунок компенсування обігових коштів;

- покриття торговельних ризиків, пов'язаних із відстрочкою платежу:

- ліквідного – ризику несвоєчасної оплати поставок покупцями;

- валютного – ризику зміни курсу долара протягом періоду фактичної оборотності поставки;

- процентного – ризику різкої зміни ринкової вартості грошових ресурсів.

- зміцнення ринкової позиції та поліпшення ділового іміджу і короткострокової платоспроможності постачальника ляхом проведення своєчасних розрахунків постачальника зі своїми кредиторами.

Комерційні банки України сьогодні є фінансово-кредитними установами, які намагаються орієнтуватися на міжнародні стандарти та вимоги і реагувати на потреби клієнтів, кількість яких повинна постійно нарощувати. По причині того, що факторинг сьогодні є досить перспективним варіантом розвитку бізнесу, банк має можливість збільшити кількість своїх клієнтів–юридичних осіб.

В Україні на сьогодні 34 банки пропонують послугу «Факторинг». Кожен з них має різні критерії щодо надання даної послуги.

Було досліджено діяльність найбільших банків України, загальна частка яких на ринку становить 77,25%, а саме 24 банки (табл. 2.19). 12 з яких надають послуги з факторингу.

Усі аналізовані установи зазначили гривню як валюту фінансування операції. У кожного зазначенні індивідуальні тарифи на винагороду банку за кредитне обслуговування та на оплату за перевірку документів.

Процентна ставка факторингу залежить від терміну погашення заборгованості, коливається у межах 2,0–2,3% за 30 днів; 4,0–4,6% до 60 днів; 6,0–7,0% до 90 днів; 8,7–9,3% до 120 днів.

Кожному з банків необхідний певний час для розгляду заяви клієнта на отримання факторингу – 5-20 днів в залежності від складності та ризикованості проведення операції. Термін дії договору в середньому становить 6–12 місяців.

Розрахуємо застосування факторингу для ТОВ «Промтехнологія». У 2018 році сума дебіторської заборгованості за товари склала 1576 тис. грн., це означає, що компанія ТОВ «Промтехнологія» не могла розпоряджатися цими оборотними коштами, поки дебітори не реалізували продукцію і не повернули кошти.

Запропоновано скористатися послугою факторинг, але лише на частину заборгованості, яка складає 451 тис. грн.

Розрахуємо також період погашення дебіторської заборгованості, для визначення терміну факторингу, за формулою (1):

$$DSO = \frac{360}{RTR}, \quad (2.1)$$

де DSO – період погашення дебіторської заборгованості, RTR – показник оборотності дебіторської заборгованості.

$$DSO(2018 p) = 360 / 5,34 = 67,4 \text{ днів}$$

Таблиця 2,19 --- Наявність та умови надання послуги Факторинг топ-24 банків України

№ з/п	Банк	Частка ринку, %	Наявність послуги факторинг	Валута фінансування	Необхідність застави	Вингорода банку за кредитне обслуговування, %	Оплата за перевірку банком документів, %	Процентна ставка факторингу, %	Термін розгляду заяви	Термін дії договору	Термін погашення	Авансований платіж
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	ПРИВАТБАНК	13,67	+	UAH	Без застави	0,1-1,0%	0,5-1,0%	До 30 дн - 2,0% 31-45 дн - 3,0% 46-60 дн - 4,0%	7 дн.	Від 6 міс.	7-60 дн.	До 85%
2	ОЩАДБАНК	6,81	-	-	-	-	-	До 30 дн - 2,1% 31-60 дн - 4,2% 61-90 дн - 6,25%	-	-	-	-
3	РАЙФФАЙЗЕНБАНК АВАЛЬ	6,71	+	UAH	Без застави	0,6%	0,8%	До 30 дн - 2,2% 31-60 дн - 4,3% 61-90 дн - 6,5% 91-120 дн - 8,7%	7-14 дн.	До 12 міс	14-90 дн.	До 90%
4	УКРЕКСИМБАНК	6,12	+	UAH	Без застави	0,5-1,0	0,8%	До 30 дн - 2,17% 31-60 дн - 4,35% 61-90 дн - 6,45%	5-14 дн.	До 12 міс	14-120 дн	До 95%
5	УКРСИББАНК	5,16	-	-	-	-	-	До 30 дн - 2,17% 31-60 дн - 4,35% 61-90 дн - 6,45%	-	-	-	-
6	УКРОСЦБАНК	4,62	-	UAH	Без застави	0,5-0,8	0,8%	До 30 дн - 2,0% 31-60 дн - 4,0% 61-90 дн - 6,0%	14-20 дн.	До 12 міс	7-90 дн.	До 90%
7	ДЕЛЬТАБАНК	3,50	-	-	-	-	-	До 30 дн - 2,1% 31-60 дн - 4,2% 61-90 дн - 6,25% 91-120 дн - 9,0%	-	-	-	-
8	ПРОМІСВЕСТБАНК	3,41	-	-	-	-	-	До 30 дн - 2,1% 31-60 дн - 4,2% 61-90 дн - 6,25% 91-120 дн - 9,0%	-	-	-	-
9	АЛЬФА-БАНК	3,38	+	UAH	Без застави	0,5%	0,5%	До 30 дн - 2,1% 31-60 дн - 4,3% 61-90 дн - 6,5% 91-120 дн - 9,0%	5 дн.	Від 6 міс.	7-90 дн.	До 90%
10	ВАВ БАНК	3,16	+	UAH	Без застави	0,5%	0,8%	До 30 дн - 2,1% 31-60 дн - 4,3% 61-90 дн - 6,5% 91-120 дн - 8,7%	10 дн.	Від 6 міс.	7-90 дн.	85-95
11	ОТП БАНК	2,60	+	UAH	Без застави	0,3-0,5	0,7%	До 30 дн - 2,1% 31-60 дн - 4,3% 61-90 дн - 6,5% 91-120 дн - 8,7%	7-10 дн.	До 12 міс	14-120 дн	До 90
12	ФІНАНСИ ТА КРЕДИТ	2,03	+	UAH	Без застави	0,8	0,9%	До 30 дн - 2,1% 31-60 дн - 4,3% 61-90 дн - 6,5% 91-120 дн - 8,7%	5-14 дн.	6-12 міс.	7-60 дн.	До 90%
13	ПУМБ	1,95	+	UAH	Без застави	0,5-1,0	1,0%	До 30 дн - 2,3% 31-60 дн - 4,3% 61-90 дн - 7,0% 91-120 дн - 9,3%	5 дн.	До 12 міс.	7-120 дн.	До 90
14	СВЕДБАНК	1,84	-	-	-	-	-	До 30 дн - 2,0% 31-60 дн - 4,0% 61-90 дн - 6,0%	-	-	-	-
15	УКРГАЗБАНК	1,81	-	-	-	-	-	До 30 дн - 2,1% 31-60 дн - 4,2% 61-90 дн - 6,25% 91-120 дн - 9,0%	-	-	-	-
16	БАНК ФОРУМ	1,59	-	-	-	-	-	До 30 дн - 2,1% 31-60 дн - 4,3% 61-90 дн - 6,5% 91-120 дн - 8,7%	-	-	-	-
17	НАДРА БАНК	1,59	-	-	-	-	-	До 30 дн - 2,0% 31-60 дн - 4,0% 61-90 дн - 6,0%	-	-	-	-
18	КРЕДИТПРОМБАНК	1,50	+	UAH	Без застави	0,5%	0,8%	До 30 дн - 2,0% 31-60 дн - 4,3% 61-90 дн - 6,5% 91-120 дн - 8,7%	7 дн.	До 12 міс.	7-60 дн.	До 95
19	БРОКБІЗНЕСБАНК	1,48	-	-	-	-	-	До 30 дн - 2,2% 31-60 дн - 4,3% 61-90 дн - 6,5% 91-120 дн - 8,7%	-	-	-	-
20	ПІВДЕННИЙ БАНК	1,06	+	UAH	Без застави	0,5%	0,5-1,0%	До 30 дн - 2,0% 31-60 дн - 4,3% 61-90 дн - 6,5% 91-120 дн - 8,7%	5-10 дн.	Від 6 міс.	14-120 дн	До 90%
21	СБЕРБАНК РОСІЯ	0,90	-	-	-	-	-	До 30 дн - 2,0% 31-60 дн - 4,3% 61-90 дн - 6,5% 91-120 дн - 8,7%	-	-	-	-
22	УНІВЕРСАЛБАНК	0,80	-	-	-	-	-	До 30 дн - 2,0% 31-60 дн - 4,3% 61-90 дн - 6,5% 91-120 дн - 8,7%	-	-	-	-
23	ЕРСТЕ БАНК	0,78	-	-	-	-	-	До 30 дн - 2,0% 31-60 дн - 4,3% 61-90 дн - 6,5% 91-120 дн - 8,7%	-	-	-	-
24	ХРЕЩАТИК	0,78	+	UAH	Без застави	0,3%	0,6%	До 30 дн - 2,0% 31-60 дн - 4,3% 61-90 дн - 6,5% 91-120 дн - 8,7%	10-14 дн.	До 12 міс	15-60 дн.	до 80%

У табл. 2.20 визначено вартість послуг аналізованих банків за послугу «Факторинг». Тривалість погашення дебіторської заборгованості у 2018 році

становила 67,4 дня, то було обрано отримання факторингу на термін у період 61-90 днів.

Таблиця 2,20 -- Визначення вартості послуг банків за факторинг

№ з/п	Банк	Процентна ставка факторингу, %	Виплати банку за		Авансовий платіж, %	Сума поставки, в тис. грн.	Авансовий платіж, тис. грн.	Залишок коштів від суми поставок,	Витрати на кредит, тис. грн.	Винагорода банку, тис. грн.	Всього витрат, тис. грн.
			кредитне обслуговування, %	перевірку документів, %							
1	ПРИВАТБАНК	4,00	0,55	1,75	85,00	451,00	383,35	67,65	18,04	0,41	18,45
2	РАЙФАЙЗЕН БАНК АВАЛЬ	6,25	0,60	0,80	90,00	451,00	405,90	45,10	28,19	0,39	28,58
3	УКРЕКСІМБАНК	6,50	0,75	0,80	95,00	451,00	428,45	22,55	29,32	0,45	29,77
4	УКРСОЦБАНК	6,45	0,65	0,80	90,00	451,00	405,90	45,10	29,09	0,42	29,51
5	АЛЬФА-БАНК	6,00	0,50	0,50	90,00	451,00	405,90	45,10	27,06	0,27	27,33
6	WAB БАНК	6,25	0,50	0,80	90,00	451,00	405,90	45,10	28,19	0,37	28,55
7	ОТП БАНК	6,80	0,40	0,70	90,00	451,00	405,90	45,10	30,67	0,34	31,01
8	ФІНАНСИ ТА КРЕДИТ	4,30	0,80	0,90	90,00	451,00	405,90	45,10	19,39	0,33	19,72
9	ПУМБ	7,00	0,75	1,00	90,00	451,00	405,90	45,10	31,57	0,55	32,12
10	КРЕДИТПРОМБАНК	4,00	0,50	0,80	95,00	451,00	428,45	22,55	18,04	0,23	18,27
11	ПІВДЕННИЙ БАНК	6,50	0,50	1,75	90,00	451,00	405,90	45,10	29,32	0,66	29,97
12	БАНК ХРЕЩАТИК	4,00	0,30	0,60	80,00	451,00	360,80	90,20	18,04	0,16	18,20

При даній послuzі необхідно звернути увагу на обсяг авансованого платежу, який пропонує одразу виплачувати банк та на загальну вартість користування факторингом.

Найбільший авансовий платіж зазначений у Кредитпромбанк та Укрексімбанку, а саме 428,45 тис. грн. (95% від суми поставки). На другому місці:

Райффайзен Банк Аваль, Укрсоцбанк, Альфа-Банк, VAB Банк, ОТП Банк, Фінанси та Кредит, ПУМБ та Південний Банк, які пропонують авансовий платіж у розмірі 405,9 тис. грн. (90% від суми поставки). На останніх місяцях: ПриватБанк та Банк Хрещатик, які пропонують аванс лише у розмірі 85 та 80% від суми поставки відповідно.

Якщо розглядати факторинг з боку отримання найбільшого обсягу авансу, то найвигідніші Укрексімбанк та Кредитпромбанк.

А якщо розглядати з фінансової сторони дану операцію, то необхідно враховувати процентну ставку за користування факторингу, а також виплати банку за кредитне обслуговування та перевірку документів. Та розрахувати найвигідніший банк з точки зору отримання максимального прибутку.

На рис.2.8 зображено розмір авансового платіжу за вирахуванням загальних витрати за користування факторингом по кожному з аналізованих банків. Можна побачити, що найвигіднішим варіантом буде скористатися послугами факторингу у Кредитпромбанк та підприємство отримає 410 тис. грн. додаткового капіталу для погашення існуючої кредиторської заборгованості. Найневигідніші умови виявились у Банк Хрещатик.

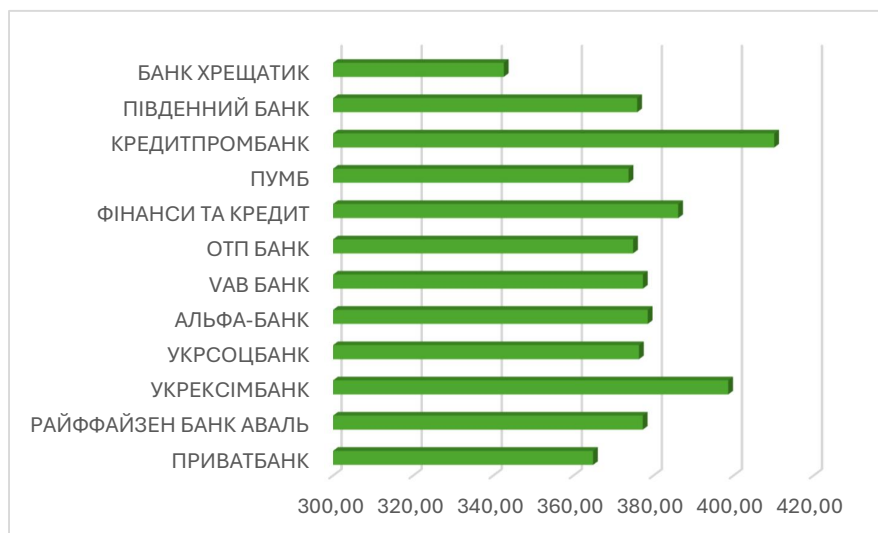


Рисунок 2.8 – Рівень банків за максимальним прибутком від послуги

Перекредитування, воно ж рефінансування кредитів - зміна умов договору, коли переглядається термін і сума виплати. Є два основні варіанти змін:

- збільшення розміру щомісячного платежу і скорочення терміну;
- збільшення терміну зі зменшенням оплати (більш раціонально і дозволяє знизити навантаження на бюджет).

Зміна договору може відбуватися всередині самої організації, де ви оформили позику. У такому випадку клієнт сам звертається із заявою, направленою на юридичну адресу головного офісу і просить переглянути пункти. Обов'язково повинна бути аргументація, чому сталося прострочення, як клієнт бачить подальшу виплату і що вже готовий погасити.

А можна зробити перекредитування кредиту в іншому банку, скориставшись вже готовими пропозиціями. В такому випадку можливо об'єднати прострочення з різних банків в одному новому і виплачувати борг вже йому, але на нових умовах.

Що важливо знати, щоб вибрати правильно нового кредитора? Слід звернути увагу на такі умови:

- процентна ставка повинна бути менше;
- немає комісій;
- немає страховки;
- період кредитування більше поточного;
- без заборони і штрафів на дострокове погашення.

Але, щоб не заплутатися, важливо розуміти, як відбувається процедура:

клієнт звертається із заявою до нового кредитора. банки дають гроші не готівкою, а перераховують початковому кредитору за безготівковим розрахунком, проводиться оцінка кредитоспроможності позичальника, прострочення в першій організації закривається, боржник починає оплачувати з наступного місяця вже новому банку на інших умовах.

Важливо розуміти, що тепер допускати прострочення вже не можна. По-перше, це істотно вплине на кредитну історію. А по-друге, банки роблять перекредитування тільки один раз і повторно такої можливості не буде.

Виходячи з цього, зрозуміло, що підприємству необхідно, щоб витрати на обслуговування кредиту були спрямовані до мінімуму, а саме:

$$\sum_{i=1}^N \left(S * \left(I + \frac{I}{(1+I)^n - 1} \right) * T - X_i + k_i * X_i \right) \rightarrow \min, \quad (2.19)$$

де I – річна ставка по кредиту, а щомісячний платіж за ануїтетним кредитом в i -му банку позначається змінною P_i , та розраховується за формулою:

$$P_i = S * \left(I + \frac{I}{(1+I)^n - 1} \right), \quad (2.20)$$

де S – це сума кредиту яку необхідно перекредитувати у новому банку,

N – кількість досліджуваних банків, $i = 1, \dots, N$,

X_i – Оптимальний розмір позики в певному i -му банку, k_i – відсоток комісії за послуги даного банку.

Очевидно, що підприємство бере кредит під певний зручний для себе термін T , відповідно умови надання кредиту в банках повинні відповідати даному параметру. Також усі банки мають обмеження по максимальній сумі видачі кредиту, це обмеження позначається L_i у i -му банку.

Встановимо обмеження у нашу функцію:

1. Розмір позики в кожному банку повинен бути невід'ємним:

$$X_i \geq 0 \quad (2.21)$$

2. Розмір позики в i -му банку не повинен перевищувати максимальний розмір позики за умовами банку:

$$X_i \leq L_i \quad (2.22)$$

3. Сума платежів за кредитом має бути невід’ємна:

$$\sum_{i=1}^N P_i \geq 0 \quad (2.23)$$

4. Сума позик, виданих i -м банком повинна дорівнювати сумі яку повинно перекредитувати підприємство:

$$\sum_{i=1}^N X_i = S \quad (2.24)$$

ТОВ «Промтехнологія» має перед собою задачу, а саме – знайти шлях, за яким підприємство зможе перекредитувати певну суму кредиторської заборгованості під більш вигідні умови. Для цього необхідно визначити банк, або декілька банків, у яких можна взяти позику для перекредитування, розбивши загальну суму на декілька частин.

Для початку визначимо розмір позики яка потрібна підприємству для перекредитування. Наразі підприємство має одну із кредиторських заборгованостей перед АТ "ПРЕУС БАНК МКБ" у розмірі 1000 тис. грн. під 21% річних. Отже оптимальна сума перекредитування для підприємства ТОВ «Промтехнологія» складатиме 1000 тис. грн., з терміном на 4 роки.

Далі необхідно визначити умови, які надають банки для перекредитування, а саме дізнатися значення параметрів:

- I – річна ставка по кредиту
- k_i – відсоток комісії за послуги даного банку
- L_i – максимальний розмір видачі кредиту
- T_i – максимальний термін видачі кредиту

Список банків, що надають послугу перекредитування та значення параметрів представлено у таблиці 2.21

Таблиця 2.21 – Умови банків, що надають послугу перекредитування

№	Банк	Відсотков а ставка	Комісія	Максимальн ий розмір позики, тис. грн.	Максимальн ий термін, місяців
1	CREDIT AGRICOLE	18,00%	1,00%	250	60
2	ОЩАДБАНК	20,49%	1,50%	200	60
3	КРЕДОБАНК	19,05%	0,99%	230	48
4	БАНК ПІВДЕННИЙ	21,00%	1,00%	160	36
5	MARFIN BANK	23,00%	1,00%	140	60
6	ТАСКОМБАНК	24,00%	1,50%	250	48
7	UKRSIBBANK	18,50%	1,00%	240	60
8	АЛЬФА-БАНК	24,00%	0,90%	250	120
9	ПРИВАТБАНК	22,90%	1,00%	180	60
10	РАЙФФАЙЗЕН БАНК АВАЛЬ	21,00%	1,00%	140	18

З'ясувавши необхідні параметри для вирішення задачі, необхідно занести їх до обмежень (2.22) та (2.24), які разом за обмеженнями (2.21) та (2.23) відносяться до цільової функції (2.20), тим самим, утворюючи економіко-математичну модель. За допомогою якої і буде вирішуватись задача, яка розглядається. Для цього виконуємо її рішення засобами MS Excel з використанням надбудови Розв'язувач.

Також, щоб реалізувати обмеження за максимальним періодом видачі позики було використано функцію у MS Excel «IF»: =IF(\$C\$3<=F13;1;0).

Результати оптимального розрахунку можна побачити у табл. 2.21. З таблиці видно, що пропонується розбити загальну суму позики на частини, а саме

перекредитуватися у CREDIT AGRICOLE на суму 250 тис. грн., у ОЩАДБАНК на 200 тис. грн., у КРЕДОБАНК на 230 тис. грн., у UKRSIBBANK на 240 тис. грн., у ПРИВАТБАНК на 80 тис. грн. Загальна сума позики складає необхідну для підприємства 1000 тис. грн.

Також можна побачити, що в межах терміну 4 роки (48 місяців), тобто умови задовольняють за терміном кредитування, були такі банки як MARFIN BANK, ТАСКОМБАНК, АЛЬФА-БАНК, але хоча умови цих банків задовольняли обмеження математичної моделі, за рахунок високої відсоткової річної ставки та комісії за послуги банку вони не є вигідними варіантами для співпраці з даним підприємством.

Такі банки як БАНК ПІВДЕННИЙ, РАЙФФАЙЗЕН БАНК АВАЛЬ взагалі мали недостатньо довгий термін кредитування, щоб задовольнити обмеження моделі та розглядатися для вирішення задачі.

№	Банк	В межах терміну	Сума кредиту у банку, грн.	Витрати на обслуговування боргу, грн.
1	CREDIT AGRICOLE	1	250000,00	-105000,00
2	ОЩАДБАНК	1	200000,00	-97643,60
3	КРЕДОБАНК	1	230000,00	-102665,66
4	БАНК ПІВДЕННИЙ	0	0,00	0,00
5	MARFIN BANK	1	0,00	0,00
6	ТАСКОМБАНК	1	0,00	0,00
7	UKRSIBBANK	1	240000,00	-103817,27
8	АЛЬФА-БАНК	1	0,00	0,00
9	ПРИВАТБАНК	1	80000,00	-43667,36
10	РАЙФФАЙЗЕН БАНК АВАЛЬ	0	0,00	0,00

Таблиця 2.22 – Результати розрахунків за допомогою надбудови «Пошук рішень»

Таким чином, якщо скористатися послугами цих банків з перекредитування загальні витрати на обслуговування боргу будуть становити 452793,89 грн. Це є найоптимальніший варіант за умови початкових обмежень.

Наразі підприємство має одну із кредиторських заборгованостей перед АТ "ПРЕУС БАНК МКБ" у розмірі 1000 тис. грн. під 21% річних. Витрати на обслуговування цього боргу становлять 496353,36 тис. грн. в розрахунку на 4 роки (48 місяців).

Отже, при використанні оптимізаційної економіко-математичної моделі ТОВ «Промтехнологія» має змогу зекономити суму у розмірі 43559,47 грн.

Загалом, при використанні методів запропонованих вище, підприємство може покращити стан своєї кредиторської заборгованості таким чином: скористатися послугами факторингу у Кредитпромбанк та скористатися послугою перекредитування у групи банків CREDIT AGRICOLE, ОЦАДБАНК, КРЕДОБАНК, UKRSIBBANK, ПРИВАТБАНК на загальну суму, яка відповідає заборгованості перед АТ "ПРЕУС БАНК МКБ" у розмірі 1000 тис. грн.

Отримані гроші від впровадження запропонованих заходів спрямовані на зменшення довгострокових та короткострокових зобов'язань.

Розрахунок економічної ефективності запропонованих заходів представлений в таблиці 2.23.

За даними таблиці 2.23 можна побачити, що при впровадженні запропонованих заходів ТОВ «Промтехнологія» зможе поліпшити свою фінансово-господарську діяльність, розрахуватися з різними організаціями за своїми боргами.

А саме заборгованість за довгостроковими та короткостроковими зобов'язаннями знизиться на 453, 56 тис. грн (18%). За рахунок зменшення дебіторської заборгованості на 410 тис. грн (28,7%) та направлення цих грошей на зменшення заборгованості перед кредиторами АТ "ПРЕУС БАНК МКБ" та АТ «Райффайзен Банк «Аваль». Також за рахунок використання засобу перекредитування підприємство знизить навантаження за сплатою відсотків у розмірі 43,56 тис. грн.

Тим самим після впровадження запропонованих засобів довгострокові та короткострокові зобов'язання будуть становити 2008,44 тис. грн, що на 453, 56 тис. грн або 18% менше ніж до впровадження.

Таблиця 2.23 -- Розрахунок економічної ефективності за всіма заходами для довгострокових та короткострокових зобов'язань

Засіб	Сума кредиторської заборгованості до впровадження, тис. грн.	Сума кредиторської заборгованості після впровадження, тис. грн.	Абсолютне відхилення	Відносні зміни, %
Факторинг	1462,00	1052,00	410,00	28%
Перекредитування	1000,00	956,44	43,56	4%
Усього	2462,00	2008,44	453,56	18%

Розділ 3. УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ

До терміну управління персоналом відноситься не тільки методи заохочення працівників, але й методи визначення ризиків, які ці працівники можуть внести у свою професійну діяльність.

3.1. Прогнозування ймовірності завдання збитку співробітниками Приватбанку [31]

Операційний ризик нерозривно пов'язаний з банківською діяльністю, зокрема через її складність. Операційний ризик – імовірність виникнення збитків або додаткових втрат або недоотримання запланованих доходів унаслідок недоліків або помилок в організації внутрішніх процесів, навмисних або ненавмисних дій працівників банку або інших осіб, збоїв у роботі інформаційних систем банку або внаслідок впливу зовнішніх факторів. Збитки можуть бути нанесені посередництвом виконання наступних дій співробітниками: шахрайство – протиправні дії, спрямовані на заволодіння банківськими майном, фінансовими ресурсами або власністю шляхом обману або зловживання довірою; зловживання – навмисне порушення нормативних документів банку (в тому числі Кредитних процедур), перевищення своїх посадових повноважень і / або повноважень при здійсненні банківських операцій; конфлікт інтересів – наявність нерозкритої економічної або особистої зацікавленості співробітника в операції, яка негативно впливає на банк.

За статистикою видання «Мій бізнес» («Райффайзен Банк Аваль») 45% співробітників при зміні місця роботи забирають із собою різні внутрішні документи, бази даних та технологічні розробки. 10% співробітників ніколи не будуть чинити протиправних дій, 10% будуть їх чинити завжди, а 80% скоять за можливості [32].

Для управління ризиками персоналу необхідна розробка паспорта посад, встановлення кваліфікаційних та репутаційних вимог відповідно до особливостей роботи окремих категорій спеціалістів. При цьому уніфікований підхід фінансових установ, як правило, має включати наступні складові у розрізі паспорта посад: загальні вимоги до персоналу (рівень та характер освіти, досвід роботи, ділова репутація, морально-етичні якості працівника); специфічні вимоги до професійних знань, умінь і навичок спеціаліста, що займає дану посаду; цільовий профіль посади (місія посади, посадові права та обов'язки, характер основних напрямків діяльності, прогнозовані результати, корпоративна культура всередині установи); рівень та характер відповідальності [3, с.143].

Дмитро Коссе, експерт-практик роздрібного ринку, керівник консалтингової компанії КОССЕ БІЗНЕС КОНСАЛТИНГ [33] зазначає, що найчастіше зловживають своїм службовим становищем співробітники, які відповідають за організацію закупівель, замовляючи продукцію чи послуги за цінами, вищими від ринкових, нерідко у фірм-посередників або навіть у власних фірм.

Подібних рекомендацій можна знайти на будь-яких сайтах, але жоден із цих порад не дозволяє визначити рівень та імовірність можливого збитку, що його завдасть новий співробітник банку.

Метою роботи є розробка надійної методики, яка б дозволила мінімізувати ризики під час прийняття на роботу нового співробітника банку, яка б дозволила визначити ймовірність завдання за їх даними.

Для реалізації поставлених задач було розроблено методику визначення міри можливого збитку, який може надати банку новий співробітник, опираючись на методику, розроблену у [5].

З цією метою пропонується дотримуватися наступного алгоритму:

1. Використати статистику попередніх порушень, що були виявлені за залагоджені.
2. Побудувати таблиці рівня збитку, що його завдали співробітники банку, що окрім рівня збитку містить в собі характеристики співробітників.

3. Використати алгоритм кластеризації, шляхом розбиття всіх співробітників, які завдали збитки на класи, дозволяє знайти середній рівень збитку для кожного класу.
4. Розрахувати коефіцієнти лінійних роздільних функцій.
5. При укладенні трудового договору з новим співробітником віднести його до певного класу шляхом підстановки в роздільні функції даних співробітника. Роздільна функція, яка прийме найбільше значення і означає, до якого класу віднесено нового співробітника.
6. Порівняти можливий обсяг збитків з поточним рівнем обігових коштів відділення, в якому має працювати цей співробітник, що дозволить керівництву банку прийняти рішення щодо можливості укладення трудових договорів.

Запропонований алгоритм було використано для аналізу та прогнозування збитковості нових співробітників КБ Приватбанк.

Розмір нанесеного банку збитку від інцидентів, спричинених співробітниками, за методикою оцінки витраченого часу на усунення інциденту, згідно внутрішніх документів банку, оцінюється як кількість втрачених транзакцій і розраховано як

$$\begin{aligned} \text{Кількість втрачених транзакцій} &= \text{Фактичний час вирішення інциденту} * \\ &* \text{Середню кількість транзакцій за годину} * \text{Вартість однієї транзакції} \end{aligned}$$

Фактичний час вирішення інциденту обчислюється

$$\begin{aligned} \text{Фактичний час вирішення інциденту} &= \\ &= \text{Час закриття інциденту} - \text{Час виникнення інциденту} \end{aligned}$$

Для складення таблиці, що містить такі дані, було проведено анкетування співробітників Приватбанку, що відповідають за кадри. Анкета містила наступні

запитання: Опис інциденту; Дата виникнення інциденту; Дата народження; Стать; Посада; Стаж роботи: у банку і загальний; Рівень задоволеності умовами праці; Чи планували Ви змінити місце роботи; Місячний дохід; Кількість утриманців (діти, чоловік/дружина, батьки тощо); Щомісячні платежі (іпотека, кредит, аліменти оренда і т.д.); Дата закриття інциденту. Вибірка мала 57 відповідей.

На основі вихідних даних засобами MS Excel було виконано кореляційний аналіз. За результатами проведеного аналізу, можна зробити висновок, що найбільше на величину збитку впливають вік співробітника, сума щомісячних платежів, рівень задоволеності умовами праці, трохи менший вплив має розмір доходу, стать та припущення про зміну місця роботи. Найменший вплив мають стаж та кількість утриманців співробітника.

Метою подальшого аналізу є розподіл співробітників на групи. Співробітники, що потрапили до однієї групи, з однаковою ймовірністю здатні до вчинення ситуації, що призведе до понесення банком збитку. Для виконання цієї задачі було використано кластерний аналіз за допомогою пакету STATASTICA.

Вибірка утворила п'ять кластерів. При кластеризації найбільший вклад несуть: стать – 0,52; дата народження – 0,338; рівень задоволеності умовами праці – 0,112; відношення щомісячних платежів до місячного заробітку співробітника – 0,032; плани щодо зміни місця роботи – 0,015; кількість утриманців – 0,0119; стаж – 0,004; вік – 0,0001.

Отримані розділені на кластери необхідно впорядкувати. Впорядковані дані використовуються, у даному випадку, для створення розподільних функцій.

Для побудови лінійних роздільних функцій спочатку необхідно створити стовпець, що містить додаткову змінну – функцію розділення кластерів. У розрахунках позначена як Y^* .

При розрахунках лінійної регресії для певного кластеру, значенням Y^* має бути присвоєно значення 100 тільки для даних цього кластеру, а для даних решти

кластерів – присвоюється значення $Y^* = 0$. Наступним кроком є побудова лінійної регресійної залежності Y^* від вхідних факторів згідно алгоритму, описаному в [3].

У результаті проведення вказаної послідовності дій для всіх кластерів було отримано 5 залежностей:

$$Y_1^* = 0,065X_1 + 0,997X_2 - 7,035X_3 - 0,836X_4 - 1,46X_5 - 6,97X_6 - 0,001X_7 + 7,259X_8 + 0,007X_9 - 37,72X_{10}$$

$$Y_2^* = -0,34X_1 - 0,295X_2 + 5,83X_3 - 0,19X_4 - 0,73X_5 - 7,078X_6 + 0,0007X_7 + 0,556X_8 + 0,0009X_9 + 0,243X_{10}$$

$$Y_3^* = -0,0029X_1 + 1,48X_2 + 7,07X_3 - 0,637X_4 - 1,297X_5 + 13,76X_6 - 0,002X_7 + 6,674X_8 + 0,002X_9 - 54,25X_{10}$$

$$Y_4^* = 0,73X_1 - 0,136X_2 + 11,99X_3 - 1,899X_4 + 6,375X_5 + 10,41X_6 - 0,001X_7 - 3,295X_8 - 0,007X_9 + 94,635X_{10}$$

$$Y_5^* = 0,25X_1 - 0,864X_2 - 5,153X_3 + 1,98X_4 - 0,589X_5 - 0,17X_6 + 0,005X_7 - 7,396X_8 - 0,004X_9 + 22,929X_{10}$$

Необхідно також обчислити середню величину збитку за кожним кластером (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Середня сума збитку за кластерами, грн

Середня сума збитку за 1 кластером	Середня сума збитку за 2 кластером	Середня сума збитку за 3 кластером	Середня сума збитку за 4 кластером	Середня сума збитку за 5 кластером
3 487,14	18 133,33	10 030,77	1 929,63	2 653,85

Для визначення ймовірності завдання збитку співробітником банку використано формулу:

$$P = \frac{\text{Середня сума збитку за кластером}}{\text{Середня сума коштів, що проходить через співробітника за день}}$$

Середню суму коштів, що проходить через одного співробітника за день було розраховано як відношення:

$$\text{Середня сума коштів} = \frac{\frac{\text{Річний бюджет напрямку}}{\text{Кількість працівників}}}{\text{Кількість робочих днів у році}}$$

Прийнятна ймовірність завдання збитку для працевлаштування у підрозділ не більше як 30%, згідно проведеного опитування співробітників напрямку трудових ресурсів.

За розробленою методикою була створена інформаційна система, яка дозволяє співробітникам банку, відповідальним за кадри, автоматизувати розрахунок імовірності завдання збитку новими співробітниками.

На рис. 3.1 показано порядок виконання розрахунку.

Дані співробітника										
Знак зодіака	Вік	1 - чоловіки, 2 - жінки	Стаж (повних років)	Рівень задоволеності умовами праці	Чи планує Ви змінити місце роботи	Дохід	Кількість утриманців (діти, чоловік, дружина, батьки тощо)	Сума щомісячних платежів	Код підрозділу	Відношення щомісячних платежів до його місячного заробітку
2	25	2	4	5	1	10000	0	1000	3	0,1
								Середня сума збитку за підрозділом	340,7569673	
		СКВ	Довірчий інтервал завдання збитку							
1 кластер	3621,256	1 817,48	2989,49							
2 кластер	2,3013	5 445,49	8957,03							
3 кластер	32,4478	4 151,98	6829,407							
4 кластер	49,1925	1 128,58	1856,357							
5 кластер	21,6919	1 696,38	2790,291							
Імовірність завдання збитку	10,62709									

Рис.3.1 Сторінка «Перевірка» інформаційної системи

Після завершення розрахунку система видає повідомлення про можливість прийому даного співробітника у вказаний підрозділ (рис.3.2).

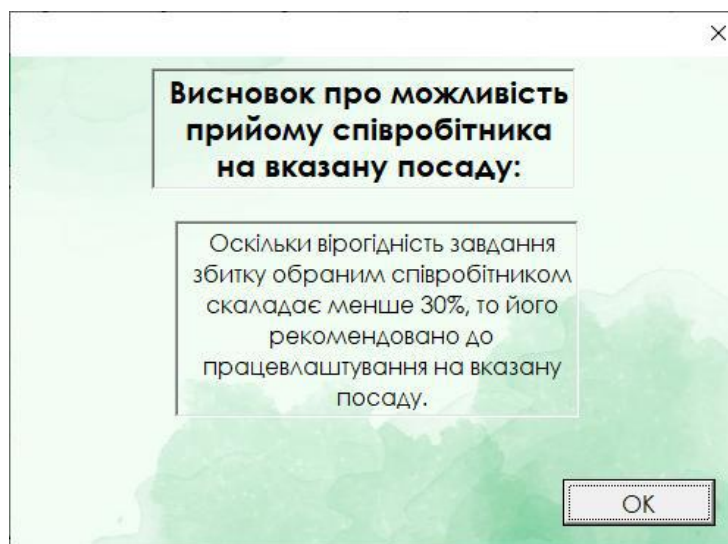


Рис. 3.2. Висновок інформаційної системи

Таким чином, кластеризація даних дає змогу спочатку виділити, до якої групи ризику відноситься новий співробітник, а потім на основі обігових коштів, які проходять через відділення де має працювати співробітник, дають змогу зрозуміти чи може банк дозволити у цей момент прийняти на роботу цю людину. Розроблена модель дозволяє оцінити таку ймовірність та визначити стратегію поведінки для мінімізації випадків настання подібних ситуацій.

В умовах, коли до банку приходять одразу декілька нових співробітників, ця модель є найбільш ефективною для швидкого прийняття рішень.

3.2. Визначення міри ризикованості клієнта [39]

В сучасних економічних умовах України економічна чи політична ситуація заставляє підприємства скорочувати або й навіть згортати виробництво, а якщо взяти аграрні фірми, то до інших проблем в них додається іще ситуація з недоотриманням прибутку внаслідок неврожаю. У зв'язку з цим, виникають проблеми у виробничих підприємств, що укладають договори на виготовлення та встановлення обладнання, бо досить значна кількість замовників їх продукції

відмовляється від продовження контракту. Така відмова завдає збитків підприємству, адже вже витрачені кошти на розробку конструкції, проектування місця розташування готового виробу, закупівлю необхідних матеріалів та комплектуючих.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основний напрямок досліджень вітчизняних авторів спрямований на менеджмент стосунків з клієнтами. Для цього даються словесні поради, як із ним себе поводити, як контролювати їх діяльність, щоб не допустити зриву виконання фінансових зобов'язань по контракту. Так, в роботі [1] рекомендується «Оцінювання ризику клієнта здійснюється за відповідними критеріями, зокрема за типом клієнта, географічним розташуванням держави реєстрації клієнта або установи, через яку він здійснює передачу (отримання) активів, і видом товарів, послуг». При цьому жодних методик розрахунку рівня ризику не подано.

Лисаков А.В. та Новіков Д.А. у статті “Договірні відносини в управлінні проектами” [1] досліджують оптимізаційні моделі відносин у керівництві проектів. Зауважується, що в управлінні проектами необхідно переглянути відносини з зовнішнім оточенням діяльності підприємства для досягнення кінцевих результатів оптимізації. Загальними завданнями управління є планування, вибір контрагентів, визначення параметрів договірних та оперативного управління.

Результати встановлення і рішення цих завдань свідчать про те, що математичне моделювання являє собою ефективний інструмент аналізу та синтезу механізмів управління у договірних відносинах. Напрямок роботи є інтеграція результатів моделювання у сучасні програмні середовища для оптимізації управління договорами.

Отже, пошук рішення для зміни роботи з клієнтом під час управління проектами є важливою частиною роботи підприємства, оптимізація якої є необхідною у роботі підприємства з клієнтами.

Джон Форман у своїй книзі “Багато цифр” наголошує, що необхідно використовувати дані своїх клієнтів, щоб краще їх знати. Треба розробляти

клієнтські бази та знаходити найкращі рішення для фірми. Один із способів цього досягти - використати кластеризацію для сегментування ринку клієнтів. Зібрати різні параметри і розділити їх на групи. Робота з групами допомагає визначити, що у її членів однакове, а що відрізняє їх один від одного. Ці знання допоможуть виконати оптимізацію рішень.

Формулювання цілей статті. Метою роботи є розробка надійної методики, яка б дозволила мінімізувати ризики під час визначення цінності нових замовлень через фактори, які можуть бути зібрані на початковому етапі роботи з клієнтом.

Виклад основного матеріалу Для реалізації поставлених задач було розроблено методику визначення міри можливого збитку, який може надати виробничому підприємству новий клієнт.

З цією метою пропонується дотримуватися наступного алгоритму:

7. Використати статистику попередніх замовлень, в яких клієнт відмовився від продовження контракту і не оплатив витрати підприємства, яке виконувало замовлення на виготовлення та встановлення конструкції.
8. Побудувати таблиці рівня збитку, що його може надати клієнт, якщо відмовиться від замовлення, полягає у складенні таблиці, що окрім рівня збитку містить в собі характеристики фірми-замовника, такі як відстань до клієнта, вік керівника фірми-замовника, сума контракту, дата укладання договору про виготовлення конструкції, валюта балансу замовника.
9. Використати алгоритм кластеризації, шляхом розбиття всіх клієнтів, які завдали збитку на класи, дозволяє знайти середній рівень збитку для кожного класу.
10. Розрахувати коефіцієнти лінійних роздільних функцій.
11. При укладенні договору з новим клієнтом шляхом підстановки в роздільні функції даних клієнта. Роздільна функція, яка прийме найбільше значення і означає, до якого класу віднесено нового клієнта.

12. Порівняти можливий обсяг збитків з поточним рівнем обігових коштів, що дозволить керівництву підприємства прийняти рішення щодо можливості укладення договорів на виконання замовлення.

Запропонований алгоритм було використано для аналізу та прогнозування збитковості клієнтів ТОВ “МТК Україна”, основна діяльність якого – це виготовлення ангарів з гофрованого металу та їх монтаж на території клієнтів, серед яких більшість складають агрофірми.

В табл. 3.2. наведено фрагмент даних відмов за 4 роки діяльності фірми за такими характеристиками:

- Дата договору (або попередня згода) та дата відмови.
- Господарська діяльність замовника.
- Площа фірми замовника.
- Область, в якій планувалось будівництво.
- Відстань до замовника.
- Кількість працівників.
- Вік замовника.
- Статутний капітал.
- Рік заснування.
- Розмір ангара.
- Етап, на якому було припинене будівництво.
- Збитки, до яких призвела відмова.

Таблиця 3.2 – Характеристика відмов

ПІН замовника	Дата відмови	Господарська діяльність замовника	Площа (га)	Область будівництва	Відстань до замовника, км	Вік контактної людини	К-ть працівників	Статутний капітал	Рік заснування	Розмір ангара	Етап роботи	Збитки (грн)
1	15.02.19 / 20.08.19	Зернові та технічні культури	4800	Кіровоградська обл., Оникієве	299	60	62	7400	1936	20/70	Метал	1000200

ПН замовника	Дата відмови	Господарська діяльність замовника	Площа (га)	Область будівництва	Відстань до замовника, км	Вік контактної людини	К-ть працівників	Статутний капітал	Рік заснування	Розмір ангара	Етап роботи	Збитки (грн)
2	10.11.18 / 16.07.19	Оптова торгівля продуктами харчування	100	Дніпропетровська обл., Чумаки	39,9	48	8	9375	1997	20/50	Договір	4800
3	27.05.19 / 24.06.19	Зернові культури	3000	Дніпропетровська обл., Васильківка	112	53	154	340000	2004	18/50	Договір	5600

Загалом було зібрано 27 подібних випадків.

Для угруповання даних з табл. 3.2 було використано кластерний аналіз, який призначений для об'єднання деяких об'єктів в групи (кластери) таким чином, щоб в один клас потрапляли максимально схожі об'єкти, а об'єкти різних класів максимально відрізнялися один від одного. Всі кластерні алгоритми потребують оцінки відстаней між кластерами або об'єктами. Для даного розрахунку було прийнято евклідовий метод відстаней [34].

Проведений в програмі Excel кореляційний аналіз впливу економічних факторів на збитки показав, що найбільш впливовими факторами є наступні: x_1 – площа землі замовника, x_2 – відстань до замовника, x_3 – вік особи, що приймає рішення, x_4 – рік заснування фірми замовника, x_5 – висота ангара, x_6 – довжина ангара.

Наступним етапом було розбиття на кластери всіх даних відмов. Треба було зрозуміти чи формують замовники, які відмовилися від будівництва, кластери, які можуть бути осмислені. Спочатку для цього використовувалась ієрархічна класифікація пакету STATISTICA. Згідно цього алгоритму кожний елемент об'єднується, і формуються кластери. Кожен вузол діаграми представляє об'єднання двох або більше кластерів, положення вузлів на вертикальній осі визначає відстань, на якій були об'єднані відповідні кластери.

Метод повного зв'язку визначає відстань між кластерами як найбільшу відстань між будь-якими двома об'єктами в різних кластерах, тобто найбільш віддаленими сусідами.

Міра близькості, яка визначається евклідовою відстанню між кластерами, є геометричною відстанню в n -мірному просторі. Ці відстані, що обчислюються за середнім кожної змінної в кластері, наведені в табл. 2.

Таблиця 3.3. – Відстані між кластерами

Cluster Number	Distances below diagonal					
	Squared distances above diagonal					
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
No. 1	0,000000	4,874973	5,040394	4,959037	12,57932	6,050414
No. 2	2,207934	0,000000	1,112081	0,919211	5,29785	1,691196
No. 3	2,245082	1,054552	0,000000	0,900388	3,60699	1,015714
No. 4	2,226890	0,958755	0,948888	0,000000	5,19455	0,859874
No. 5	3,546734	2,301707	1,899208	2,279155	0,00000	2,908145
No. 6	2,459759	1,300460	1,007826	0,927294	1,70533	0,000000

Для перевірки припущення, що дані формують 6 кластерів, розіб'ємо дані методом K -середніх на 6 кластерів і перевіримо значимість відмінностей між отриманими групами [35]. Метод K -середніх обчислюється, починаючи з k випадково обраних спостережень, які стають центрами груп, після чого об'єктний склад кластерів змінюється з метою мінімізації змінності всередині кластерів і максимізації змінності між кластерами.

Кожне наступне спостереження ($K + 1$) відноситься до тієї групи, міра подібності з центром тяжкості якого є мінімальною. Після зміни складу кластера обчислюється новий центр ваги, найчастіше як вектор середніх по кожному параметру [36].

За результатами кластеризації було утворено чотири групи замовників, що відмовилися від продовження контракту: до 1 кластеру відносяться замовники, які мають середню за площею землю, до 2 кластеру можна віднести найзбитковіших замовників, до 3 кластеру входять замовники, які мають

найбільші за площею землі, до 4 кластеру було віднесено будівництво найменших за розмірами ангарів.

Був проведений дисперсійний аналіз для визначення значущості відмінності між отриманими кластерами. Значимість для довірчої ймовірності $p < 0,05$ підтверджує значну відмінність між кластерами. Тому всі фактори були обрані правильно та приймаються.

Отже, на підставі кластеризації простір компонентів складається з чотирьох областей, кожна з яких містить точки, що відповідають об'єктам з одного класу. Тепер необхідно розробити алгоритм, який би дозволив віднести нового клієнта до певного кластеру. Завдання розпізнавання нового клієнта може розглядатися як побудова меж областей рішень, які поділяють кластери.

Нехай ці межі визначаються роздільними Y -функціями [31]. Вони допомагають визначити чи належить об'єкт кластеру. Тобто, необхідно виконати умови так званої компактності, коли кожний вектор ознак кластерів, що належать одному класу, утворює в просторі опису локально обмежену область. Якщо кластери, які відповідають різним кластерам, рознесені досить далеко один від одного, то можна скористатися простими схемами розпізнавання. Наприклад, класифікація об'єкта за відстанню від центра ваги кластерів або за середньою відстанню до всіх елементів вибірки відповідних їм центрів.

На формування збитків підприємства впливає 6 різних факторів. Необхідно побудувати регресії для отримання коефіцієнтів роздільних функцій аналогічно методиці, описаній в [37]. На основі отриманих кластерів було побудовано роздільні функції, за допомогою додаткової змінної Y_i , яка при розрахунках лінійної регресії приймала значення 1000 для одного кластера та 0 для інших. Розрахунок проводився за допомогою програми Excel. Загалом регресія проводилась чотири рази для 4 кластерів. Для мінімізації ризиків раптових відмов, на основі лінійної регресії були складені рівняння лінійних роздільних функцій методом регресійного аналізу [38], що мають вигляд:

$$Y_1 = -0,12 + 0,19x_1 + 0,12x_2 + 0,05x_3 - 0,51x_4 + 0,16x_5 - 0,24x_6,$$

$$Y_2 = -0,10 + 0,24x_1 + 0,32x_2 + 0,15x_3 - 0,53x_4 + 0,23x_5 - 0,30x_6,$$

$$Y_3 = -0,04 + 0,24 x_1 + 0,26 x_2 + 0,09 x_3 - 0,52 x_4 + 0,24 x_5 - 0,28 x_6,$$

$$Y_4 = 0,06 + 0,13 x_1 + 0,26 x_2 + 0,19 x_3 - 0,55 x_4 + 0,09 x_5 - 0,27 x_6,$$

Варто відзначити, що регресійний аналіз проводився для нормованих даних.

Таким чином, отримано функції залежності збитку від кожного кластера відмов замовників в залежності від факторів $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$. Коефіцієнт апроксимації R^2 для кожної регресії є прийнятним [38], а стандартна помилка є порівняно малою. Ці функції є роздільними у визначеності кластера і можуть бути використані для майбутніх вхідних даних. Таким чином, можна виявити замовлення, які будуть відноситися до кластерів з різними рівнями ризику: найзбитковіші замовлення великих ангарів великими підприємствами, заснованих у 2000 роки; найзбитковіші замовлення середніх за розмірами підприємств, найменші за збитками замовлення великих за розмірами підприємств та найменші за збитками замовлення найменших ангарів середніми за розмірами підприємств.

Наприклад, для розрахунку були взяті наступні дані замовника, який щойно звернувся до фірми з метою побудувати ангар розміром 18/50 (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Вхідні дані

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
Замовник 1	5000	443	60	2003	18	50

Спочатку треба дізнатися, до якої ризикової групи входить клієнт, щоб визначити, чи доцільно для фірми приймати замовлення. Підставимо ці дані в роздільні функції і отримаємо наступні результати значень розподільних функцій: $Y_1 = 0,05$; $Y_2 = 0,48$; $Y_3 = 0,42$; $Y_4 = 0,43$.

Зі значень Y_i знаходимо максимальне, до якого входять ці клієнти. В нашому випадку замовник входить до 2 кластера, до якого входять найзбитковіші замовлення середніх за розмірами підприємств, отже, до найбільш ризикової групи.

Середній збиток, який може отримати фірма під час раптової відмови цього замовлення, дорівнює 564 306 грн. Порівняємо ці дані з обіговими коштами фірми на даний момент, які складають 854 000 грн. Різниця складе 289 694 грн.

Отже, на цей момент замовлення не рекомендується приймати, бо, по-перше, замовник потрапляє в найбільш ризикову групу з кластерів, а по-друге, обігові кошти перевищують середній збиток тільки у 1,5 рази і, за політикою фірми такого запасу коштів замало, бо ставить фірму у ризикове становище у найскладніший період для роботи підприємства.

Розроблену програму було запроваджено в бізнес-діяльність фірми ТОВ “МТК Україна”.

Таким чином, кластеризація даних дає змогу спочатку виділити, до якої групи ризику відноситься клієнт, а потім на основі обігових коштів, які дають змогу зрозуміти чи може фірма дозволити у цей момент ризиковий проект, прийняти або відхилити замовлення. Якщо клієнт потрапляє до більш ризикової групи і фірма не має додаткових обігових коштів на ризикове замовлення, то від цього клієнта рекомендується відмовитись. І навпаки, якщо клієнт потрапляє до менш ризикової групи, фірма може прийняти замовлення. В умовах декількох клієнтів, які приходять одночасно ця модель є найбільш ефективною для швидкого прийняття рішень.

Розділ 4. ТОРГІВЛЯ

У цьому розділі наводяться методи та моделі, необхідні в торговій діяльності. Ці методи спрямовані на отримання додаткового прибутку або за зменшення накладних витрат.

4.1. Оптимізація роздрібних цін [40]

В умовах насиченості ринків товарами широкого вжитку, а значить при великій конкуренції поміж торговими організаціями, виникає проблема збільшення прибутку при сталій нормі прибутковості всього обсягу реалізації. Досягнення цієї мети може бути здійснено через зміну роздрібних цін на товари, що реалізуються.

У роботі Белявцева М.І. [41] процесу ціноутворення віддається дуже важлива роль у системі управління доходами торгового підприємства та він називається найважливішим механізмом економічного розвитку.

Одним з недоліків розглянутого дослідження є неточність сформульованого визначення «механізм ціноутворення». Акцент зміщений в сторону управління процесом формування ціни в системі управління діяльністю всім підприємством, не враховуючи при цьому вплив на ціноутворення компанії впливу інших суб'єктів фінансових відносин і факторів мікро- і макросередовища, не розкриваючи їх зв'язків в структурі механізму формування ціни.

У роботі розглянуто класичний підхід до формування ціни на товар. Вона підходить для визначення початкової ціни і є досить незручною для розрахунку нової (змінної) ціни, адже вимагає значних витрат часу та обробки великої кількості даних. Тому цю модель не можна вважати гнучкою чи універсальною.

Серед робіт зарубіжних дослідників в області механізму ціноутворення на експортну продукцію великий інтерес представляє праця Г. Армстронга і Ф.

Котлера [42]. Вони виділили фактори внутрішнього і зовнішнього середовища, що впливають на ціноутворення, аналіз і облік впливу яких дозволить компаніям проводити більш гнучку цінову політику.

Недоліком такої послідовності, на думку автора, можна вважати: відсутність етапу прогнозування ціни з урахуванням різних факторів і динаміки ринкової кон'юнктури, що особливо актуально при функціонуванні компаній на світовому ринку; непридатність циклічності етапів ціноутворення, обумовленої постійним моніторингом та коригуванням ціни для її оптимізації та проведення максимально гнучкої цінової політики.

Рафі Мохамед у [43] вважає найважливішим при формуванні ціни на товари чи послуги, положення на ринку та відношення клієнтів, відносно конкурентів. Він дає опис, як правильно визначати ціни у випадку рецесії, інфляції та при появі нового конкурента. Він певен, що тільки динаміка прибутку, ріст виторгу та кількість нових клієнтів у сукупності можуть свідчити про успішність цінової політики.

Але жодна з цих робіт не дає чіткого алгоритму ціноутворення.

Метою роботи є розробка надійної методики, яка б дозволила, в умовах сталої норми прибутковості всього обсягу реалізації, збільшити прибуток за рахунок перерозподілу роздрібних цін.

Для вирішення поставленої задачі було висунуто гіпотезу про те, що визначити оптимальні відпускні ціни можна за допомогою коригування норми прибутковості на кожну позицію окремо таким чином, щоб загальна норма прибутковості точки реалізації залишалася незмінною. Коригування відбувається пропорційно обсягу реалізації кожного товару.

Показник норми прибутковості дає можливість визначити ефективність використання всього авансового капіталу, ступінь його прибутковості. Чим вища норма прибутку підприємства, тим ефективніше використовується авансований капітал. Тому підприємницькі структури у своїй господарській діяльності прагнуть одержати найвищу норму прибутку. Проте для кожної позиції її потрібно вираховувати окремо, в першу чергу, спираючись на попит, щоб

споживачі могли купувати продукцію за очікуваною (прийнятною ціною), а продавець міг максимізувати прибуток за рахунок збільшення обсягу продажів.

Як правило, цей показник встановлює власник бізнесу, як єдиний для всього закладу торгівлі. Такий підхід не можна вважати ефективним, адже в такому випадку не враховується особливості товару та його популярність серед споживачів.

Саме тому норма прибутковості для кожного окремого товару $НП_i$, буде залежати від частоти придбання кожного товару K_i . Ця частота знаходиться за певний короткостроковий період (7-14 днів, бо є численна кількість факторів, які змінюються щодня і дані за більш довгий період будуть вже неактуальними, до того ж є певна циклічність, що залежить від дня тижня).

Знайдемо $НП$ як:

$$НП = \frac{\sum_{i=1}^n (НП_i \times Ц_i)}{\sum_{i=1}^n Ц_i}, \quad (4.1)$$

де n – номенклатура товарів закладу торгівлі, $Ц_i$ – ціна одиниці товару, ($1 \leq i \leq n$).

Для коригування $НП$ визначимо вагу кожного товару V_i у загальній номенклатурі:

$$V_i = \frac{K_i \times Ц_i}{\sum_{i=1}^n (K_i \times Ц_i)}, \quad (4.2)$$

з формули (2) виходить, що сума всіх ваг не зміниться:

$$V = \sum_{i=1}^n V_i = 1.$$

Тоді, скоригована коефіцієнт коригування $КК_i$ для кожного товару буде знайдена як:

$$КК_i = НП_i \left(\varphi - \frac{V_i}{\max(V_i)} \right), \quad (4.3)$$

де φ – число Фібоначчі, приблизне значення 1,62. Точне значення може бути знайдено як рішення рівняння $\varphi - 1 = \frac{1}{\varphi}$.

Тоді, скоригована ціна $Ц_{i\text{кор}}$ буде знайдена як:

$$\Pi_{i \text{ кор}} = \Pi_i \times (1 - \text{KK}_i + \text{НП}) \quad (4.4)$$

Формула розрахунку коригованої норми прибутковості для кожного окремого товару $\Pi_{i \text{ кор}}$ буде виглядати наступним чином:

$$\Pi_{i \text{ кор}} = \frac{\Pi_{i \text{ кор}} - \text{CB}_i}{\text{CB}_i} \mathbf{100\%} \quad (4.5)$$

де CB_i - собівартість i -го товару, ($1 \leq i \leq n$).

Тоді для того, щоб перевірити виконання умов потрібно вирахувати середню норму прибутковості на усі товари після коригування ціни $\Pi_{\text{кор}}$ за формулою:

$$\Pi_{\text{кор}} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{KK}_i \Pi_{i \text{ кор}})}{\sum_{i=1}^n \Pi_{i \text{ кор}}} \quad (4.6)$$

Оскільки точне значення числа φ не потрібне, адже воно є тільки стартовим значенням пошуку оптимуму, потрібне його коригування, щоб задане значення НП по всій номенклатурі товарів не змінювалося. Цієї мети можна досягти сформулювавши задачу оптимізації наступним чином:

$$-\left[\text{НП} - \Pi_{\text{кор}} \right] \rightarrow \mathbf{max}, \quad (4.7)$$

де $\Pi_{\text{кор}}$ розраховується за формулою (4.1). Змінним фактором у цій задачі буде число φ , для якого встановлюється обмеження $\varphi \geq 0$.

Таким чином модель оптимізації буде складена з формул (4.1) – (4.7) і має вигляд:

$$\left[\text{НП} - \frac{\sum_{i=1}^n \Pi_i \left(\text{НП}_i \left(\varphi \frac{\frac{K_i \Pi_i}{\sum_{i=1}^n K_i \Pi_i}}{\max\left(\frac{K_i \Pi_i}{\sum_{i=1}^n K_i \Pi_i}\right)} \right) \right) (1 - \text{НП} + \text{НП}_i \left(\varphi \frac{\frac{K_i \Pi_i}{\sum_{i=1}^n K_i \Pi_i}}{\max\left(\frac{K_i \Pi_i}{\sum_{i=1}^n K_i \Pi_i}\right)} \right))}{\sum_{i=1}^n \Pi_i \left(1 - \text{НП} + \text{НП}_i \left(\varphi \frac{\frac{K_i \Pi_i}{\sum_{i=1}^n K_i \Pi_i}}{\max\left(\frac{K_i \Pi_i}{\sum_{i=1}^n K_i \Pi_i}\right)} \right) \right)} \right] \rightarrow \mathbf{max} \quad (4.8)$$

При обмеженні, що $\varphi \geq 0$, але перед пошуку оптимуму стартове значення має бути $\varphi = 1,62$.

Така форма функціоналу обумовлена необхідністю забезпечити оптимальний розрахунок для будь-яких алгоритмів, які, у своїй більшості, дозволяють знаходити тільки найбільше значення екстремуму.

Розроблена методика була запроваджена в роботі одного кафе протягом 4-х тижнів у листопаді-грудні 2019 року. Змінам цін піддавалися холодні напої.

Розрахунок оптимальних цін провадився із застосуванням даних з програмного комплексу Poster POS, що виконує облік діяльності підприємств роздрібної торгівлі.

Після формування початкової таблиці даних (див. наприклад табл. 4.1), оптимальні ціни знаходилися в табличному процесорі MS Excel симплекс-методом.

Таблиця.4.1 – Результати розрахунку нових цін на другий тиждень спостережень

Товари	СВ, грн	НП	Ц	К, разів	В	КК	НПкор	Цкор, грн
Боржомі	23,08	30,0%	30,00	19	0,056	0,371	20,78%	27,88
Компот	25,51	30,0%	33,16	22	0,072	0,347	23,98%	33,36
Ананасовий сік	27,00	30,0%	35,10	12	0,042	0,389	18,48%	31,99
Апельсиновий сік	26,00	30,0%	33,80	68	0,227	0,163	47,75%	38,41
Вишневий сік	27,00	30,0%	35,10	27	0,094	0,325	26,69%	34,21
Гранатовий сік	28,00	30,0%	36,40	15	0,054	0,374	20,42%	33,72
Яблучний сік	26,00	30,0%	33,80	74	0,247	0,139	50,91%	39,24
Соса Cola	4,00	30,0%	5,20	54	0,028	0,405	16,29%	4,65
Лимонад	15,42	30,0%	20,05	44	0,087	0,333	25,69%	19,38
Мохіто	21,42	30,0%	27,85	34	0,094	0,326	26,69%	27,14

Покажемо, як змінювалися поточні ціни на товари протягом періоду дослідження.

Для цього вирахуємо відносні зміни ціни на товар кожного тижня окремо Δ_i за формулою:

$$\Delta_i = \frac{Ц_{i \text{ кор}}}{Ц_i} - 100\% \quad (4.9)$$

де: $C_{i \text{ кор}}$ – скоригована відпускна ціна на наступний тиждень, $1 \leq i < n$; n – кількість товарів; C_i – поточна ціна на i -ий товар.

Таким чином, формула розрахунку загальної відносної зміни цін за тиждень по усім товарам Δ буде виглядати наступним чином:

$$\Delta = \sum_{i=1}^n |\Delta_i| \quad (4.10)$$

У результаті розрахунків за формулою (4.10) отримуємо такі дані:

$$\Delta_1=75,52\%; \Delta_2=38,50\%; \Delta_3=19,88\%; \Delta_4=10,93\%$$

Наглядно видно, що загальна відносна зміна цін кожного тижня зменшувалась протягом місяця, приблизно вдвічі. При цьому, найбільш еластичним до попиту виявився товар Coca Cola, зміна ціни якого на підсумковому тижні складає майже половину від загального результату по усім товарам (5,0% із 10,93%), при тому, що зміна ціни на усі інші товари за модулем коливається від 0,07% до 1,34%. Тому можна вважати, що вже на четвертому тижні дослідження ціни почали виходити на відносно сталий рівень. Тому, при збереженні стратегії і в подальшому, чистий прибуток буде зберігатися на рівні 115%-120% від стратегії діяльності без впровадження даної моделі. Тому можна вважати, що величина ефективності створеної моделі знаходиться у межах 15%-20%.

На рис. 4.1 представлено графік зміни цін на напої протягом чотирьох тижнів. Як видно з графіка, поступово ціни виходять на рівноважний рівень, тобто, зміни ціни стають майже нульовими.

У табл. 4.2 показано зміни прибутку протягом періоду спостережень. З результатів можна зробити висновок, що прибуток був найбільшим у перші періоди, а потім він зменшується.

Цікаво також, що оптимальне значення числа φ не значно відхиляється від його початково значення, отже гіпотеза про його важливість для оптимального ціноутворення підтвердилася.

Таблиця 4.2 — Зміна показника φ та прибутку протягом місяця дослідження

Тижні	φ	Прибуток, грн	Ріст прибутку відносно першого тижня дослідження, %
1	1,464	2346,1	-
2	1,603	2738,19	16,71%
3	1,595	2798,08	19,27%
4	1,608	2756,27	17,48%

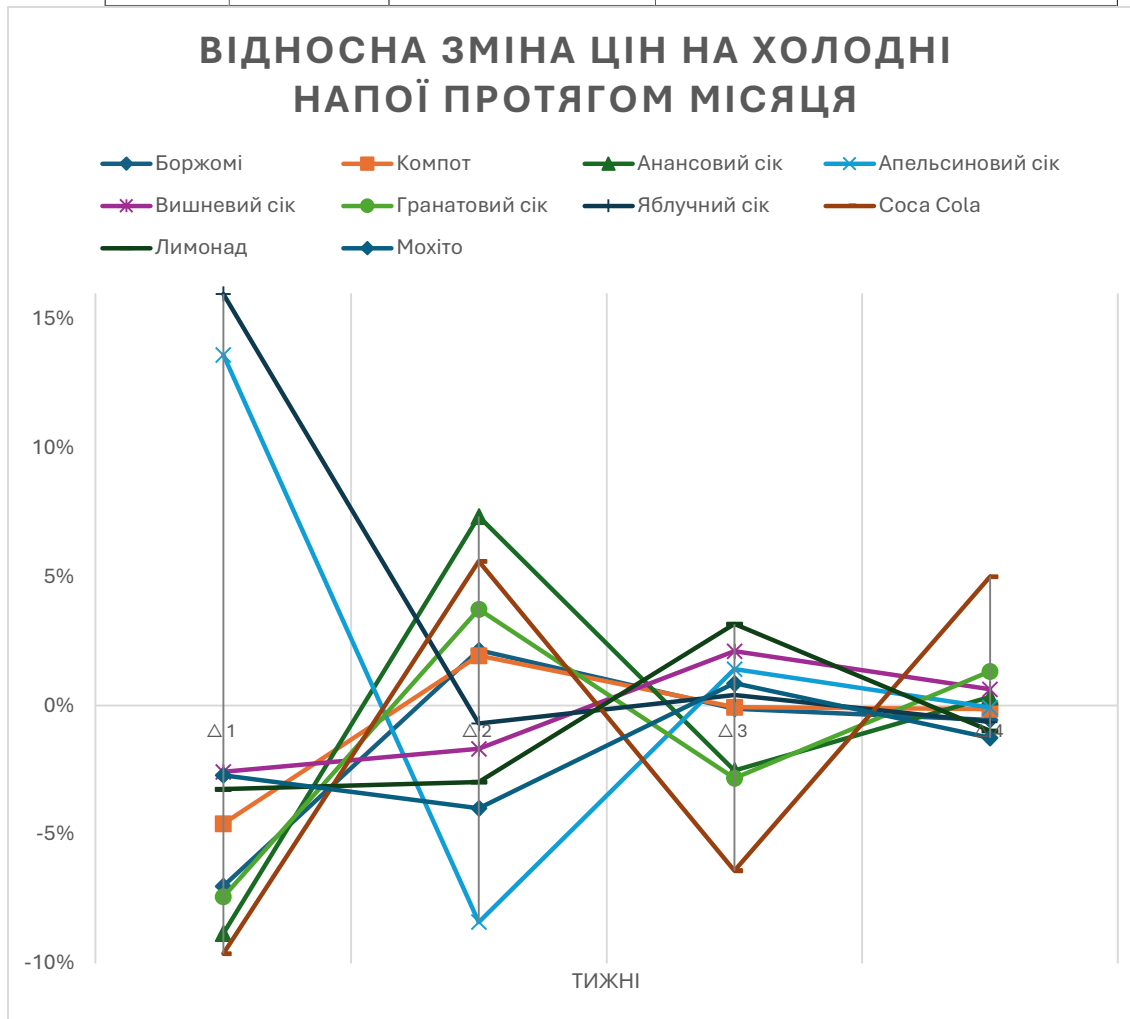


Рис. 4.1 — Графік відносної зміни цін на холодні напої протягом місяця дослідження

Запровадження розробленого алгоритму у роздрібну торгівлю дозволяє зробити наступні висновки:

1. Тепер, починаючи роздрібну торгівлю, потрібно визначити ціни на товари, збільшивши їх собівартість на норму прибутковості.
2. Після кожного тижня торгівлі, маючи дані з реалізації товару, ціни необхідно змінити згідно розробленого алгоритму.

3. Алгоритм показав ефективність на рівні 12-130%.
4. Роздрібні ціни почали наближатися до одного значення.
5. Один місяць запровадження алгоритму привів до стабілізації цін.
6. Відвідувачі починають розуміти, що «акційні пропозиції» діють на постійній основі, тільки змінюється їх перелік (помітно знижується ефект новизни та ексклюзивності) – попит трохи знижується;
7. Цінова пропозиція стає максимально близькою до очікувань клієнтів, що сприяє, щонайменше, підтримці попиту на сталому рівні, як максимум – росту попиту.

4.2. Використання методики знайдення рівноважних цін в ресторані [44]

В умовах ринкової економіки підприємства стикаються з необхідністю самостійно регулювати ціни. В останні роки спостерігається зростання ролі ціни на продукцію. Процес розробки цінової політики відноситься до одного з найбільш складних і відповідальних розділів управління, заснованих на вивченні кон'юнктури ринку. Ефективна цінова політика на підприємствах має відповідати тенденціям ринку та забезпечувати досягнення найкращих результатів роботи з урахуванням наявних ресурсів. Так, некоректні рішення щодо встановлення цін на продукцію здатні вивести показники фінансово-господарської діяльності підприємства за межі допустимих значень та погано вплинути на прибуток. Виникає проблема збільшення прибутку за сталої норми прибутковості всього обсягу реалізації. Досягнення цієї мети може бути здійснене через зміну роздрібних цін на товари, що реалізуються.

Отже, ефективне ціноутворення сприяє підпорядкуванню виробництва суспільним проблемам, а адекватні ціни сприяють економічному зростанню та забезпечує ефективне конкурентне середовище. Однак досі відсутній універсальний механізм ціноутворення продукції, який би дав змогу підприємству збільшити свій дохід.

Загальна модель оптимізації рівноважних цін виглядає як сума моделей кожної окремої групи товарів усього обсягу номенклатури. Наприклад, у загальній номенклатурі ресторану існують різні групи товарів, що відповідають розділам меню. Тому, розрахунки усіх коефіцієнтів та систем рівнянь, будуть розраховуватись за даними окремих груп товарів. Таким чином, ми отримаємо модель оптимізації для кожної групи, з урахуванням індивідуальних характеристик. Визначити оптимальні відпускні ціни можна за допомогою коригування норми прибутковості на кожну позицію окремо так, щоб загальна норма прибутковості точки реалізації залишалася незмінною. Коригування ціни відбувається пропорційне обсягу реалізації кожного товару. Показник загальної норми прибутковості дає можливість визначити ефективність використання авансового капіталу.

Введемо наступні позначення для таких економічних параметрів: НП – норма прибутковості; СВ – собівартість; В – вага товару у загальній номенклатурі; КК – коефіцієнт коригування; НП_{кор} – скоригована норма прибутковості; Ц_{кор} – скоригована ціна; Д_g – доход;

Знайдемо НП_g для окремої групи товарів як:

$$\text{НП}_g = \frac{\sum_{i=1}^N (\text{НП}_{ig} \cdot \text{Ц}_{ig})}{\sum_{i=1}^N \text{Ц}_{ig}}, \quad (4.11)$$

де G – кількість груп товарів, N_g – номенклатура товарів закладу торгівлі кожної окремої групи, Ц_{ig} – ціна одиниці товару, (1 < g < G).

Для кожного продукту норму прибутковості необхідно враховувати окремо, щоб максимізувати прибуток за рахунок збільшення обсягів продажу, необхідно враховувати попит на кожну окрему одиницю товару. Норма прибутковості для кожного окремого товару – НП_i, буде залежати від частоти придбання кожного товару – К_i. Ця частота знаходиться за певний короткостроковий період (7–14 днів, бо є численна кількість факторів, які змінюються щодня, і дані за більш довгий період будуть уже неактуальними, до того ж є певна циклічність, що залежить від дня тижня).

Для коригування НП визначимо вагу кожного товару V_i у загальній номенклатурі:

$$B_i = \frac{K_i \cdot \Pi_i}{\sum_{i=1}^{N_g} K_i \cdot \Pi_i}, \quad (4.12)$$

з формули (3) виходить, що сума всіх ваг не зміниться:

$$B_g = \sum_{i=1}^N B_{ig} = 1, \quad (4.13)$$

Коефіцієнт коригування кожної часткової норми прибутковості на окремих товар здійснюється як різниця між числами Фібоначчі та відносною частотою споживання цього товару у попередній період. Коефіцієнт коригування KK_i для кожного товару, кожної групи буде знайдений за формулою:

$$KK_i = \text{НП}_{ig} \cdot \left(\varphi_g - \frac{B_i}{\max(B_i)} \right), \quad (4.144)$$

де φ – число Фібоначчі, приблизне значення 1,618. Перед пошуком оптимуму рекомендоване значення коефіцієнта $\varphi = 1,618$, за обмеженням, що $\varphi \geq 0$. Таке значення має число Фібоначчі – це значення золотого перетину.

Важливо зазначити, що на першому етапі розрахунків рекомендовано брати середнє значення норми прибутковості групи товарів.

$$\text{НП}_{g \text{ сер}} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{НП}_{ig}}{n}, \quad (4.15)$$

де n – кількість, ($0 \leq n$).

Отже, скоригована ціна $\Pi_{ig \text{ кор}}$ на першому етапі розрахунків буде знайдена як:

$$\Pi_{ig \text{ кор}} = \Pi_{ig} \cdot (1 - KK_{ig} + \text{НП}_{g \text{ сер}}), \quad (4.16)$$

$\Pi_{ig \text{ кор}}$ у наступних розрахунках буде знайдена як:

$$\Pi_{ig \text{ кор}} = \Pi_{ig} \cdot (1 - KK_{ig} + \text{НП}_{ig}), \quad (4.17)$$

Значення коригованої норми прибутковості для кожного окремого товару, певної групи буде знайдено за формулою:

$$\text{НП}_{ig \text{ кор}} = \frac{(\Pi_{ig \text{ кор}} - \text{CB}_{ig \text{ кор}})}{\text{CB}_{ig \text{ кор}}} \cdot 100\%, \quad (4.18)$$

де CB_{ig} – собівартість i -го товару, g -ої групи, ($1 \leq i \leq N_g$).

Для того, щоб перевірити виконання умов, потрібно вирахувати середню норму прибутковості в кожній групі, на кожний товар, після коригування ціни $\Pi_{g \text{ кор}}$ за формулою:

$$\Pi_{g \text{ кор}} = \frac{\sum_{i=1}^N (K K_{ig} \cdot \Pi_{ig \text{ кор}})}{\sum_{i=1}^N \Pi_{ig \text{ кор}}}, \quad (4.19)$$

Модель оптимізації пошуку рівноважних цін певної групи має вигляд:

$$-|\Pi_g - \Pi_{g \text{ кор}}| \rightarrow \mathbf{max}, \quad (4.20)$$

де Π_g розраховується за формулою (1). Змінним фактором у цій задачі буде число φ_g , для якого встановлюється обмеження $\varphi_g \geq 0$.

Тоді для того, щоб знайти значення рівноважних цін для всієї номенклатури, необхідно використовувати таку модель оптимізації:

$$-\sum_{i=1}^G |\Pi_{ig} - \Pi_{ig \text{ кор}}| \rightarrow \mathbf{max}, \quad (4.21)$$

Модель складена з формул (1) – (9) та має загальний вигляд:

$$\sum_{i=1}^G \left| \Pi_{ig} - \frac{\sum_{i=1}^N \left(\frac{(\Pi_{ig \text{ кор}} - C_{B_{ig \text{ кор}}})}{C_{B_{ig \text{ кор}}}} \cdot (\Pi_{ig} \cdot (1 - (\Pi_{ig} \cdot \left(\varphi_g - \frac{B_i}{\max(B_i)} \right)) + \Pi_{ig})) \right)}{\sum_{i=1}^N (\Pi_{ig} \cdot (1 - (\Pi_{ig} \cdot \left(\varphi_g - \frac{B_i}{\max(B_i)} \right)) + \Pi_{ig}))} \right| \rightarrow \mathbf{max} \quad (4.22)$$

Перед пошуком оптимуму рекомендоване початкове значення змінних коефіцієнтів $\varphi_g = 1,681$. Кількість коефіцієнтів залежить від кількості груп товарів. Для кожної групи – окремий коефіцієнт. Така форма функціоналу зумовлена необхідністю забезпечити оптимальний розрахунок для будь-яких алгоритмів, які у своїй більшості дають змогу знаходити тільки найбільше значення екстремуму [38].

Розроблена методика була запроваджена в роботі ресторану. Завдяки моделі вдалося встановити рівноважні ціни, визначити акційні пропозиції наступного тижня та підвищити прибуток підприємства за рахунок перерозподілу цін.

Результати розрахунків нових цін на наступний тиждень спостережень наведено в таблицях (4.3) – (3.6). Вхідні дані взято зі звіту з реалізації страв в ресторані за період з 14 – 21 вересня поточного року. Всі розрахунки виконані за формулами, що зазначені в попередньому пункті.

Таблиця 4.3

Назва	K_i g	Π_{ig}	CB_i g	HP_{ig} ,%	D_g	B_{ig}	KK_{ig}	HP_k opig	Π_{kopi} g	D_{gko} p	$\Delta\Pi$, %
Сирники	27	82	33,6	142%	2200	0,28	0,86	354%	153	4122	87%
Омлет	22	62	22,3	177%	1364	0,17	1,75	173%	61	1342	- 1,60%
Ячня	19	95	31,7	199%	1805	0,23	1,56	250%	111	2110	16%
Шакшук а	17	68	23,2	192%	1152	0,15	2,07	92%	45	759	- 34,1%
Тости	13	95	37,3	154%	1235	0,16	1,60	186%	107	1392	12%
Сума		401			7757	1,0	0		477	9726	
Середнє				173%							
HP _{заг ig} , %				HP _{кор заг ig} , %							
328,3		=		328,3							

Таблиця 4.4

Назва	K_i g	Π_i g	CB_i g	HP_{ig} , %	D_g	B_{ig}	KK_i g	HP_{kopi} g	Π_{kopi} g	D_{gkop}	$\Delta\Pi$, %
Борщ	35	40	11	251%	1400	0,7	1,4	573%	77	2689	92%
Крем суп	15	45	15	211%	675	0,3	2,3	225%	47	706	4,7%
Сума		85			2075	1			124	3395	
Середнє				231%							
HP _{заг ig} , %				HP _{кор заг ig} , %							
49,9		=		49,9							

Таблиця 4.5

Назва	K_{ig}	$\frac{C_i}{g}$	$\frac{CB_i}{g}$	$\frac{HP_{ig}}{\%}$	D_g	B_{ig}	$\frac{KK_i}{g}$	HP_{kopig}	$\frac{C_{kop}}{ig}$	D_{gkop}	$\Delta C, \%$
Салат столичн ий	13	25	5,2	380%	325	0,58	1,3	2438%	132	1715	427 %
Салат з овочів	12	20	2,4	733%	240	0,43	5,2	1038%	27	327	37%
Сума		45			565	1,00			159	2043	
Середнє				557%							

$HP_{zagig}, \%$		$HP_{kopzagig}, \%$
29,7	=	29,7

Таблиця 4.6

Назва	K_i g	$\frac{C_{ig}}{g}$	$\frac{CB_i}{g}$	$\frac{HP_{ig}}{\%}$	D_g	B_i g	$\frac{KK_i}{g}$	HP_{kopi} g	$\frac{C_{kopi}}{g}$	$D_{gко}$ p	$\Delta C, \%$
Кус-кус з куркою	11	90	22	315%	990	0, 2	2,9 4	152%	55	600	-39%
Котлета по- київськи з пюре	10	85	30	184%	853	0, 2	1,9 4	358%	138	137 7	62%
Котета з риби з рисом	10	11 5	33	246%	115 0	0, 2	1,9 6	451%	183	182 9	59%
М'ясо з картофеле м	9	85	30	183%	764	0, 2	2,0 7	320%	126	113 3	48%

Назва	K_i g	Π_{ig}	CB_i g	$НП_{ig}$, %	D_g	B_i g	KK_i g	$НП_{корі}$ g	$\Pi_{корі}$ g	$D_{гко}$ p	$\Delta\Pi$, %
Рис з овочами	7	90	20	348%	630	0,1	4,3	-457%	-72	-503	-179%
Сума		465			4387	1,0			429	4438	
Середнє				255%							

$НП_{заг\ ig}$, %		$НП_{кор\ заг\ ig}$, %
388,4	=	388,4

Після формування початкової таблиці даних оптимальні ціни знаходилися у табличному процесорі MS Excel симплекс-методом [8]. У результаті розрахунків, ми отримали значення $НП_g$ та $НП_{гкор}$, що дорівнюють між собою.

Покажемо, як змінювалися поточні ціни на товари протягом періоду дослідження. Для цього вирахуємо відносні зміни ціни на товар кожного тижня окремо $\Delta\Pi_i$ за формулою:

$$\Delta i = \frac{\Pi_{i\text{ кор}}}{\Pi_i} - 100\%, \quad (4.33)$$

де $\Pi_{i\text{ кор}}$ – скоригована відпускна ціна на наступний тиждень, $1 \leq i < n$; n – кількість товарів; Π_i – поточна ціна на i -ий товар. Таким чином, формула розрахунку загальної відносної зміни цін за тиждень по всіх товарах Δ буде виглядати так:

$$\Delta = \sum_{i=1}^n |\Delta_i| \quad (4.34)$$

В таблиці 4.7 ми можемо побачити як змінилися ціни після впровадження моделі:

Таблиця 4.7

Блюдо	Ці	Ці _{кор}	Відхилення, Δі
Сирники	82	153	87,34%
Омлет	62	61	-1,60%
Ячня	95	111	16,93%
Шакшука	68	45	-34,10%
Тости с джемом	95	107	12,72%
Борщ	40	77	92,08%
Крем суп	45	47	4,68%
Салат столичний	25	132	427,82%
Салат з овочів	20	27	36,52%
Кус-кус з куркою	90	55	-39,36%
Котлета по-київськи з пюре	85	138	61,56%
Котлета з риби з рисом	115	183	59,12%
М'ясо з картоплею	85	126	48,42%
Рис з овочами	90	-72	-179,76%

Згідно отриманих результатів, товари, ціна яких зменшилася – переходять до категорії акційної пропозиції на наступному тижні. Страви, що мають негативне відхилення взагалі варто замінити.

Зміна показника φ_g для кожної групи товарів показано в таблиці 4.8

Таблиця 4.8

φ_g^1	1,618	1,644	1,61%
φ_g^2	1,618	1,512	-6,56%
φ_g^3	1,618	1,636	1,13%
φ_g^4	1,618	1,737	1,37%

В таблиці 4.9 ми порівняємо дохід, який ми би отримали за розрахованими цінами, на прикладі кількості проданих страв за цей тиждень, оцінимо вплив моделі на дохід та прибуток:

Таблиця 4.9

Дохід		Прибуток
при поточних цінах	при коригованих цінах	
14783,21 грн	19604,63 грн	4821,42 грн

Як видно, перевірка запропонованої методики на реальних даних доводить, що критерій незмінності норми прибутковості для різних груп товарів дозволяє збільшити прибутки від їх реалізації.

4.3. Доопрацювання методики знайдення рівноважних цін в роботі ресторану

Прибуток є важливим показником ефективної діяльності суб'єктів господарювання. Проте абсолютний розмір прибутку не показує рівень ефективності, якість роботи суб'єкта підприємництва. Тому для того, щоб точно визначити рівень ефективності господарської діяльності підприємства, використовують відносний показник прибутку, що виражається у відсотках і називається нормою прибутку.

Показник норми прибутку дає можливість визначити ефективність використання всього авансового капіталу, ступінь його прибутковості. Чим вища норма прибутку підприємства, тим ефективніше використовується авансований капітал. У процесі аналізу підприємницької діяльності при внутрішньогосподарських розрахунках прибутковості (збитковості) окремої партії товарів широко використовується показник норми прибутку, обчислюваний як відношення маси прибутку від реалізації продукції до повної собівартості цієї продукції. Цей показник норми прибутку дає можливість визначити, яка продукція більш прибуткова, тобто вигідніша для виробництва. Норма прибутку розкриває взаємозв'язок між розміром капіталу, собівартістю продукції, ціною і масою прибутку. З цього взаємозв'язку можна зробити такий висновок: одержання максимуму прибутку залежить від встановленої норми прибутку.

Сучасним методом оцінки витрат діяльності підприємства в індустрії харчування є фудкост (від англ. food cost – вартість їжі, продуктів) – контроль за собівартістю кулінарної продукції за рахунок вибору альтернативних інгредієнтів за ціною та якістю, мінімізація списань. При застосуванні фудкосту необхідно розраховувати не тільки «cost» (cost – вартість), кожної конкретної страви, але й «cost» по групі страв, «cost» виробництва, «cost» торговельного залу та ресторану в цілому, а також «cost» з урахуванням непрямих продуктових витрат, маржинальність. В даний час фудкост фігурує в прикладах-розрахунках практикуючих рестораторів-управлінців та аналітиків ресторанного бізнесу, проте інформація про підхід до розрахунку фудкосту, порядок його формування, грамотної оцінки та контролю представлена безсистемно, що актуалізує дане дослідження [46].

Важливо зазначити, що, досліджуваний показник є одними найбільш ключових показників ефективності та результативності підприємства громадського харчування. Фудкост є показником результативності та ефективності діяльності підприємства громадського харчування, що є процентним співвідношенням вартості сировинного набору продукції громадського харчування та виручки від продажу (роздрібної ціни) продукції. У різних джерелах оптимальні значення фудкосту коливаються від 16 до 40 % залежно від типу підприємства. Кав'ярні – 12–16%, бари – 16–25%, ресторани – 25–40%. Показник частки витрат дає можливість визначити ліквідність ресторану.

У статті наведено дві оптимізаційні моделі для визначення оптимальних цін. В основі першої моделі лежить значення частки прибутку, а в основі другої – частка витрат. У даній роботі висунуто гіпотезу про те, що розрахунок роздрібних цін у межах середнього значення фудкосту (частки витрат), дає більш адекватний результат. Для перевірки гіпотези, було створено оптимізаційну модель, головним елементом якої виступає середнє значення фудкосту – частки витрат.

Математично альтернативні варіанти представляють область допустимих рішень і дві або більше цільових функцій, які повинні максимізуватися (мінімізуватися) в даній галузі. Тому надалі завдання багатокритеріальної оптимізації розглядатиметься з погляду спрямованості на максимізацію цільових функцій у сфері допустимих рішень.

Проектним параметром даної оптимізаційної моделі виступає коефіцієнт коригування частки витрат (фудкосту) на окремий товар, та здійснюється як різниця між числом Фібоначчі та відносною частотою споживання цього товару у попередній період.

Перед пошуком оптимуму рекомендоване значення коефіцієнта $\varphi = 1,618$, за обмеженням, що $\varphi \geq 0$. Таке значення має число Фібоначчі – це значення золотого перетину.

В роботі [44], для пошуку цін використовувалася модель, в основі якої є норма прибутковості. Розроблена методика була розрахована за даними зі звіту з реалізації ресторану, за період вересня 2022 року. Завдяки моделі вдалося встановити рівноважні ціни, визначити акційні пропозиції наступного тижня та підвищити прибуток підприємства за рахунок перерозподілу цін.

Визначити оптимальні відпускні ціни можна за допомогою коригування норми прибутковості на кожну позицію окремо так, щоб загальна норма прибутковості точки реалізації залишалася незмінною. Коригування ціни відбувається пропорційне обсягу реалізації кожного товару [38].

Модель оптимізації за нормою прибутковості представлена у формулі 4.23:

$$\sum_{i=1}^G \left| \text{НП}_i - \frac{\sum_{i=1}^N \left(\frac{(\text{Ц}_{ig \text{ кор}} - \text{СВ}_{ig \text{ кор}})}{\text{СВ}_{ig \text{ кор}}} \cdot (\text{Ц}_{ig} \cdot (1 - (\text{НП}_{ig} \cdot \left(\varphi g - \frac{B_i}{\max(B_i)} \right)) + \text{НП}_{ig})) \right)}{\sum_{i=1}^N (\text{Ц}_{ig} \cdot (1 - (\text{НП}_{ig} \cdot \left(\varphi g - \frac{B_i}{\max(B_i)} \right)) + \text{НП}_{ig}))} \right| \rightarrow \mathbf{max}, \quad (4.23)$$

де, $M^{\text{НП}}$ – оптимізаційна модель по нормі прибутковості; НП – норма прибутковості; СВ – собівартість; B – вага товару у загальній номенклатурі; $\text{НП}_{\text{кор}}$ – скоригована норма прибутковості; $\text{Ц}_{\text{кор}}$ – скоригована ціна; G – кількість груп

товарів, N_g – номенклатура товарів закладу торгівлі кожної окремої групи, C_{ig} – ціна одиниці товару, ($1 < g < G$). Перед пошуком оптимуму рекомендоване початкове значення змінних коефіцієнтів $\phi_g = 1,681$.

Отримані дані, в результаті оптимізації моделі за нормою прибутковості по групі страв «Піца», наведені в табл. 4.10 та на рис. 4.2. За результатами, можна стверджувати, що ціни мають значний зріст, відносно початкових значень. Це пояснюється тим, що коли ми хочемо збільшити прибуток – ми підвищуємо ціни та зменшуємо відповідно попиту на кожну окрему одиницю товару.

Таблиця 4.10 – Розрахунки по M^{HP} за групою «Піца»

Назва	C^0	C^{HP}	ΔC
Піца 1	137,01 ₴	172,86 ₴	26,16%
Піца 2	122,33 ₴	508,69 ₴	315,82%
Піца 3	183,10 ₴	165,00 ₴	-9,89%
Піца 4	117,20 ₴	142,73 ₴	21,78%
Піца 5	116,38 ₴	110,87 ₴	-4,74%
Піца 6	114,07 ₴	99,54 ₴	-12,74%
Піца 7	140,66 ₴	98,53 ₴	-29,95%
Піца 8	109,79 ₴	93,58 ₴	-14,77%
Піца 9	140,85 ₴	119,74 ₴	-14,98%
Піца 10	190,00 ₴	229,55 ₴	20,82%
Піца 11	155,24 ₴	106,43 ₴	-31,44%
Піца 12	161,55 ₴	115,73 ₴	-28,36%
Піца 13	136,39 ₴	114,56 ₴	-16,00%
Піца 14	135,75 ₴	144,38 ₴	6,35%
Піца 15	260,00 ₴	50,08 ₴	-80,74%

де, C^0 – вихідна ціна, C^{HP} – ціни розраховані по моделі M^{HP} .

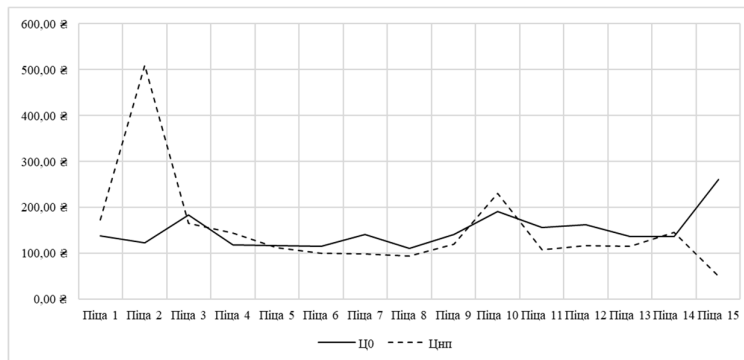


Рис. 4.2. Графік порівняння поточних цін та розрахованих по M^{HP} для групи страв «Піца»

Умовою оптимізації моделі є прогнозування ціни майбутній період за умови постійного значення середньої норми прибутковості. Модель розраховує ціни з метою отримати максимальний прибуток. З цього можна зробити висновок, що ціни розраховуються за таким алгоритмом: найбільш популярна страва має найвищу ціну, і навпаки, найменш популярна – найнижчу. Різка динаміка зміни цін спостерігається на графіку (малюнок 1). Алгоритм розрахунку є логічним, але прогнозовані ціни мають великий розрив відносно попередніх значень, тому необхідно переглянути план розв'язку.

Розглянемо методику визначення оптимальних відпускних цін за допомогою коригування фудкосту (частки витрат) на кожну позицію окремо так, щоб загальна частка витрат залишалася незмінною. Коригування ціни відбувається пропорційне обсягу реалізації кожного товару.

Введемо наступні позначення для таких економічних параметрів: M^{Φ} – оптимізаційна модель по фудкосту; Φ – фудкост (частка витрат); CB – собівартість; B – вага товару у загальній номенклатурі; KK – коефіцієнт коригування; $\Phi_{кор}$ – скоригований фудкост; $\Pi_{кор}$ – скоригована ціна; G – кількість груп товарів, N_g – номенклатура товарів закладу торгівлі кожної окремої групи, Π_{ig} – ціна одиниці товару, $(1 < g < G)$.

Знайдемо Φ_{ig} для окремого товару як:

$$\Phi_i = \frac{CB_i}{\Pi_i},$$

$$\Phi_g = \frac{\sum_{i=1}^N (\Phi_{ig} \cdot \Pi_{ig})}{\sum_{i=1}^N \Pi_{ig}}, \quad (4.24)$$

Для кожного продукту частку витрат необхідно враховувати окремо, щоб максимізувати прибуток за рахунок збільшення обсягів продажу, необхідно враховувати попит на кожну окрему одиницю товару. Рекомендована ціна для кожного окремого товару – Π_i , буде залежати від частоти придбання кожного товару – K_i . Ця частота знаходиться за певний короткостроковий період (один місяць, бо є численна кількість факторів, які змінюються щодня, і дані за більш довгий період будуть уже неактуальними, до того ж є певна циклічність, що залежить від дня тижня).

Для коригування Φ визначимо вагу кожного товару B_i у загальній номенклатурі:

$$B_i = \frac{K_i \cdot \Pi_i}{\sum_{i=1}^{Nq} K_i \cdot \Pi_i}, \quad (4.25)$$

з формули (4) виходить, що сума всіх ваг не зміниться:

$$B_g = \sum_{i=1}^N B_{ig} = 1, \quad (4.26)$$

Коефіцієнт коригування кожної часткової норми прибутковості на окремий товар здійснюється як різниця між числами Фібоначчі та відносною частотою споживання цього товару у попередній період. Коефіцієнт коригування KK_i для кожного товару, кожної групи буде знайдений за формулою:

$$KK_i = \Phi_{ig} \cdot \left(\varphi_g - \frac{B_i}{\max(B_i)} \right), \quad (4.27)$$

де φ – число Фібоначчі, приблизне значення 1,618. Перед пошуком оптимуму рекомендоване значення коефіцієнта $\varphi = 1,618$, за обмеженням, що $\varphi \geq 0$. Таке значення має число Фібоначчі – це значення золотого перетину.

Важливо зазначити, що на першому етапі розрахунків рекомендовано брати середнє значення частки витрат групи товарів.

$$\Phi_{g \text{ сер}} = \frac{\sum_{i=1}^n \Phi_{ig}}{n}, \quad (4.28)$$

де n – кількість, ($0 \leq n$). Після оптимізації моделі, середнє значення фудкосту не зміниться.

Отже, скоригована ціна $\Pi_{ig \text{ кор}}$ на першому етапі розрахунків буде знайдена як:

$$\Pi_{ig \text{ кор}} = \Pi_{ig} \cdot (1 - KK_{ig} + \Phi_{g \text{ сер}}), \quad (4.29)$$

$\Pi_{ig \text{ кор}}$ у наступних розрахунках буде знайдена як:

$$\Pi_{ig \text{ кор}} = \Pi_{ig} \cdot (1 - KK_{ig} + \Phi_{ig}), \quad (4.30)$$

Значення коригованої норми частки витрат для кожного окремого товару, певної групи буде знайдено за формулою:

$$\Phi_{ig \text{ кор}} = \frac{CB_{ig}}{\Pi_{ig \text{ кор}}} \cdot 100\%, \quad (4.31)$$

Для того, щоб перевірити виконання умов, потрібно вирахувати середню частку витрат в кожній групі, на кожний товар, після коригування ціни $\Phi_{g \text{ кор}}$ за формулою:

$$\Phi_{g \text{ кор}} = \frac{\sum_{i=1}^N (KK_{ig} \cdot \Pi_{ig \text{ кор}})}{\sum_{i=1}^N \Pi_{ig \text{ кор}}}, \quad (4.32)$$

Модель оптимізації пошуку рівноважних цін певної групи має вигляд:

$$-|\Phi_g - \Phi_{g \text{ кор}}| \rightarrow \mathbf{max}, \quad (4.33)$$

де Φ_g розраховується за формулою (4.23). Змінним фактором у цій задачі буде число φ_g , для якого встановлюється обмеження $\varphi_g \geq 0$.

Тоді для того, щоб знайти значення рівноважних цін для всієї номенклатури, необхідно використовувати таку модель оптимізації:

$$-\sum_{i=1}^G |\Phi_g - \Phi_{g \text{ кор}}| \rightarrow \mathbf{min}, \quad (4.34)$$

Модель складена з формул (1) – (13) та має загальний вигляд:

$$\sum_{i=1}^G \left| \Phi_i - \frac{\sum_{i=1}^N \left(\frac{CB_{ig \text{ кор}}}{\Pi_{ig \text{ кор}}} \cdot (\Pi_{ig} \cdot (1 - (\Phi_{ig} \cdot (\varphi_g - \frac{B_i}{\max(B_i)})) + \Phi_{ig})) \right)}{\sum_{i=1}^N (\Pi_{ig} \cdot (1 - (\Phi_{ig} \cdot (\varphi_g - \frac{B_i}{\max(B_i)})) + \Phi_{ig}))} \right| \rightarrow \mathbf{max} \quad (4.350)$$

Модель прямує до максимуму, бо метою оптимізації роздрібних цін є збільшення прибутку. Перед пошуком оптимуму рекомендоване початкове значення змінних коефіцієнтів $\varphi_g = 1,681$. Кількість коефіцієнтів залежить від кількості груп товарів. Для кожної групи – окремий коефіцієнт.

Така форма функціоналу зумовлена необхідністю забезпечити оптимальний розрахунок для будь-яких алгоритмів, які у своїй більшості дають

змогу знаходити тільки найбільше значення екстремуму. Після формування початкової табл. даних оптимальні ціни знаходилися у табличному процесорі MS Excel симплекс-методом. У результаті розрахунків, ми отримали значення Φ_g та $\Phi_{гкор}$, що дорівнюють між собою.

Результати розрахунків нових цін на наступний місяць спостережень по групі «Піца» наведено в таблиці 4.11. Вхідні дані взято зі звіту з реалізації страв в ресторані за період з 1-28 лютого 2022 року. Всі розрахунки виконані за формулами, що зазначені в попередніх пунктах.

Таблиця 4.11 – Розрахунки по моделі M^Φ за групою «Піца»

Назва	C^0	C^Φ	ΔC
Піца 1	137,01 ₴	166,15 ₴	21,26%
Піца 2	122,33 ₴	151,93 ₴	24,19%
Піца 3	183,10 ₴	198,70 ₴	8,52%
Піца 4	117,20 ₴	120,54 ₴	2,85%
Піца 5	116,38 ₴	116,99 ₴	0,52%
Піца 6	114,07 ₴	113,68 ₴	-0,34%
Піца 7	140,66 ₴	140,74 ₴	0,06%
Піца 8	109,79 ₴	106,73 ₴	-2,79%
Піца 9	140,85 ₴	138,68 ₴	-1,54%
Піца 10	190,00 ₴	194,51 ₴	2,37%
Піца 11	155,24 ₴	148,79 ₴	-4,15%
Піца 12	161,55 ₴	154,64 ₴	-4,28%
Піца 13	136,39 ₴	130,27 ₴	-4,48%
Піца 14	135,75 ₴	131,56 ₴	-3,09%
Піца 15	260,00 ₴	236,67 ₴	-8,97%

де, C^0 – вихідна ціна, C^Φ – ціни розраховані по моделі M^Φ ;

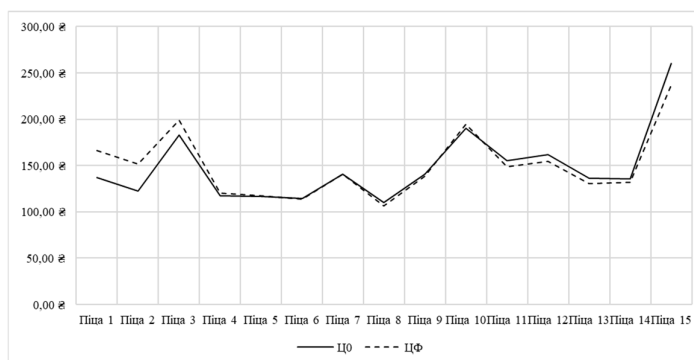


Рис. 4.3. Графік порівняння поточних цін та розрахованих за M^{Φ} для групи страв «Піца»

На графіку спостерігається адекватна динаміка, розраховані ціни мають невелике відхилення, порівнюючи з вихідними значеннями.

За отриманими розрахунками виконаємо порівняльний аналіз, у таблиці 4.12 порівняно ціни, отримані внаслідок оптимізації по M^{Φ} та $M^{\text{НП}}$, на малюнку 3 можна побачити динаміку зміни цін.

Таблиця 4.12 – Порівняльний аналіз результатів отриманих після оптимізації $M^{\text{НП}}$ та M^{Φ}

Назва	Ц ⁰	Ц ^{НП}	Ц ^Ф
Пiца 1	137,01 €	172,86 €	166,15 €
Пiца 2	122,33 €	508,69 €	151,93 €
Пiца 3	183,10 €	165,00 €	198,70 €
Пiца 4	117,20 €	142,73 €	120,54 €
Пiца 5	116,38 €	110,87 €	116,99 €
Пiца 6	114,07 €	99,54 €	113,68 €
Пiца 7	140,66 €	98,53 €	140,74 €
Пiца 8	109,79 €	93,58 €	106,73 €
Пiца 9	140,85 €	119,74 €	138,68 €
Пiца 10	190,00 €	229,55 €	194,51 €
Пiца 11	155,24 €	106,43 €	148,79 €
Пiца 12	161,55 €	115,73 €	154,64 €
Пiца 13	136,39 €	114,56 €	130,27 €

Назва	Ц^0	$\text{Ц}^{\text{МНП}}$	$\text{Ц}^{\text{Ф}}$
Піца 14	135,75 ₴	144,38 ₴	131,56 ₴
Піца 15	260,00 ₴	50,08 ₴	236,67 ₴

де, Ц^0 – вихідна ціна; $\text{Ц}^{\text{МНП}}$ – ціни розраховані по моделі МНП; $\text{Ц}^{\text{Ф}}$ – ціни розраховані по моделі МФ.

У результаті розрахунку ми спостерігаємо, що витратна частина кожної піци регулюється в діапазоні встановленого середнього значення фудкосту. Таким чином, ми отримуємо такі ціни, які мають незначний розрив із попередніми значеннями. Це пояснюється лише тим, що регулювання ціни відбувається у межах середнього значення частини витрат. Такий метод визначає націнку для кожного товару, виходячи із встановленого середнього значення фудкосту.

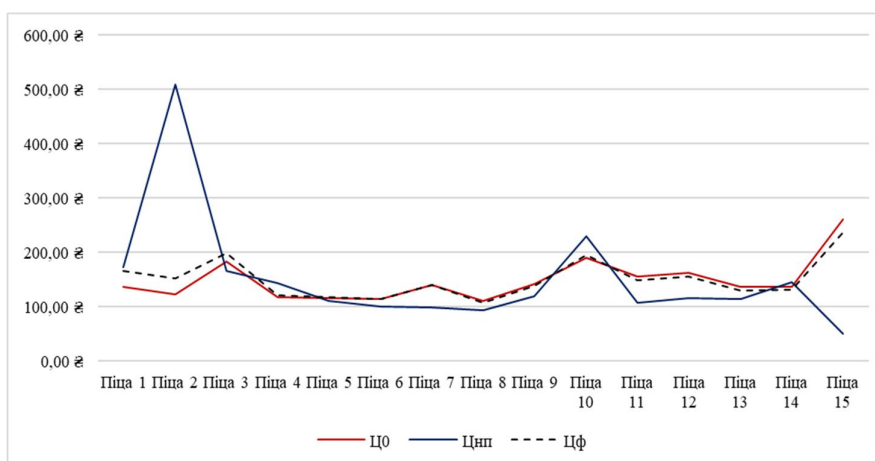


Рис. 4.4. Графік динаміки цін отриманих після оптимізації МНП та МФ (створено авторами)

Згідно графіку, можна зробити висновок, що графік МФ має наближену динаміку до графіку вихідних цін, ніж графік МНП. На початку та вкінці спостерігається найбільше розходження в ціні, це пояснюється тим, що піци в таблиці розташовані у спадаючому порядку (за кількістю продажів). Перші позиції в таблиці мають найбільший попит, отже модель пропонує ціну на ці позиції збільшувати. Піци, які посідають останнє місце в таблиці, є найменш

популярними, отже ціни на них необхідно зменшувати, або стимулювати продаж за рахунок акційних пропозицій.

Цікаво, що оптимальне значення числа ϕ у варіанті розрахунку за M^{HP} дорівнює 13,45. А в результатів оптимізації по моделі МФ, значення ϕ дорівнює 1,23. Отже, гіпотеза про те, що розрахунок роздрібних цін відносно середнього значення фудкосту (частки витрат), для окремої групи товарів, дає більш адекватний результат, ніж відносно середньої норми прибутковості, підтвердилася.

За результатами, ми спостерігаємо збільшення доходу у двох випадках. Дохід після оптимізації M^{HP} більший, так як ціни змінювалися відносно середньої норми прибутковості.

Але різке збільшення ціни на продукцію може відвернути клієнтів від ресторану, тому нам вважається більш доцільним використання оптимізаційних розрахунків на підставі параметру фудкосту.

4.4. Економіко-математичне моделювання ефективності рекламної діяльності [46]

На сучасних ринках склалася доволі жорстка конкуренція між виробниками, тому рекламні заходи можуть відігравати ключову роль у зміцненні позицій фірми на ринку, розширенні: кількості споживачів. Рекламна кампанія – це цілеспрямована система запланованих рекламних заходів, об'єднаних однією ідеєю для досягнення конкретної маркетингової цілі в рамках стратегії рекламодавця. Вона є одним із основних інструментів просування нового, інноваційного товару на ринок. Жодна компанія, фірма чи підприємство не може стабільно, ефективно працювати та отримувати прибуток, не використовуючи при цьому активну рекламну діяльність. Актуальність дослідження та моделювання рекламної кампанії визначаються її позитивним впливом на бізнес.

Реклама виконує такі функції:

- інформує споживачів про новий товар, його властивості та особливості:

- розширює ринки для нових товарів;
- сприяє збільшенню сукупного попиту, його підтримці та стабілізації;
- забезпечує зріст надходження виручки;
- знижує ступінь ризику та невизначеність маркетингової діяльності;
- поряд із ціною та якістю є визначальним фактором у боротьбі з конкурентами [47].

Реклама відіграє значну роль у зміцненні позиції фірми! на ринку. Вона джерело економічного благополуччя комерційних засобів масової комунікації. Реклама забезпечує їм фінансову підтримку і взаємовигідні зв'язки з торгово-економічними та іншими сферами суспільного життя. Тобто реклама розвиває економіку й у кінцевому підсумку впливає на рівень життя людей.

Залежно від цілей виділяють три види рекламних звернень:

1. Інформативна реклама – відіграє важливу роль на початковій стадії просування товару, коли її ціль - створення первинного попиту.

2. Реклама-переконання – набуває особливої уваги на стадії конкурентної боротьби, ціль – створення стійкого попиту на продукцію.

3. Реклама-нагадування – ефективна для добре відомих на ринку товарів, ціль - підтримання стійкого попиту.

Основна ціль рекламної кампанії – отримання прибутку, що досягається розширенням ринків збуту товарів і збільшенням обсягів про

Питанню організації та моделювання ефективної рекламної діяльності приділяли увагу такі знамі американські економісти, як Дж. Ерроу та М.Нерлоу [48]. У рамках своєї спільної праці «Оптимальна рекламна політика у динамічних умовах» вони розробили модель Нерлоу-Ерроу. в якій розглядається рекламна діяльність як вхідний параметр та обізнаність серед людей як вихідний. Але ця модель не приховує оптимальний момент припинення рекламної кампанії, що є ключовим фактором для досягнення максимального прибутку **від її проведення**

шляхом скорочення витрат.

Отже задачею дослідження є розробка моделі рекламної кампанії, а саме визначенні оптимального момент її припинення та скорочення витрат, що призведе до підвищення прибутку. Основне завдання – знайдення реальних коефіцієнтів моделі та інтегрування їх у модель.

Для проведення дослідження була вибрана модель рекламної кампанії, розроблена В.В. Вітлінським [49], яка описується таким рівнянням:

$$\frac{dN}{dt} = [a_1(t) + a_2(t)N(t)](N_0 - N(t)), \quad (4.36)$$

де dN/dt швидкість зміни кількості споживачів, які дізналися про товар та мають намір і кошти його придбати; t час, який минув із початку рекламної кампанії; $N(t)$ кількість уже проінформованих клієнтів; $a_1(t)$ - інтенсивність рекламної кампанії, яка визначається витратами на рекламу в даний момент часу; N_0 загальна кількість платоспроможних покупців. Параметр $a_2(t)$ - ступінь інформованості покупців між собою (кожен, хто дізнався про товар, так чи інакше розповсюджує інформацію про нього серед небізнаних). Ця величина може бути встановлена анкетуванням.

Отже, показники, які необхідно знайти для вирішення диференційного рівняння. N_0 , $a_1(t)$, $a_2(t)$.

Вибрану модель ми застосували для рекламної кампанії, яку проводить компанія «АВК», що є одним із найбільших українських виробників кондитерської продукції. «АВК» розпочала свою діяльність у 1991 р. як постачальник какао-продуктів на кондитерські фабрики України. Але вже через три роки були зроблені перші солодоці - порожнисті шоколадні фігурки.

Керівництвом фабрики було вирішено у м. Дніпро провести рекламну кампанію трьох нових товарів: бісквітного печива (далі Товар А), шоколадних цукерок із горішком (Товар Б) та шоколадного торт (Товар В).

Основною мстою проведення рекламної кампанії компанією «АВК» є формування попиту на продукцію та отримання прибутку від продажів. Оскільки товари, які будуть рекламуватися, є новими на ринку кондитерських виробів, має

місце інформативна реклама, яка ознайомлює споживачів із новим товаром.

Очевидно, що найбільш інтенсивна рекламна кампанія проводиться у початковий термін, оскільки метою є якнайбільше охоплення потенційних покупців. На початку проведення кампанії витрати будуть перевищувати прибуток від продажів, бо ще невелика кількість людей проінформована щодо новинки, але з часом, коли інформація про нові товари буде поширюватися серед споживачів, прибуток може перевищити витрати на проведення кампанії. Врешті настане момент, капі ринок насититься і рекламувати товари надалі не буде сенсу. Головним завданням побудови моделі є визначення моменту, коли прибуток перевищить витрати, і припинення рекламної кампанії для скорочення витрат і отримання більшого прибутку внаслідок уже проінформованих протягом кампанії споживачів.

Для проведення рекламної кампанії керівництвом фабрики «АВК» було виділено 110 тис. грн. Термін проведення - один квартал, тобто 13 тижнів. Було розроблено план розподілення витрат на рекламну кампанію по тижнях. Для моделі було розраховано коефіцієнт $a_1(t)$ - інтенсивність проведення рекламної кампанії, який визначається витратами у часі (витрати тижня, поділені на сумарну кількість витрат). Була обрана модель зі спаданням у часі. Коефіцієнт $a_1(t)$ розраховується як витрати тижня, поділені на сумарні витрати (табл. 4.13).

Таблиця 4.13 – План витрат на рекламну кампанію

Тиждень	Витрати, грн.	Інтенсивність, $a_1(t)$
1	30000	0.214
2	24000	0.171
3	19000	0.136
4	15200	0.109
5	12100	0.086
6	9700	0.069
7	7700	0.055
8	6200	0.044
9	5000	0.036
10	4000	0.029
11	3100	0.022
12	2100	0.017
13	1600	0.011
Сум.	110000	

Наступним кроком є знайдення величини N_0 загальної кількості платоспроможних клієнтів. Уявімо, що рекламуються товари А, В та С і компанія відкриває новий магазин у якомусь конкретному районі міста, де ці товари будуть реалізовуватися. Тоді для знайдення показника N_0 необхідно помножити кількість жителів району (для статті було вибрано Соборний район м. Дніпро із кількістю жителів 160 тис.) на частку ринку компанії АВК. а саме 7.6% та на цільову аудиторію кондитерського ринку серед загальної кількості проживаючих у районі (люди віком від 15 до 65 років), що становить 70% [50].

$$N_0 = 160000 * 0.076 * 0.7 = 2128 \text{ осіб}$$

Для знайдення коефіцієнту $a_2(t)$. ступеня спілкування між покупцями, необхідно визначити середню кількість оповіщених та середині термін оповіщення відповідно. Дія знайдення цих показників було проведено анкетування у кількості 50 осіб.

Похибка анкетування $\frac{1}{\sqrt{n}}$ = 0.141. Було запитано «Скільком особам Ви б розповіли про новий товар кондитерський виріб або цукерки, які ви придбали і які Вам сподобалися? У результаті отримано такі дані:

- «0» – 32 відповіді:
- «1» – 7 відповідей:
- «2» – 5 відповідей:
- «3» – 2 – відповідей:
- «5» – 1 – відповідь.

Отже, 18 осіб розповіли хоча б одній людині чи більше, тому в них було запитано: «Через скільки годин Ви б розповіли про цю купівлю?». У результаті питання 3 особи розповіли б через 1 годину, 6 – через 12 годин. 4 – через 24 години. 1 – через 48 годин та 1 через 72 години. Тоді показник середньої кількості оповіщених $S_p = 0.56$ (ос.), середній термін оповіщення $T_p = 16.67$ (год).

Для обчислення коефіцієнта $a_2(t)$ будується геометрична прогресія, множник q – більше одиниці – цей ряд буде розходитися, але завжди починається

від одиниці. Щоб привести параметр q до однієї величини – номеру тижня, – потрібно підставити знайдені значення Sp і Tr у формулу членів ряду геометричної прогресії і отримали $q = 5.82$ ос./год.

$$q = \frac{7 \cdot 24}{Tr} \cdot Sp.$$

Будуємо 13 показників ряду для кожного з номеру тижня та ділимо значення на загальну кількість зацікавлених у купівлі осіб N_0 . Побудуємо графік залежності $a_2(t)$ та підберемо лінію тренду, яка б забезпечувала достатній рівень апроксимації.

Результати розрахунків показують, що кубічний поліном забезпечує високе значення параметру R^2 , що говорить про надійний рівень апроксимації. Помилка не перевищує 4% (табл. 4.14, рис. 4.5).

Таблиця 4.14 – Параметр $a_2(t)$

t	№ ряду	$a_2(t)$
1	1	0.00047
2	6.8	0.0032
3	46.5	0.022
4	317.1	0.149
5	2162.6	1.016
6	14747.7	6.930
4	100570.3	47.260
8	685827.5	322.287
9	4676919.2	2197.80
10	31893696.1	14987.64
11	217495279.1	102206.43
12	1483183270.0	696984.6
13	10114392468.6	4753004.0

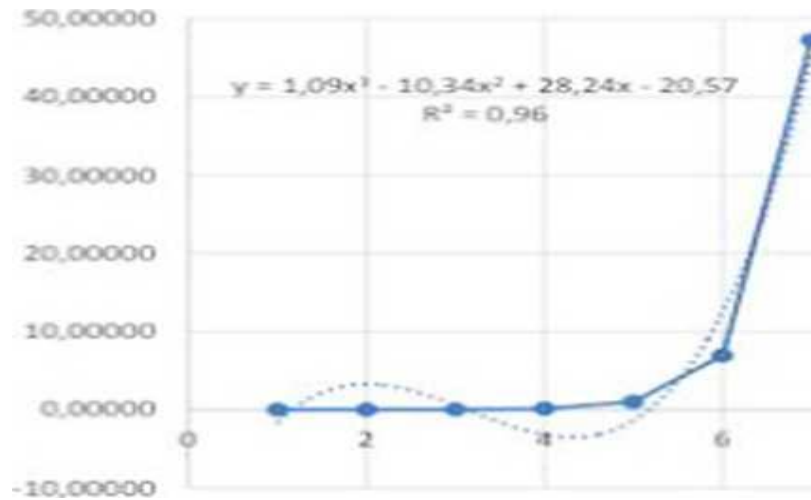


Рис. 4.5. Параметр $a_2(t)$

Модель (4.36) не має розв'язку, що дорівнює нулеві в кінцевий момент часу. Якщо розглянути її в околі точки $N(t - 0) = N(0)$ ($t - 0$ момент початку рекламної кампанії), вважаючи, що $N(t = 0) \ll N(0)$, а також що $a_2(t)N \ll a_1(t)$, то рівняння набере вигляду

$$\frac{dN}{dt} = a_1(t) N_0. \quad (4.37)$$

а його розв'язок:

$$N(t) = N_0 \int_0^t a_1(t) dt, \quad (4.38)$$

Розраховуємо значення $N(t)$ обчислюючи інтеграл та підставляючи відповідні значення інтенсивності рекламної кампанії.

Для визначення оптимального моменту припинення рекламної кампанії необхідно розрахувати прибуток від її проведення:

$$P = pN(t) = pN_0 \int_0^t a_1(t) dt \quad (4.39)$$

Коефіцієнт p знаходиться шляхом множення норми прибутку на середню ціну трьох товарів, які рекламуються в рамках даної рекламної кампанії.

Приймаючи корму прибутку N_p , за 11% для кондитерської галузі, помножимо на $P_m = 65$ (Товар А – 25грн ./од., Товар В – 75 грн./од., Товар В – 100грн./од.), тоді $p = 7,18$ грн.

Розрахований прибуток і витрати під час рекламної кампанії відображені у таблиці 4.15.

Можна побачити, що прибуток приблизно дорівнює витратам на п'ятому тижні та перевищує їх на шостому тижні й надалі. Якщо фірма не припиняє рекламну кампанію, тоді чистий прибуток фірми буде дорівнювати:

$$ЧП = \sum_{t=1}^{13} P(t) - \sum_{t=1}^{13} S(t) = 147928 - 140000 = 7928 \text{ грн}$$

Таблиця 4.15 – Прибуток і витрати

t	$P(t)$	$S(t)$
1	3210	30000
2	6023	24000
3	MI	19000
4	10463	15200
5	12081	12100
6	13318	9700
7	14152	7700
8	14589	0200
9	14631	5000
10	14277	4000
11	13526	3100
12	12380	2400
13	10838	1600

Якщо компанія припинить рекламувати товари саме тоді, коли прибуток стане рівним витратам (5-й тиждень), тобто той самий момент насичення ринку, то вона, відповідно, скоротить сумарні витрати на рекламну кампанію. не втративши при цьому в прибутку. Тоді графік набере вигляду (рис. 4.6) і чистий прибуток компанія буде дорівнювати

$$ЧП = \sum_{t=1}^{13} P(t) - \sum_{t=1}^{13} S(t) = 147928 - 140000 = 47628 \text{ грн}$$

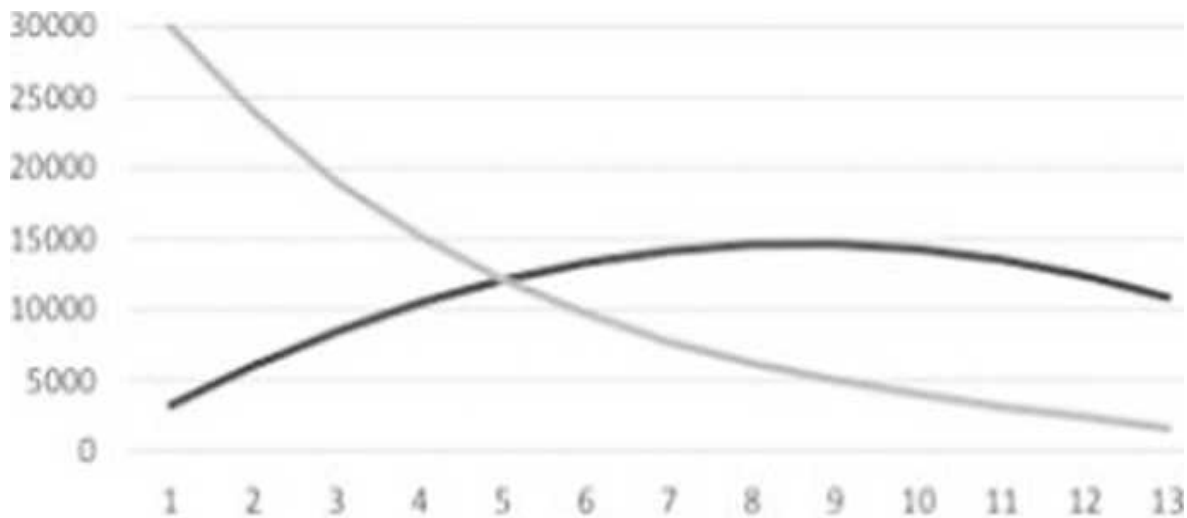


Рис. 4.6. Прибуток і витрати фірми від рекламної кампанії

Таким чином, обчислення оптимального моменту припинення рекламної кампанії за допомогою економіко-математичної моделі шляхом знайдення коефіцієнтів моделі та вирішення диференціального рівняння призведе до значного скорочення витрат фірми, і, як наслідок, фірма отримає більший прибуток. оскільки настає момент насиченості ринку і подальше рекламування товару не має сенсу, оскільки воно тільки скорочує прибуток компанії. Припинивши рекламну кампанію після п'ятого тижня, кондитерська фабрика «ЛВК» може розраховувати на отримання шестикратного прибутку порівняно з рекламуванням товарів протягом усього кварталу.

4.5. Оптимізація цінового регулювання між виробниками продукції і постачальниками сировини з урахуванням інфляційних процесів [51]

В поточний час, в умовах існуючої економічної ситуації, можна спостерігати нестачу сировини, що зумовлюється зниженням її виробництва. Однією з причин спаду виробництва є нееквівалентний обмін між виробниками сільськогосподарської сировини і переробними підприємствами. Іншою можна вважати невиправдано низькі ціни на сировину, які спричиняє спад виробництва.

Закупівельні ціни, що встановлюються переробними підприємствами, не компенсують не лише виробничі витрати, але і втрати, пов'язані з інфляцією. Стимулювати виробників сировини можливо, якщо переробні підприємства встановлюють економічно вигідні закупівельні ціни. Тому в дослідженні запропонована економіко-математична модель, яка оптимізує економічні відносини підприємства та виробників сировини. В умовах наявності кризових явищ у державі необхідно при визначенні ціни на продукцію орієнтуватися не лише на її собівартість, а і на такі показники як темпи інфляції у країні. Крім цього, одним з найголовніших факторів, який має безпосередній зв'язок з рівнем цін у країні на будь яку продукцію, включаючи і сільськогосподарську є поточний курс долару. З огляду на це в дослідженні поставлено за мету дослідити як курс долару та темпи інфляції пов'язані з поточними цінами на сільськогосподарську продукцію та надати рекомендації щодо подальшого формування цін.

Проблему підвищення економічної ефективності виробництва та збуту промисловості України розглянуто в низці наукових робіт. В роботі Kozenkova V. [52] розглянуто питання підвищення ефективності взаємодії виробників сировини та переробних підприємств. Модель дозволяє частково вирішити проблеми стосунків між виробниками сировини та переробниками.

В [53] проведено аналіз та розроблено методичні підходи розвитку підприємства на основі підвищення ефективності діяльності, проведено логіко-математичний опис об'єктів дослідження та були використані статистичні дослідження для експериментування з метою аналізу і оцінки функціонування та розвитку об'єкту. Недоліком роботи є брак оптимізаційної моделі, яка би дозволила визначити оптимальний план підвищення економічної ефективності та оптимальної стратегії просування продукції на ринку.

В кандидатській дисертації Савчук О. В. [54] висвітлено питання розробки методів та способів автоматизованого управління технологічним комплексом (ТК) підприємства на підставі інтелектуальних підсистем прийняття рішень та забезпечення надійності. Розроблено систему управління для вирішення організаційно-економічних завдань оптимізації та координації роботи підсистем.

Проведено параметричну оптимізацію математичних моделей на підставі експериментальних даних.

Аналіз літературних джерел показав, що питання підвищення ефективності виробництва харчової промисловості розроблюється науковцями в Україні, ЕС, США, та ін. В основному приділяється увага технологічному аспекту та підвищенню конкурентоспроможності. Разом з цим питання економічно ефективної цінової політики та науково обґрунтованої стратегії просування готової продукції на ринку розроблено не достатньо [5; 6]. Тому необхідно розробити моделі оптимізації цінової політики постачальників сировини та переробного підприємства.

Інфляційні процеси нерозривно пов'язані із зміною цін на послуги та товари в Україні. Вважається доцільним враховувати курс долару, як чинник, який має безпосередній вплив як на індекс інфляції так і на формування цін.

Дослідження ступені залежності між означеними факторами доречно виконати засобами кореляційно-регресійного аналізу.

Розрахунки виконано на основі даних про ціни на сільгосппродукцію за період 2016-2022 рр., для яких виконано розрахунок визначення тісноти зв'язку між курсом долару та індексом інфляції [55] виконано розрахунок коефіцієнту кореляції за формулою:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}) * (Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 * \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

де X - курс долару, а Y - індекси інфляції.

У результаті розрахунку отримано значення коефіцієнту кореляції, яке дорівнює 0,7, що говорить про наявність тісного зв'язку між курсом долару та індексом інфляції в Україні. А отже можна припустити той факт, що при встановленні цін на сільськогосподарську продукцію треба орієнтуватися на поточні та прогнозні курси валют.

Для того, щоб визначити наскільки сильно пов'язані встановлені ціни на

сільськогосподарську продукцію з курсом долару, а саме чи враховано курс долару та його коливання, які були достатньо сильними останнім часом, при формуванні цін, а також чи враховано при формуванні цін рівень інфляції виконано розрахунок коефіцієнтів множинної регресії.

Розрахунок виконано із за допомогою Функції Регресії в Аналізі даних електронних таблиць Excel.

В результаті розрахунку отримано коефіцієнт множинної кореляції по відношенні сільськогосподарських цін до долару $r = 0,78$ та величину достовірності апроксимації $r^2 = 0,64$. По відношенню сільськогосподарських цін до індексу інфляції отримано коефіцієнт множинної кореляції $r = 0,72$ та величину достовірності апроксимації $r^2 = 0,51$.

Отже, спираючись на отримані результати можна дійти висновків, що ціни, які встановлюються на сільськогосподарську продукцію прямо залежні від курсу долару та інфляції та відбивають їх коливання.

Розглянемо економіко-математичну модель, розрахунку оптимальних цін на сировину і готову продукцію, які забезпечують необхідну рентабельність виробника сировини і переробного підприємства.

Нехай x_1, x_2, \dots, x_n – ціни n видів на готової продукції переробного підприємства, а p – закупівельна ціна на сировину (молоко) у сільськогосподарського виробника, s_1, s_2, \dots, s_n – видатки на виробництво n видів на готової продукції, s_{n+1} - видатки на виробництво сировини. Усі видатки і ціни розраховуються на одиницю товарної продукції.

Попит на продукцію підприємства по видах продукції становить d_1, d_2, \dots, d_n . Обсяг продажу сировини(молока) становить - u одиниць.

Тоді рентабельність виробництва на переробному підприємстві буде обчислюватися за формулою

$$R_p = \frac{\sum_{i=1}^n d_i x_i - (\sum_{i=1}^n d_i s_i + up)}{(\sum_{i=1}^n d_i s_i + up)} .$$

Рентабельність сільськогосподарського підприємства обчислюється за формулою

$$R_s = \frac{yp - yS_{n+1}}{yS_{n+1}}.$$

Критерієм оптимізації в моделі приймемо обсяг збуту продукції переробного підприємства і фермерських господарств. Критерій максимізується. Обмеженнями в моделі є рентабельності підприємств, верхня і нижні границі цін на сировину і готову продукцію з урахуванням курсу долару та індексів інфляції.

Таблиця 4.15 – Індеси інфляції та курс долару у 2016-2022 роках

	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень	За рік	курс долара
2016	100,9	99,6	101	103,	100,1	99,8	99,9	99,7	101,	102,8	101,	100,9	112,4	25,85
2017	101,1	101	101,8	100,	101,3	101,	100,2	99,9	102	101,2	100,	101	113,7	27,6
2018	101,5	100,	101,1	100,	100	100	99,3	100	101,	101,7	101,	100,8	109,8	28,27
2019	101	100,	100,9	101	100,7	99,5	99,4	99,7	100,	100,7	100,	99,8	104,1	26,3
2020	100,2	99,7	100,8	100,	100,3	100,	99,4	99,8	100,	101	101,	100,9	105	28,07
2021	101,3	101	101,7	100,	101,3	100,	100,1	99,8	101,	100,9	100,	100,6	110	27,5
2022	101,3	118,2											118,2	36,5

$$d_1x_1 + d_2x_2 + \dots + d_nx_n + py \rightarrow \max$$

$$\frac{\sum_{i=1}^n d_i x_i - (\sum_{i=1}^n d_i s_i + yp)}{(\sum_{i=1}^n d_i s_i + yp)} = K_1$$

$$\frac{yp - yS_{n+1}}{yS_{n+1}} \geq K_2$$

$$N_i \leq x_i \leq V_i$$

$$G_s \leq y \leq W_s$$

де K_1 – рентабельність переробного підприємства;

K_2 - рентабельність постачальника сировини;

N_i - нижня границя ціни на i -й вид продукції (з урахуванням курсу долару та індексу інфляції);

V_i - верхня границя ціни на i -й вид продукції (з урахуванням курсу долару та індексу інфляції);

G_s - нижня границя ціни на сировину;

W_s - верхня границя ціни на сировину.

Розв'язок цієї моделі виконується із застосуванням засобів оптимізації наявних в Microsoft Excel, Open Office, MathCAD та інших програм.

Модель дозволяє здійснити узгодження рентабельності підприємств і забезпечити необхідну рентабельність переробному підприємству і максимально можливу для постачальника сировини. В таких умовах партнерство учасників виробництва буде взаємовигідним і сталим.

Розроблені заходи інтегрованого формування цін на сировину та забезпечення прибутковості переробних підприємств спрямовані на усунення монопольного диктату переробника на закупівельні ціни, забезпечують взаємовигідну співпрацю партнерів, ефективність якої визначається знайденими, науково обґрунтованими обмеженнями.

Статистичними методами аналізу проведено дослідження взаємозв'язку існуючих цін на готову продукцію з курсом долару та індексом інфляції в Україні.

Встановлено, що ціни на сільськогосподарську продукцію цілком відбивають коливання курсу долару та зміни індексів інфляції, але не являються достатніми для успішного функціонування галузі.

Запропоновано економіко-математичну модель, розрахунку оптимальних цін на сировину і готову продукцію з урахуванням коливань курсу долару та індексів інфляції. Модель дозволяє здійснити узгодження рентабельності підприємств і забезпечити необхідну рентабельність переробному підприємству і максимально можливу для постачальника сировини.

4.6. Логістика зважувань: до питання точності визначення ваги транспортованого товару [60]

Україна є експортно-орієнтованою державою сировинного напрямку. Основу сировини складають такі товари як зерно, залізна руда, прокат. Оплата за товар визначається як вага товару помножена на ціну. Очевидно, що похибка при зважуванні товару вплине на дохід. Чим більша похибка, тим більше втрат понесуть експортери. У залежності від транспорту поставки, зважування відбувається або на суші автомобільними чи вагонними терезами, або у воді, за величиною осадки (величини заглиблення) судна. Кожен метод та пристрої мають свою точність, яка впливає на визначення ваги товару. Збільшення точності вимірювання дозволить мінімізувати можливі втрати експортера.

У роботах закордонних авторів, які досліджують методи збільшення точності вимірювань ваги.

Так у [56] стверджується що процедури для контролю ймовірності помилок типу I під час виконання кількох статистичних тестів мають високу вартість: зменшення потужності. Зі збільшенням кількості тестів потужність для окремого тесту може стати неприйнятно низькою. Цей підхід спрямований на контроль частки значущих результатів, які фактично є помилками I типу. Підтримання низької частки помилок типу I серед усіх значущих результатів є розумним, потужним і легким для інтерпретації способом вирішення проблеми багаторазового тестування.

В роботі [57] увагу приділяється аналізу вартості компонентів пристрою для зважування використовується для розробки методу зменшення контролера. Зменшення регулятора базується на участі станів контролера в значенні квадратичної метрики продуктивності. Стани контролера, які мають найменший внесок у показник продуктивності, скорочуються, щоб отримати зменшені контролери.

Автори наступного дослідження [58] зосередили увагу на такій проблемі. Припустімо, що на завершальній стадії виробництва, наприклад, хімічних

продуктів, є процес, під час якого ми зважуємо кожен продукт за допомогою ваг, щоб отримати його точну вагу, а потім позначаємо кожен продукт його вагою. На практиці такий процес зважування не обов'язково ретельно перевіряється, а пов'язані з ним витрати зменшуються настільки, наскільки це можливо, оскільки це не впливає на якість самого продукту. Однак час від часу ваги стають некаліброваними, тобто неточними, і, отже, видають неточні ваги для окремих продуктів. Особливо, коли вироби дуже важкі, використовуються спеціальні ваги, і лише кваліфіковані особи з ліцензією можуть перевірити ваги, щоб виявити їх неточності та відрегулювати їх. Ми зосереджуємося на проблемі такого роду та пропонуємо стохастичну модель, спрямовану на контроль обсягу продукції, що відвантажується з неточною маркованою вагою.

У [59] розглядається похибка вимірювання та її вплив на ймовірність прийняття правильних рішень щодо прийняття продукту та, отже, на витрати, пов'язані з процесом перевірки. Проведення повторних вимірювань однієї одиниці продукту та використання середнього значення для прийняття або відхилення одиниці зменшить шанси неправильної класифікації. Обговорюється метод наближеного визначення оптимальної кількості повторних вимірювань. Поняття прецизійності, точності та відтворюваності обговорюються в контексті похибки вимірювання разом із використанням контрольних карт для моніторингу цих характеристик процесу вимірювання.

Як видно з цього огляду, визначення точності вимірювання базується на двох підходах: апаратному та аналітичному.

Апаратний метод, описаний й цитованих статтях, викликає додаткові витрати на придбання більш точного обладнання, що підвищує собівартість реалізованої продукції, а такі додаткові витрати не завжди доступні експортерам.

Статистичний метод менш витратний, але запропоновані моделі вимагають складних розрахунків із застосуванням спеціального програмного забезпечення і для більшості персоналу експортерів є недоступною.

Логістика зважувань товару відноситься до процесу організації та керування важкими товарами під час їх транспортування, зберігання та обробки. Це особливо важливо у виробничих, логістичних та роздрібних ланцюгах постачання, де точність зважування може мати величезне значення для якості обслуговування та вартості.

Логістика зважувань є важливим компонентом управління логістичними процесами, особливо у випадку торгівлі товарами, вага яких може впливати на їхню ціну та якість обслуговування.

Основні аспекти логістики зважувань товару включають:

1. Обладнання для зважування: Ефективна логістика зважувань передбачає використання високоточного обладнання для точного вимірювання ваги товарів. Це може бути вагове обладнання на складах, в автомобілях або на об'єктах виробництва.

2. Ідентифікація та маркування: Логістика повинна враховувати можливості ідентифікації товарів та їхню маркування для подальшого визначення ваги. Це може включати в себе використання штрих-кодів, RFID технологій або інших систем автоматичної ідентифікації.

3. Інтеграція з іншими процесами: Логістика зважувань повинна бути інтегрована з іншими логістичними процесами, такими як перевезення, зберігання та обробка. Інформація про вагу товарів може впливати на вибір транспортних засобів, розташування на складі та інші аспекти постачального ланцюга.

4. Забезпечення безпеки: Зважування важких товарів часто пов'язане з питаннями безпеки. Це може включати в себе необхідність дотримання стандартів щодо вантажопідйомності транспортних засобів, а також забезпечення безпеки працівників, які взаємодіють з важкими товарами.

5. Точність та ефективність: Важливо забезпечити точність зважувань для уникнення помилок та оптимізації логістичних процесів. Це допомагає уникнути зайвих витрат, покращує ефективність та сприяє задоволенню клієнтів.

Із цього великого переліку впливу точності зважування на доходи експортерів можна помітити, що навіть прості організаційні засоби логістики зважування можуть дати значний ефект економії або отримання додаткового доходу, втрачено внаслідок похибок зважування.

Почнемо з товару, що реалізується насипом. У табл. 4.16 подано середні ціни та такі товари.

Таблиця 4.16 – Середні ціни товарів, що реалізуються насипом

Товар	Середня ціна за тону, грн
Пісок	205
Пшениця	7930
Кукурудза фуражна	5925
Кукурудза харчова	7150
Залізорудні окатиші	4750
Титанова руда	7030
Прокат чорних металів	35935

Для визначення похибки при зважуванні на автомобільних та вагонних терезах використовувалися дані фірми ZEMIC.

У табл. 4.17 подано середнє значення похибки при зважуванні на автомобільних та вагонних терезах.

Таблиця 4.17 – Середні похибки при зважуванні на суші

Вага, кг	Похибка, кг
1000	26
10000	122
19000	148
28000	164
46000	185
55000	192
64000	199
73000	204

Вага, кг	Похибка, кг
82000	209
91000	213

За даними табл. 4.16 засобами Microsoft Excel побудовано графік залежності похибки зважування від ваги товару. Графік представлено на рис. 4.7.

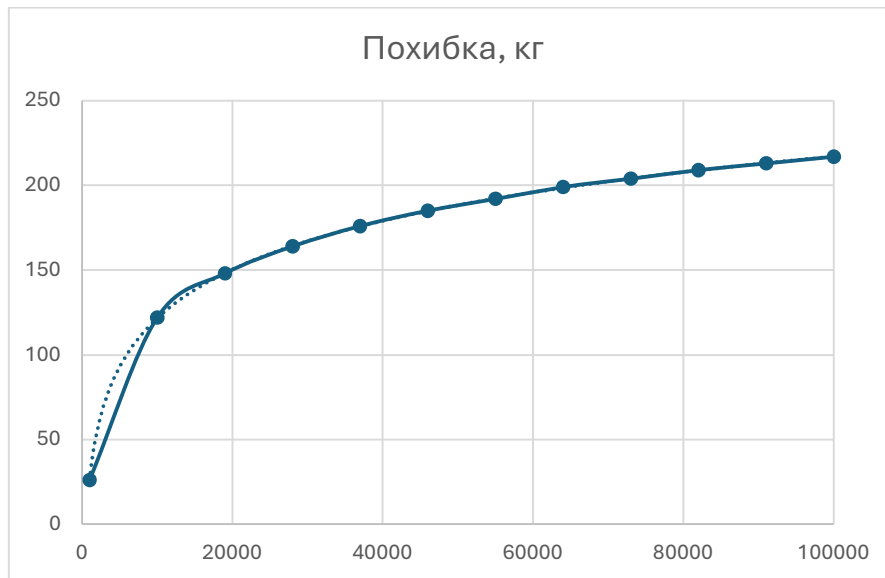


Рис. 4.7. Похибка при зважуванні на вагонних та автомобільних терезах фірми ZENIC побудовано за табл.4.17

Графік має виражений характер логарифмоїди, тому його було описано лінією тренду виду

$$\varepsilon = 41,47 \ln P - 260,27, \quad (4.40)$$

де ε – похибка зважування, кг, P – вага, що зважується, кг.

Якість апроксимації визначалася показником $R^2 = 0.9514$, що означає високу якість апроксимації.

Тут і далі будемо розглядати похибку вимірювання ваги з точки зору експортера, тобто, припустимо що справжня вага, яку ми виміряли, менша на величину похибки, тобто

$$Pr = P - \varepsilon, \quad (4.41)$$

де Pr – виміряна терезами вага, P – справжня вага, ε – похибка зважування.

Для прикладу розрахуємо недоотриманий дохід при відвантаженні 60 т прокату чорних металів. Тоді, згідно (4.40) похибка складе

$$\varepsilon = 41,47Ln60000 - 260,27 = 196,2071, \text{ кг}$$

Згідно табл. 4.16, величина недоотриманого доходу буде

$$0,1962071 * 35935 = 7050,70 \text{ грн.}$$

Як видно з прикладу, втрати можуть бути суттєвими.

Логістико-статистичні методи підвищення точності вимірювання ваги полягають у багаторазовому зважуванні товару з наступним знайденням середнього арифметичного від усіх зважувань [12].

Тоді розмір похибки цього середнього буде дорівнювати

$$\varepsilon' = \frac{\varepsilon}{\sqrt{n}}, \quad (4.42)$$

де ε' – похибка середнього від зважування, ε – похибка зважування терезів, n – кількість разів зважування однієї і тієї ж ваги P .

Скористаємося попереднім прикладом для визначення необхідної кількості зважувань, щоб точність зважування стала вищою у 10 разів. Для цього перетворимо (3) наступним чином

$$n = \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon'}\right)^2. \quad (4.43)$$

Тоді, якщо ми хочемо у 10 разів збільшити точність зважування (а це означає що співвідношення $\frac{\varepsilon}{\varepsilon'}=10$), то необхідно зважити цей товар 100 разів.

Очевидно, що така процедура є не прийнятною, оскільки кожне зважування – це додаткові витрати, які включають у себе амортизацію терезів, амортизацію транспортного засобу, якому прийдеться заїжджати і з’їжджати з терезів, а також витрату палива і робочого часу водіїв та операторів терезів.

Для визначення оптимальної кількості зважувань висунемо припущення, що витрати на зважування мають не перевищувати розміру недоотриманого доходу, тобто

$$C_W < C_{NI}, \quad (4.43)$$

де C_W – витрати на одне зважування, C_{NI} – величина недоотриманого прибутку.

Очевидно, що величина недоотриманого прибутку повинна визначатися для бажаної нової точності вимірювання

$$C_{NI} = \varepsilon' C_T, \quad (4.44)$$

тут C_T – ціна одиниці товару, ε' – необхідна нова точність зважування.

Підставимо (4.44) у (4.43)

$$C_W < \varepsilon' C_T$$

відкіля

$$\varepsilon' > \left(\frac{C_W}{C_T} \right). \quad (4.45)$$

У практичних розрахунках використання нерівностей є незручним. Тому в (4.45) краще ввести коефіцієнт переваги (k_p , $0 < k_p < 0.2 - 0.3$), який би задовольнив логістика щодо можливого фінансового виграшу від збільшення точності вимірювань ваги. Тоді нерівність (4.45) можна переписати як рівняння

$$C_W = k_p C_{NI}. \quad (4.46)$$

Тоді нерівність (4.43) прийме вигляд рівняння

$$\varepsilon' = \left(\frac{C_W}{k_p C_T} \right). \quad (4.47)$$

Тепер додамо (4.47) у (4.43) і отримаємо $n = \left(\frac{\varepsilon k_p C_T}{C_W} \right)^2$, або, з урахуванням (1), остаточно маємо величину необхідної кількості повторних зважувань

$$n = \left(\frac{[41,47L P 2 0,2]k_p C_T}{C_W} \right)^2. \quad (4.48)$$

Визначимо необхідну кількість повторних зважувань за даними попередніх прикладів, припустивши, що вартість одного зважування складає $C_W = 500$ грн.

Тоді
$$n = \left(\frac{[0,196 071]35935 \{0.2\}}{500} \right)^2 = 8 \text{ разів.}$$

Очевидно, що така кількість зважувань може бути неприйнятною, оскільки це займе занадто багато часу.

Виграш від такої процедури складе

$$M = C_T(\varepsilon^{\square} - \varepsilon') = C_T \left(\varepsilon^{\square} - \left(\frac{C_W}{k_p C_T} \right) \right), \quad (4.49)$$

Для нашого прикладу виграш складе

$$M = 35935 \left(0,1962071 - \left(\frac{500}{0,2 * 35935} \right) \right) = 4550,70 \text{ грн.}$$

Сформулюємо логістичне правило зважування товарів автомобільним або вагонними терезами:

1. Зважуємо товар 1 раз і визначаємо виміряну вагу P .
2. Визначаємося з величиною коефіцієнта переваги k_p .
3. За формулою (4.48) визначаємо, скільки іще разів потрібно повторно зважити товар, враховуючи і перше зважування.
4. За формулою (4.49) вираховуємо виграш.

Для зважування на воді описаний вище алгоритм неприйнятний, оскільки завантажувати і розвантажувати корабель декілька разів є дуже витратною процедурою.

Розглянемо детальніше цю процедуру.

Вага завантаженого товару на корабель визначається за величиною заглиблення корабля після закінчення завантаження.

На рис. 4.8 показано борт корабля з рисками, за якими визначається це заглиблення.

На рис. 4.9 наведено класичну таблицю визначення завантаження корабля в залежності від його осадки, у табл. 4.18 – розшифровка умовних позначень таблиці.

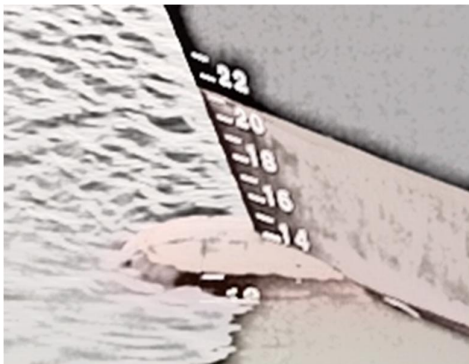


Рис. 4.8. Марки осадки (заглиблення) корабля на його міделі

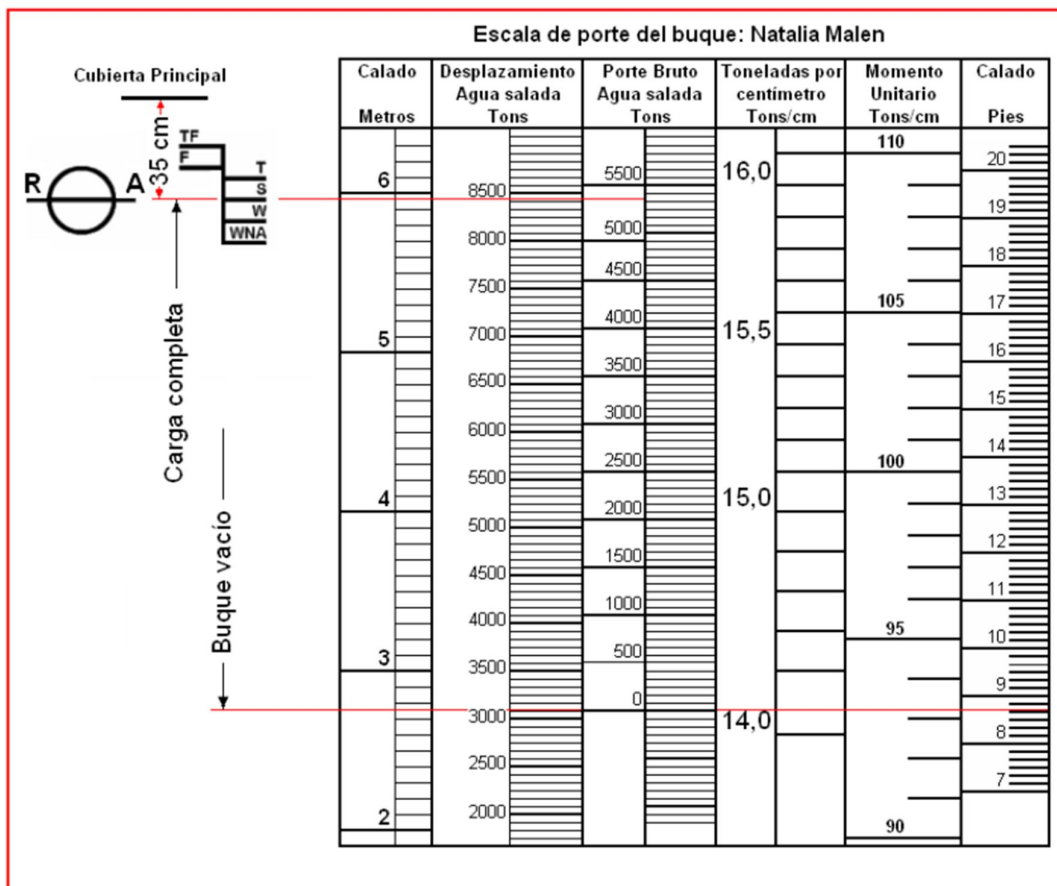


Рис. 4.9. Система знаків на бортах судна, що визначає допустиму осадку для різних районів та умов плавання

Ця система розроблена іще у 19 сторіччі і базується на декількох вимірюваннях в основних портах світу, куди частіше за все заходили кораблі Великої Британії .

Таблиця 4.18 – Значення букв на вантажній марці

Символ	Розшифрування	Позначення
TF	Tropical Fresh Water	Прісна вода в тропіках
F	Fresh Water	Прісна вода
T	Tropical Seawater	Морська вода в тропіках
S	Summer Seawater	Літня морська вода
W	Winter Seawater	Зимова морська вода
WNA	Winter North Atlantic	Зимова північно-атлантична вода

Згідно табл. 4.18 та рис. 4.9 залежність від солоності води та її температури – лінійна. Інтервал осадки між кожним із позначень табл.4.18 складає 12,5 см, а згідно рис. 4.49 – 28,5 см осадки відповідають 500 тонам вантажу. Отже, згідно пропорції, різниця букв системи знаків відповідає 87,719 тон.

Скористаємося цими даними для розробки таблиці відповідності осадки судна та її зв'язку із солоністю та температурою води.

У табл. 4.19 подано результати такого зведення.

Таблиця 4.19 – Зведені дані залежності осадки судна від температури води та її солоності

Символ	Осадка (D), см	Температура (T), C	Солоність (S), %
TF	0	26	0
F	12,5	10	0
T	24,7	26	38
S	36,9	20	34
W	49,1	0	34
WNA	61,3	-1,2	32

У табл. 4.19 перша позиція осадки прийнята за нуль, а наступні визначені шляхом поступового додавання 12,5 см.

Температури і солоності для символів S, W та WNA бралися для Атлантичного океану, для T – для Індійського океану.

На підставі даних з табл. 4.19 за допомогою функції Regression електронних таблиць Excel була розрахована залежність осадки від солоності та температури води

$$D = 27,0271230210562 - 1,12969 T + 0,82330472393996 S. \quad (4.50)$$

Якість апроксимації отриманої залежності визначався параметром $R^2 = 0,949$, що свідчить про високу точність отриманої моделі.

Лінія TF у табл. 4.18 відповідає водомісткості у 10 000 тон і зі збільшенням солоності та зменшенням температури водомісткість зменшується. Також, на рис. 4.9 вказано, що 1 см відповідає водомісткості 16 тон. Ці додаткові дані дозволяють перетворити формулу (4.50) в інструмент для точного визначення ваги товарів, завантажених на корабель.

Отже, маса завантаженого товару буде знайдена за величиною осадки судна під вагою цього товару як

$$M = 10\,000 - 16 \cdot (27,0271230210562 - 1,12969 T + 0,82330472393996 S) \quad (4.51)$$

Тепер для логістика, що вантажить корабель можна сформулювати такий порядок дій:

1. Виміряти показання осадки судна до завантаження та після завантаження.
2. Виміряти температуру води у місці завантаження.
3. Визначити солоність води, яка може сильно мінитися від перебування порту завантаження поблизу гирла рік (як для Миколаєва і Херсона).
4. Підставити ці дані у формулу (4,51) і отримати більш точну вагу, аніж при її розрахунку за таблицями, як на рис. 4.9

Отже, розроблена методика дозволяє збільшити точність визначення ваги товару як при зважуванні на автомобільних чи вагонних терезах, так і при зважуванні на воді. Розроблений порядок дій логістика формалізує застосування цієї методики і робить її доступною для персоналу будь якої кваліфікації. Загалом, це призведе до зменшення недоотриманого доходу.

4.7. Економіко-математична модель ціни на житлову нерухомість у місті Дніпро [64]

Найбільш часто вживаним методом визначення ціни на житло є порівняльний метод [62].

Перш за все, він, на відміну від інших підходів, не має певних недоліків. Наприклад, при використанні витратного підходу можна зіштовхнутися з тим,

що витрати можуть не дорівнювати ринковій вартості, що може призвести до досить вагомих похибок. Також можуть виникнути проблема при розрахунках накопиченого зносу для старих об'єктів нерухомості через те, що ця процедура є досить складною.

Щодо дохідного підходу, то його не завжди можна застосувати через те, що оцінка відбувається на основі доходу, який може бути отриманим з нерухомості. Також, цей метод не рекомендовано використовувати під час криз через можливу нестабільність ймовірних грошових надходжень.

Відповідно, порівняльний методичний підхід не має подібних обмежень та, при цьому, він дозволяє врахувати поточну ситуацію на ринку, що робить його найкращим для використання.

Алгоритм порівняльного методу легко автоматизувати для розрахунків на комп'ютері. Автоматичне визначення цін на житло – це процес, що стає все більш важливим у сучасному світі, де ринок нерухомості постійно зростає й змінюється. Завдяки розвитку технологій та використанню штучного інтелекту, можливо автоматизувати процес визначення цін на житло, що має ряд переваг і впливає на різні аспекти суспільства.

Перш за все, автоматичне визначення цін на житло сприяє підвищенню ефективності ринку нерухомості. За допомогою алгоритмів та аналітики можна швидко та точно визначити ринкову вартість житла в певній локації. Це допомагає покупцям і продавцям приймати обґрунтовані рішення щодо цін, уникати переplat та зниження цін нижче ринкових стандартів.

Далі, автоматичне визначення цін сприяє зменшенню випадків шахрайства та маніпуляцій на ринку. Застосування об'єктивних алгоритмів зменшує можливість людського втручання та впливу на ціни, що створює більш справедливу та прозору систему.

Крім того, автоматичне визначення цін сприяє підвищенню доступності житла для широкого кола населення. Швидко та точно визначення цін дозволяє розвивати альтернативні моделі житла, такі як піднайом або короткострокова

оренда, що може бути вигідними для молодих сімей або людей з обмеженим бюджетом.

Для реалізації мети дослідження було використано дані про квартири з бази даних ТОВ «АРАГОРН». Кількість квартир, яка буде взята для подальшого аналізу та створення економіко-математичної моделі становить 70 одиниць.

Перевірка достатності вибірки здійснювалася методом порівняння асиметрії (A) та ексцесу (E) вибірки з їх дисперсією ($2DA$ та $2DE$), які мають бути меншими у два і більше разів [63].

Розрахунки велися за показником ціни одного квадратного метру. Було отримано, що $A = 0.715 < 2DA = 1.147$; $E = 0.135 < 2DE = 2.651$.

Тобто вибірка є достатньою для подальшого аналізу.

На відміну від відомих програм, що автоматизують розрахунки ціни нерухомості, такі як DIM.RIA або PRO Увекон, і які враховують від 5 до 10 параметрів квартири, у дослідженні вирішено взяти 34 параметри, а саме: Ціна за м²; долар США; Відстань від центру; км; Площа загальна; м²; Кількість кімнат; Поверх; Тип стін; Ремонт; Наявність автономного опалення; Перепад висот; Вид вікон; Гостьовий санвузол; Вид стелі; Вид підлоги передпокою; Гостьова зона; Спальня; Підлога на кухні; Підлога у ванній кімнаті; Вид батарей опалювання; Висота стелі; м; Площа житлова; м²; Площа кухні; м²; Балкон/лоджія; Кондиціонери; Ванна кімната; Меблі на кухні; Меблі у ванній; Меблі у спальні; Меблі у вітальні; Техніка; Наявність Wi-Fi; Площа ванної кімнати; м²; Освітлювальні прилади на кухні; Освітлювальні прилади у ванній; Освітлювальні прилади у спальні; Освітлювальні прилади у вітальні; Рік побудови будівлі.

Для визначення кількісних ознак якісних характеристик житла, таких як типи радіаторів (батарей) опалювання, наявність меблів, наявність приладів освітлення, тощо, було створено 24 класифікатори, в яких номери класів починаються від 1.

На рис. 4.10 представлено опис всіх класифікаторів, використаних для подальшого розрахунку.

Місто Дніпро розташоване на обох берегах річки Дніпро, що має ширину близько кілометра, та поруч з устям річки Самари, причому правий берег – це пагорби, а лівий – низинний. Через це площа міста-мільйонника близька до площі міста Київ, де населення близько 4-х мільйонів. Центр міста знаходиться на правому березі. Саме тому було додано такий специфічний показник, як відстань до центра міста та перепад висот над рівнем моря поміж центром міста і локацією квартири.

Тип стін	Клас:	Ремонт	Клас:	Автономне опалення	Клас:	Вид вікон	Клас:	Гостьовий санузел	Клас:
Панель	1	Житловий стан	1	Немає	0	Алюмінієві	1	Немає	0
Моноліт	2	Косметичний	2	Є	1	Дерево-алюмінієві	2	Є	1
Цегла	3	Євроремонт	3			Металопластикові	3		
Блок	4	Дизайнерський проєкт	4			Металопластикові протизламні	4		
		Без обробки	5			Металопластикові	5		
		Чистова обробка	6			Дерев'яні дубові	6		
						Дерев'яні модри	7		
						Дерев'яні соснові	8		
Вид стелі	Клас:	Вид підлоги	Клас:	Вид батарей	Клас:	Підлога на кухні	Клас:	Підлога у ванній кімн.	Клас:
Класична	1	передплой, гостьова	1	Чавунні	1	Плитка	1	Коркова	1
Підвісна	2	Стругана дошка	1	Алюмінієві	2	Вініл	2	Дерево	2
Натяжна	3	Паркетна дошка	2	Біметалеві	3	Лінолеум	3	Кераміка	3
		Штучний паркет	3	Сталеві	4	Ламінат	4	Лінолеум	4
		Плитка керамічна	4	Дизайнерські	5	Паркет	5	Плитка з ПВХ	5
		Ламінат	5			Камінь	6	Камінь	6
		Плитка з керамограніт	6			Бетон	7	Ламінат	7
		Вінілова підлога	7						
		Лінолеум	8						
Балкон/лоджія	Клас:	Конденціонери	Клас:	Ванна кімната	Клас:	Меблі	Клас:	Техніка	Клас:
Немає	0	Немає	0	З ванною	1	Не мебльована	0	Відсутня	0
Балкон закритий	1	Є	1	З душовою кабін	2	Частково мебль	1	Частково укомплекто	1
Балкон відкритий	2			З ванною та душ	3	Повністю мебль	2	Повністю укомплекто	2
Балкон з виносо	3								
Балкон з виносо	4								
Балкон комбіно	5								
Балкон француз	6	Наявність Wi-Fi	Клас:	Меблі на кухні	Клас:	Меблі у ванній	Клас:	Меблі у спальні	Клас:
Французький ба	7	Немає	0	Немає	0	Немає	0	Немає	0
Лоджія вбудова	8	Є	1	Частково є	1	Є	1	Частково є	1
Лоджія виносна	9			Повністю є	2			Повністю є	2
Меблі у вітальні	Клас:	Освітлювальні прилади на кухні	Клас:	Освітлювальні прилади у	Клас:	Освітлювальні прилади у	Клас:	Освітлювальні прилади у вітальні	Клас:
Немає	0			Немає	0	Немає	0	Немає	0
Частково є	1	Немає	0	Тільки проводка	1	Тільки проводка	1	Тільки проводка	1
Повністю є	2	Тільки проводка	1	Прилади є	2	Прилади є	2	Прилади є	2
		Прилади є	2						

Рис.4.10 – Класифікація параметрів квартир

Тут і далі будуть наведені скріншоти результатів розрахунків програмами Excel та Statistica.

Експерти ТОВ «АРАГОРН» визначили, що ціни на житло у місті Дніпро коливаються в залежності від берега, на якому знаходиться квартира, і близькості до центру, близькості до промислових зон. Такий висновок навів на думку, що

варто всі параметри квартир розбити на певні групи, кількість яких має бути не менше чотирьох. В межах цих груп буде дотримуватися певна однорідність даних, що дозволить побудувати більш точну регресійну залежність.

Процедуру розділення даних на групи або класи, було виконано програмою Statistica методом k-середніх, який об'єднує дані в кластери за принципом мінімальної відстані об'єктів від центру кластера при максимальній відстані центрів різних кластерів [64].

За результатами кластерного аналізу, при якому утворилося шість груп, можна охарактеризувати кожен кластер:

Кластер 1 можна охарактеризувати як квартири в середньому ціновому діапазоні (середня ціна складає 1361 дол/м²), з досить великою площею (середній показник – 95,3 м²), євро- та дизайнерським ремонтом. Середня величина перепаду висот складає -24,52 м. Стелі є досить високими (середній показник – 2,985 м.), середня площа кухні складає 15,75 м², а середня площа ванної кімнати – 5,51 м². Квартири з цього кластеру знаходяться в будинках, які побудовані, як в минулому так і в цьому столітті.

Кластер 2 можна охарактеризувати як квартири в ціновому діапазоні трохи вище середнього (середня ціна складає 1615 дол/м²), з середньою площею (середній показник – 64,5 м²), євро- та дизайнерським ремонтом. Середня величина перепаду висот складає -22,41 м. Стелі є досить високими (середній показник – 2,982 м.), середня площа кухні складає 11,45 м², а середня площа ванної кімнати – 5,59 м². Більшість квартир з цього кластеру знаходяться в будинках, які побудовані не так давно в цьому сторіччі.

Кластер 3 можна охарактеризувати як квартири в високому ціновому діапазоні (середня ціна складає 1917 дол/м²), з досить великою площею (середній показник – 89,5 м²), євро- та дизайнерським ремонтом. Середня величина перепаду висот складає -36,51 м. Стелі є досить високими (середній показник – 2,935 м.), середня площа кухні складає 13,75 м², а середня площа

ванної кімнати – 4,81 м². Квартири з цього кластеру знаходяться в будинках, які побудовані протягом останніх 9 років.

Кластер 4 можна охарактеризувати як квартири в ціновому діапазоні нижче за середній (середня ціна складає 1087 дол/м²), з невеликою площею (середній показник – 52,4 м²), з євро- та косметичним ремонтом. Середня величина перепаду висот складає -21,5 м. Стелі є невисокими (середній показник – 2,64 м.), середня площа кухні складає 10,84 м², а середня площа ванної кімнати – 3,2 м². Квартири з цього кластеру знаходяться в будинках, які побудовані, в більшості з випадків, в минулому столітті.

Кластер 5 можна охарактеризувати як квартири з низькими цінами (середня ціна складає 870 дол/м²), з невеликою площею (середній показник – 56,5 м²), з косметичним ремонтом або в житловому стані. Середня величина перепаду висот складає -31,3 м. Висота стелі в квартирах є різною, від 2,5 до 3,5 м., середня площа кухні складає 8,67 м², а середня площа ванної кімнати – 3,7 м². Квартири з цього кластеру знаходяться в старих будинках, що побудовані здебільшого в 70-х та 80-х роках минулого століття.

Кластер 6 можна охарактеризувати як дуже дорогі квартири, що знаходяться в найвищому ціновому діапазоні (середня ціна складає 2630 дол/м²), з великою площею (середній показник – 95 м²) та дизайнерським ремонтом. Середня величина перепаду висот складає -36,46 м. Стелі в квартирах є високими (середній показник – 3,050 м.), середня площа кухні складає 18 м², а середня площа ванної кімнати – 5,6 м². Квартири з цього кластеру знаходяться в досить нових будинках, що побудовані в 2016, 2018 та 2021 роках.

Маючи однорідні групи можна створити аналітичні залежності ціни від інших параметрів житлових приміщень.

З огляду на те, що мається 34 таких параметри, а розмір вибірки для кожного класу коливається від 4-х до 25, необхідно зменшити кількість цих параметрів. Для цього проведено кореляційний аналіз залежності ціни від інших факторів.

Провівши кореляційний аналіз в MS Excel, було знайдено параметри, що майже не впливають на ціну квартири (з коефіцієнтами кореляції менше 0,09), тому їх можна не враховувати при створенні регресійних залежностей. До цих параметрів відносяться: перепад висот, підлога у ванній кімнаті, балкон/лоджія, меблі на кухні, меблі у ванній, меблі у спальні, наявність Wi-Fi, освітлювальні прилади на кухні, у ванній, у спальні, у вітальні. Таким чином, кількість параметрів для утворення залежності скоротилася з 34 до 23.

Для кожного класу створена економіко-математична модель, побудована на базі нейронних сіток, реалізованих у програмному пакеті Statistica. Кожна сітка включала в себе три шари, причому прихований шар мав не менше 50-100 нейронів. Якість моделі для кожного класу коливалася в межах 75%-100%. Для кожного класу залишалось по 5 найбільш ефективних моделей. Подальший аналіз якості апроксимації показав, що варто залишити всі п'ять моделей, окрім другого та четвертого кластеру, де було залишено тільки третю і п'яту та першу, третю й четверту моделі. На рис. 4.11 показано приклад результату розрахунку апроксимуючих моделей для 5-го кластеру.

Сеть ID	Архитектура	Производи...	Контр. про...	Тест. прои...	Алгоритм
1	MLP 21-14-1	1,000000	-0,955048	0,987934	BFGS 0
2	MLP 21-14-1	1,000000	-0,961752	0,978991	BFGS 0
3	MLP 21-15-1	1,000000	-0,969828	0,962244	BFGS 0
4	MLP 21-6-1	0,999991	-0,936541	0,955431	BFGS 0
5	MLP 21-6-1	0,989984	0,968399	0,883575	BFGS 0

Рис. 4.11 – Нейронні сітки для кластеру 5

Отримана економіко-математична модель, що складається з шести класів і 25 регресійних залежностей, дозволяє розрахувати ціну житла за наступним алгоритмом:

1. Зібрати дані про нову квартиру згідно переліку.
2. Провести класифікацію цих даних, тобто визначити, до якого із шести наявних класів вона відноситься.
3. Використати регресійні моделі для розрахунку ціни.

Цей алгоритм було застосовано для даних по трьом квартирам, які не використовувалися для побудови моделі.

Класифікації методом нейронних сіток передувала перевірка рівня відповідності знайденого раніше класу об'єкта. Тобто, нейронна сітка проводить власну кластеризацію вибірки. Було визнано, що у 70% об'єктів клас збігався з визначеним класом методом k- середніх.

Перевірка точності моделі на даних, що не були включені до побудови моделі, показала середнє відхилення в межах 7%.

Підсумок розрахунків наведено у табл. 4.20.

Таблиця 4.20 – Перевірка економіко-математичної моделі цін на житло

Квартира №	Реальна ціна за м2	Прогнозована ціна за м2, долар США	Середня ціна, долар США	Стандарт розрахунку	Похибка	
					абсолютна	відносна, %
1	895	860,26	864,74	7,25	-30,26	3,3
		859,30				
		859,03				
		867,14				
		877,97				
2	1513	1637,66	1628,3	9,33	115,33	7,6
		1619,01				
3	2320	2790,00	2552,6	145,13	232,69	10,00
		2400,00				
		2400,01				
		2581,43				
		2591,99				
Середнє						7,01%

Абсолютна похибка показує різницю між дійсною та передбаченою ціною квартир в доларах, а відносна – у відсотках. Її значення для квартири №1 складає 3,38%, для квартири №2 – 7,62%, для квартири №3 – 10,03%, а середнє значення отриманих похибок становить 7,01%.

Даний результат говорить про те, що розроблена економіко-математична модель демонструє дуже гарну якість та здатна розраховувати ціни на об'єкти житлової нерухомості міста Дніпро з високою точністю, а розроблений алгоритм можна застосувати для подібних розрахунків в інших містах.

4.8. Прогнозування обсягу реалізації товарів торгівельного підприємства [65]

Прогнозування обсягу продажів – невід'ємна частина процесу прийняття рішення. Достовірні прогнози дозволяють своєчасно виявляти потенційні загрози. Компанія повинна постійно стежити за динамікою обсягу продажів і альтернативними можливостями розвитку ринкової ситуації з тим, щоб найкращим чином розподіляти наявні ресурси і вибирати найбільш доцільні напрями своєї діяльності.

Товари компаній мають різний попит, тому гостро постає питання прогнозування продажів. Розрахований прогноз дозволяє більш ефективно вести бізнес, перш за все, контролювати і оптимізувати витрати. Крім того, це дозволяє сформувати оптимальні запаси продукції на складі у кожному магазині. Таким чином, з розрахунку обсягів продажу впливає планування та розподіл ресурсів підприємства.

Прогнозувати обсяг продажів можна на основі продажів на ринку в цілому (прогноз ринку), визначаючи свою частку в цьому обсязі, або прогнозувати безпосередньо свій обсяг продажів.

Найпростішим способом прогнозування є екстраполяція, тобто поширення тенденцій, що склалися в минулому, на майбутнє. Сформовані об'єктивні

тенденції зміни економічних показників певною мірою визначають їх величину в майбутньому. До того ж багато ринкових процесів інерційні. Особливо це проявляється в короткостроковому прогнозуванні.

Результати прогнозування потрібні для вирішення наступних завдань:

1. Складання фінансового плану та бюджету компанії.
2. Складання плану виробництва і закупівель.
3. Складання плану і бюджету просування.
4. Мотивація співробітників.

Тому питання прогнозування обсягу реалізації товарів торговельного підприємства є актуальним.

Розробка методики базувалася на даних ТОВ «Поліпрінт».

Асортимент товарів для продажу у торговельних мережах представлений безліччю наборами наклейок. Весь асортимент компанії поділяється на умовні групи: набори з одним аркушем наклейок, набори з двома аркушами наклейок та наклейки-дошки для письма крейдою.

Питанням прогнозування продажів товарів та послуг займалися вітчизняні та зарубіжні вчені. В своєму дослідженні Дячун О.Д. наводить групи методів прогнозування, такі як якісні, кількісні та причинно-наслідкові [66]. Але треба зазначити, що використанню методів може передувати додаткова обробка інформації. Класифікацією методів прогнозування також займалися Звонар Й.П., Фецинець В.В. у своїй роботі, в якій виділили діапазони та переваги і недоліки якісних та кількісних методів [67].

У своєму дослідженні Gustriansyah R., Ermatita E., Rini D. P. запропонували модель SF для роздрібною торгівлі під назвою SalesKBR, яка інтегрує метод прийняття рішень (Best-Worst Method/BWM) та методи інтелектуального аналізу даних (k-Means) у модель "частота-частота-гроші" (Recency-Frequency-Monetary, RFM) [68].

Заслуговує уваги дослідження Mitra R., Saha P., Tiwari M. K., де проаналізовано дані про продажі міжнародної компанії з виробництва продуктів

харчування та напоїв. Для прогнозування продажів було запропоновано концепцію з використанням кластеризації за моделлю гауссової суміші (Gaussian Mixture Model clustering), ієрархічної агломеративної кластеризації (Hierarchical Agglomerative Clustering) та алгоритму випадкового лісу (Random Forest algorithm) Ця модель аналізує вплив вихідних, святкових днів, рекламних акцій, настроїв покупців, фестивалів та соціально-економічних ситуацій на дані про продажі і здатна прогнозувати продажі на період від одного до 15 місяців [69].

Kolková A. у своїй статті спробувала визначити найкращі за точністю прогнозування моделі у 32 сферах послуг, розбитих за КВЕД. Для оцінки були обрані моделі експоненціального згладжування, моделі ARIMA, моделі BATS та моделі штучних нейронних мереж. Було обрано шість критеріїв для вимірювання точності з використанням групи похибок, що залежать від масштабу, та похибок, що залежать від масштабу [70].

Таким чином, прогнозування обсягу товарів є проблемою, яка досліджується виходячи з різних аспектів товарів. Залишаються питання стосовно певних особливостей товарів та достовірності прогнозів.

Першим кроком вирішення поставленої мети – це угруповання даних про продажі товарів. Така проблема вирішується методами автоматичної класифікації, серед яких найбільш зручним є кластерний аналіз [38].

Сутність кластерного аналізу полягає у здійсненні класифікації об'єктів дослідження за допомогою численних обчислювальних процедур. В результаті цього утворюються "кластери" або групи дуже схожих об'єктів. На відміну від інших методів, цей вид аналізу дає можливість класифікувати об'єкти не за однією ознакою, а за декількома одночасно. Для цього вводяться відповідні показники, що характеризують певну міру близькості за всіма класифікаційними параметрами.

Кожен економічний об'єкт може бути представлений одним і тим же набором факторів або параметрів. Наприклад, торгове підприємство може бути охарактеризоване такими факторами як виторг, обсяг реалізації, валюта балансу,

кількість працівників, кількість торгових точок тощо. Позначимо кожен з цих факторів чи параметрів економічного об'єкта як X_i . Тут i – номер фактору, який характеризує об'єкт. Тобто, кожен об'єкт може бути представлений вектором $X = (X_1, X_2, \dots, X_{N_f})$, де N_f – кількість факторів. Цей вектор являє собою точку в гіперпросторі, який має розмірність N_f .

І хоча фактори для всіх об'єктів, що розглядаються, є однаковими, їх числові значення будуть відрізнятися. Якщо охарактеризувати інший об'єкт аналогічним вектором, який позначимо як Y , можна розрахувати міру близькості цих об'єктів.

Міра близькості або відстань між об'єктами розраховується за допомогою різних формул, які ще називаються метриками відстаней.

Відстань між двома об'єктами позначається як $d(x_i; y_i)$ – це не негативна функція близькості задається при наступних умовах:

- 1) Вона завжди більше або дорівнює нулю.
- 2) Відстань від точки X до точки Y така сама, як і від Y до X .
- 3) Якщо числові значення факторів двох об'єктів однакові, відстань між ними дорівнює нулю.
- 4) Нехай існує третя точка U . Тоді сума відстаней між точками XU та YU завжди більша ніж відстань поміж точками XY .

Найбільш розповсюдженою функцією відстані між двома об'єктами ($X; Y$) є відстань у метриці Евкліда

$$d_E(x_i; y_i) = \sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - y_i)^2}. \quad (4.52)$$

Метрика Евкліда дозволяє не враховувати знакові розходження, пропорційно збільшує відстань між об'єктами у випадку різних абсолютних значень показників. У результаті збільшується розмірність кластерного поля,

об'єкти штучно віддаляються один від одного, у результаті чого межі між кластерами стають більш чіткими і точними [38].

Кластеризація повним перебором об'єктів. Методично цей спосіб кластеризації найбільш простий і надійний, але досить трудомісткий. Вона виконується в такому порядку [71].

1. Складемо вихідну матрицю спостережень над об'єктами.

2. Одержимо матрицю значень відстаней від довільно обраного об'єкта (його числової характеристики).

3. Введемо поняття приналежності i -го об'єкта до k -го кластера. Це буде матриця Q розмірності $N_0 \times N_0$, де N_0 – кількість об'єктів, які розглядаються. В ній по стовпцях розташовані номери об'єктів, а по рядках – номери кластерів. Припускається, що кількість кластерів буде дорівнювати кількості об'єктів. Елементи цієї матриці являють собою бінарні числа, тобто такі, які можуть приймати значення тільки 0 або 1.

4. Введемо цільову функцію, що відповідає обраному критерію внутрішньо групової однорідності об'єктів

$$Z = \sum_{i=1}^{N_0} \sum_{j=1}^{N_0} q_{ij} d_{ij} \rightarrow \min , \quad (4.53)$$

де q_{ij} – елемент матриці Q , d_{ij} – метрика відстані поміж об'єктами ($1 \leq i, j \leq N_0$).

5. Додамо до цільової функції обмеження

$$\sum_{j=1}^{N_0} q_{ij} = 1, \quad (4.54)$$

$$\sum_{i=1}^{N_0} q_{ij} \leq N_0. \quad (4.55)$$

Перше обмеження означає, що сума елементів q_{ij} по рядку не повинна перевищувати числа об'єктів, друге – що один і той же об'єкт не може бути включений до двох чи більше кластерів.

6. Останнє обмеження показує, що число об'єктів, включених до різних кластерів має дорівнювати їх загальній кількості

$$\sum_{i=1}^{N_0} \sum_{j=1}^{N_0} q_{ij} = N_0. \quad (4.56)$$

Ознакою того, скільки об'єктів включено до кластера буде значення суми (4). Змінними параметрами задачі оптимізації будуть елементи матриці Q [71].

Кількість обчислюваних клітинок в надбудові «Пошук рішення» MS Excel. – 200 шт. Дане технічне обмеження дозволяє розбити на класи максимум 14 об'єктів. Для того щоб обійти це технічне обмеження, було вирішено скористатися вже сформованими групами номенклатури.

Кожен кластер містить помісячні дані реалізації одного чи декількох товарів. На основі кластера будується модель попиту через вираження помісячних часток від загального об'єму кластера.

Методика розрахунку моделі:

1. У кожному кластері знаходиться сума та середнє по місяцях.
2. Знаходиться загальна сума кластера.
3. Знаходиться частка місячного продажу з загальної суми кластера шляхом відношення місячної суми до суми кластера.
5. На основі знайдених місячних часток будується крапковий графік по місяцях.
6. На графіку додається лінія тренду (поліном другого порядку), а також рівняння полінома.
8. Так як фактичні значення не повністю описуються розрахунковою моделлю, значить має місце дисперсія. Тому треба побудувати не криву

прогнозу, а коридор, в межах якого буде знаходитися прогнозоване значення з певною довірчою імовірністю.

Для розрахунку довірчого коридору прогнозних значень була використана функція MS Excel – CONFIDENCE.T. Даний оператор виконує розрахунок довірчого інтервалу з використанням розподілу Стюдента. Синтаксис оператора наступний:

= CONFIDENCE.T. (альфа; стандартне_відхилення; розмір).

Поле «альфа» – рівень довіри. Наприклад, якщо 99%, то записуємо 0,01.

У поле «стандартне_відхилення» вставляємо функцію STDEV з категорії Статистичні. Синтаксис функції виглядає так:

= STDEV (число1;число2;...)

Аргумент «Число» - це адреса елемента вибірки.

У поле «розмір» вставляємо функцію «COUNT». Ця функція призначена для обчислення кількості клітинок в зазначеному діапазоні, які містять числові значення. Синтаксис наступний:

= COUNT (значення1;значення2;...).

Група аргументів «Значення» є посиланням на діапазон, в якому потрібно розрахувати кількість заповнених числовими даними осередків.

Діапазон значень для функції STDEV повинен відповідати діапазону значень для функції COUNT.

Після цього MS Excel розраховує та виводить значення довірчого інтервалу.

Додаємо значення довірчого інтервалу до розрахункової моделі. Відображаємо на графіку верхню та нижню межу довірчого коридору. Тепер фактичні значення повністю потрапляють в межі довірчого коридору з імовірністю 99%.

Весь асортимент ТОВ «Поліпрінт» поділяється на дві групи: набори наклейок з одним аркушем та набори з двома аркушами. Кількість одиниць найменувань у групі – 10 шт. та 9 шт. відповідно.

У кожній групі було розраховано матрицю відстаней між об'єктами за методом Евкліда та проведена кластеризація повним перебором. Товари, що ввійшли до I групи та дані їх помісячної реалізації представлено у таблиці 4.21.

У I групі сформувалося чотири кластери (рис. 4.12). До першого кластера потрапила «Абетка»; до третього – «Коти»; до четвертого – «Квіти», «Ліс», «Місто» та «АВС»; до шостого – «Єдиноріг», «Мадагаскар», «Метелики».

Таблиця 4.21 – Дані помісячної реалізації товарів I групи

Найменування	№ місяця											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
"Квіти"	7	17	12	10	12	23	12	7	17	7	10	13
"Ліс"	8	17	10	13	20	15	22	19	13	17	13	17
"Єдиноріг"	22	24	14	34	26	25	33	15	24	26	24	23
"Абетка"	10	10	10	11	16	21	18	15	15	9	14	12
"Місто"	9	8	21	8	23	14	18	7	21	9	9	13
"Коти"	14	21	21	25	23	30	23	15	18	23	28	20
"Мадагаскар"	18	24	25	25	17	35	25	21	24	29	13	16
"АВС"	9	12	10	13	25	23	14	17	21	15	12	18
"Метелики"	22	26	19	17	24	29	30	19	34	20	28	14

Кластери	"Квіти"	"Ліс"	"Єдиноріг"	"Абетка"	"Місто"	"Коти"	"Мадагаскар"	"АВС"	"Метелики"	Σ
K ₁	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
K ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K ₃	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
K ₄	1	1	0	0	1	0	0	1	0	4
K ₅	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K ₆	0	0	1	0	0	0	1	0	1	3
K ₇	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K ₈	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K ₉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9

Рис. 4.12. Матриця приналежності товарів до кластерів І групи

Товари, що увійшли до II групи та дані їх помісячної реалізації представлено у таблиці 4.22.

Таблиця 4.22 – Дані помісячної реалізації товарів II групи

Найменування	№ місяця											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
"Цифри"	9	9	10	15	24	22	20	15	13	22	16	17
"Жираф"	16	30	22	17	25	26	36	23	14	27	17	21
"Зірки"	10	8	14	7	11	26	11	17	20	28	18	26
"Паротяг"	12	18	15	16	31	26	17	17	26	10	9	17
"Літак"	7	9	5	5	12	19	13	12	12	6	8	5
"Будівництво"	6	14	14	16	16	14	20	16	21	9	11	11
"Риби"	13	12	12	13	15	22	14	12	17	12	12	13
"Сови"	8	14	11	18	22	19	22	11	13	17	10	19
"Цуцики"	10	10	17	12	15	20	15	12	16	23	12	13
"Монстри"	17	12	13	16	19	20	21	13	16	15	13	8

У II групі сформувалося п'ять кластерів (рис. 4.13). До першого кластера потрапили «Сови»; до сьомого – «Літак», «Будівництво», «Цуцики», «Монстри»; до восьмого – «Цифри», «Жираф», «Паротяг»; до дев'ятого – «Зірки»; до десятого – «Риби».

Кластери	"Цифри"	"Жираф"	"Зірки"	"Паротяг"	"Літак"	"Будівництво"	"Риби"	"Сови"	"Цуцики"	"Монстри"	Σ
K ₁	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
K ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K ₄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K ₅	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K ₆	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K ₇	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4
K ₈	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3
K ₉	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
K ₁₀	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Σ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10

Рис. 4.13. Матриця приналежності товарів до кластерів II групи

За допомогою кластеризації повним перебором у кожній групі сформувалися кластери, до яких увійшли схожі за попитом товари. П'ять кластерів включають лише один товар. А інші чотири кластери – від трьох до чотирьох товарів. Також у 9-му кластері II-групи вихідні дані краще описуються лінійним трендом.

Просумувавши дані з реалізації товарів у кожному кластері та додавши їх на графік разом з поліномом другого порядку, ми отримали кращу апроксимацію вихідних даних до поліному другого порядку.



Рис. 4.14. Рівень апроксимації 7-го кластера II-ї групи («Літак», «Будівництво», «Цуцики» та «Монстри»)

Відповідно до описаної методики проводимо прогнозування обсягу товарів. Частка місячного продажу з загальної суми кластера шляхом відношення місячної суми до суми кластера (рис 4.15).

Кластер К ₇												
№ місяця	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
"Літак"	7	9	5	5	12	19	13	12	12	6	8	5
"Будівництво"	6	14	14	16	16	14	20	16	21	9	11	11
"Цуцки"	10	10	17	12	15	20	15	12	16	23	12	13
"Монстри"	17	12	13	16	19	20	21	13	16	15	13	8
Середнє по місяцях	10	11,25	12,25	12,25	15,5	18,25	17,25	13,25	16,25	13,25	11	9,25
Сума по місяцях	40	45	49	49	62	73	69	53	65	53	44	37
Місячна частка	0,0626	0,07042	0,076682	0,07668	0,097026604	0,1142	0,108	0,08294	0,1017214	0,08294	0,06886	0,0579
№ місяця	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Розрахункова модель	9	11	13	15	16	16	16	16	15	14	12	10
Нижня межа	7	10	11	13	14	14	15	14	13	12	11	8
Верхня межа	11	13	15	16	17	18	18	18	17	16	14	12
Довірчий інтервал	1,77325											
Сума кластеру	639											

Рис. 4.15 Розрахунки для сьомого кластера (К7) другої групи

Крапковий графік по місяцях представлено на рис. 4.16. На графіку додається лінія тренду (поліном другого порядку), а також рівняння полінома.

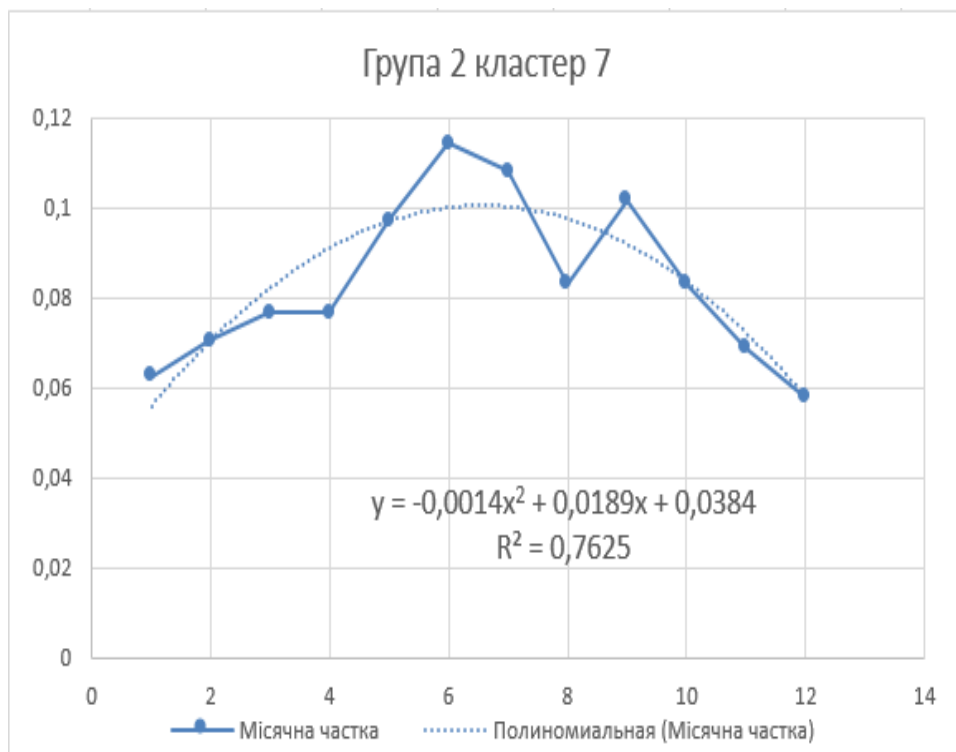


Рис. 4.16. Графік місячних часток та поліном другого порядку 7-го кластера II-ї групи

Побудуємо коридор, в межах якого буде знаходитися прогнозоване значення з певною довірчою імовірністю. Відповідно до описаного алгоритму додаємо значення довірчого інтервалу до розрахункової моделі. Фактичні значення, розрахункова модель та довірчий інтервал для 7-го кластера II-ї групи представлено на рис. 4.17. Фактичні значення повністю потрапляють в межі довірчого коридору з імовірністю 99%.

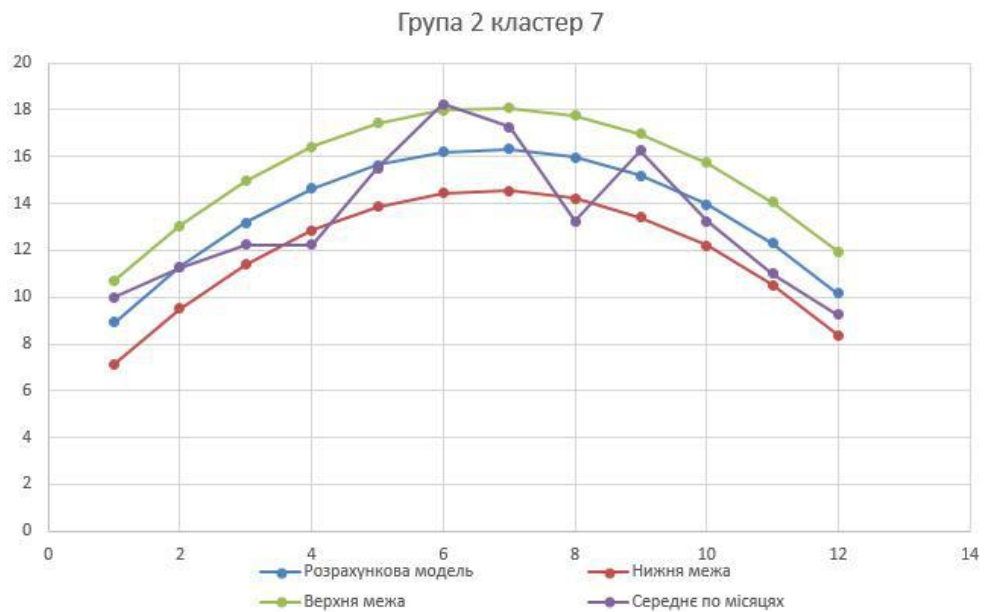


Рис. 4.17. Фактичні значення, розрахункова модель та довірчий інтервал для 7-го кластера II-ї групи

Таким чином, було отримано 9 моделей попиту, що описують 19 найменувань товарів. Товари, що потрапили до одного кластера, мають спільну розрахункову модель прогнозу. Тобто, одна модель може описувати три або чотири товари в одному кластері.

На основі цих моделей в MS Excel була розроблена система прогнозування попиту по місяцях. Треба лише обрати місяць для прогнозу та рівень довірчої імовірності, а система сама побудує розрахункове значення та довірчий інтервал для нього (рис. 4.18).

Рис. 4.18. Прогноз попиту на серпень в MS Excel

Оберіть місяць для прогнозу			Оберіть довірчу імовірність
Липень			99%
Травень			
Червень			
Липень	Нижня межа	Прогнозне значення	Верхня межа
Серпень	14	16	18
Вересень	14	16	18
Жовтень	23	26	29
Листопад	12	15	18
Грудень	14	16	18
Січень	18	21	24
"Абетка"	23	26	29
"Місто"	18	21	24
"Цифри"	23	26	29
"Метелики"	18	21	24
"Жираф"	7	14	21
"Зірки"	18	21	24
"Паротяг"	14	16	17
"Літак"	19	23	27
"Коти"	23	26	29
"Мадагаскар"	14	16	17
"Будівництво"	13	15	18
"Риби"	13	17	21
"Сови"			

На основі прогнозних значень можна контролювати та оптимізувати витрати. Прогноз об'єму реалізації дозволяє сформуванню оптимальні запаси продукції на складах магазинів, та на власному складі – страховий запас.

Для обліку нових економічних тенденцій рекомендується регулярно уточнювати модель на основі моніторингу фактично отриманих обсягів продажів, додаючи їх або замінюючи ними дані статистичної бази, на основі якої будується модель.

На основі розроблених моделей попиту товарів був знайдений оптимальний розмір виробництва продукції. У таблицях порівняна фактична собівартість виробництва за минулий період та прогнозе значення собівартості на майбутній рік.

Розрахунок економічної ефективності проводився у трьох випадках: по верхній межі довірчого інтервалу (найгірший), по розрахунковій моделі (оптимальний) та по нижній межі довірчого інтервалу (найкращий).

У таблиці 4.23 приведений розрахунок економічного ефекту у найгіршому випадку.

Таблиця 4.23 – Економічний ефект (найгірший випадок)

№ місяця	Фактична собівартість, грн	Прогнозне значення собівартості, грн	Абсолютне відхилення, грн	Відносне відхилення, %
1	9436,80	9840,86	-404,06	-4%
2	12244,80	11211,99	1032,81	9%
3	11445,60	12332,44	-886,84	-7%
4	12230,40	13202,22	-971,82	-7%
5	14793,60	13821,32	972,28	7%
6	17196,00	14189,75	3006,25	21%
7	15888,00	14307,51	1580,49	11%
8	11121,60	14174,59	-3052,99	-22%
9	13843,20	13791,00	52,20	0%
10	12684,00	13156,74	-472,74	-4%
11	11604,00	12271,80	-667,80	-5%
12	11529,60	11136,19	393,41	4%
Річна сума	154017,60	153436,41	581,19	0%

З таблиці видно, що у найгіршому випадку ТОВ «Поліпрінт» отримає помісячні збитки у вигляді «неотриманих грошей від продажу» у розмірі від 4% до 22% у цінах собівартості товару. Тобто, у цьому випадку матиме місце дефіцит товару, якщо попит на нього різко збільшиться у порівнянні з минулим

роком. Для запобігання виникнення даної ситуації потрібно постійно додавати нові дані реалізації товарів та корегувати розрахункові моделі прогнозу.

В загальному за рік продукції буде виготовлено та реалізовано на суму, що приблизно дорівнює загальній собівартості продукції за минулий рік. Це найгірший варіант, так як підприємство не збільшить свій об'єм продажів, хоча залишить рівень витрат на рівні минулого року.

У таблиці 4 приведений розрахунок економічного ефекту в оптимальному випадку.

Розрахунок економічної ефективності системи моделей, наведений в таблиці, показав, що при її використанні ТОВ «Поліпрінт» зможе зекономити щомісячно від 7% до 38% на виробництві продукції. В абсолютних значеннях місячна економія складатиме від 800 грн. до 4800 грн. А річна економія коштів складатиме 21866,82 грн., що складає 17% у порівнянні з минулим роком. Тільки восьмого місяця може виникнути дефіцит товару у розмірі 10%. Щоб цього не сталося, потрібно заздалегідь перерахувати модель додавши до неї нові дані реалізації продукції.

Таблиця 4.24 – Економічний ефект (оптимальний випадок)

№ місяця	Фактична собівартість, грн	Прогнозне значення собівартості, грн	Абсолютне відхилення, грн	Відносне відхилення, %
1	9436,80	8067,06	1369,74	17%
2	12244,80	9438,19	2806,61	30%
3	11445,60	10558,64	886,96	8%
4	12230,40	11428,42	801,98	7%
5	14793,60	12047,52	2746,08	23%
6	17196,00	12415,95	4780,05	38%

7	15888,00	12533,71	3354,29	27%
8	11121,60	12400,79	-1279,19	-10%
9	13843,20	12017,20	1826,00	15%
10	12684,00	11382,94	1301,06	11%
11	11604,00	10498,00	1106,00	11%
12	11529,60	9362,39	2167,21	23%
Річна сума	154017,60	132150,78	21866,82	17%

У таблиці 4.25 приведений розрахунок економічного ефекту в найкращому випадку.

Таблиця 4.25 – Економічний ефект (найкращий випадок)

№ місяця	Фактична собівартість, грн	Прогнозне значення собівартості, грн	Абсолютне відхилення, грн	Відносне відхилення, %
1	9436,80	6293,26	3143,54	50%
2	12244,80	7664,38	4580,42	60%
3	11445,60	8784,84	2660,76	30%
4	12230,40	9654,61	2575,79	27%
5	14793,60	10273,72	4519,88	44%
6	17196,00	10642,15	6553,85	62%
7	15888,00	10759,90	5128,10	48%
8	11121,60	10626,99	494,61	5%
9	13843,20	10243,40	3599,80	35%

10	12684,00	9609,13	3074,87	32%
11	11604,00	8724,20	2879,80	33%
12	11529,60	7588,58	3941,02	52%
Річна сума	154017,60	110865,16	43152,44	39%

У найкращому випадку річна економія коштів для ТОВ «Поліпрінт» складе 39% у порівнянні з минулим роком. З одного боку є можливість зекономити значні суми та направити їх на інші більш прибуткові напрями діяльності компанії. З іншого боку, це є і найгіршим варіантом. Тому що попит на товар зменшиться. Це означає, що продукція компанії нецікава для покупців, погана якість товару або з'явився конкурент, який пропонує якісніші наклейки за нижчою ціною. Тому треба постійно аналізувати ринок вінілових наклейок, покращувати якість товарів, розширювати асортимент, знаходити нові канали для продажу наклейок

Розділ 5.

МАКРОЕКОНОМІКА

Макроекономічні показники напряду впливають на економіку конкретних підприємств, тому їх розрахунок та прогнозування є необхідною умовою стабільної роботи економіки.

5.1. Оптимальне коригування ставки податку на галузі для інвесторів у Данії [72]

Диференційовані податкові ставки для галузей можуть бути вигідною стратегією як для економіки Данії, так і для іноземних інвесторів. Беручи до уваги рівень прибутковості галузі, уряд може зменшити або збільшити податкову ставку на інвестиції у певний сектор економіки, прискорюючи або сповільнюючи розвиток галузі і тим самим економічне зростання країни. Також змінені корпоративні ставки на інвестиції можуть стимулювати зростання в певних малорозвинених секторах, надаючи податкові пільги для галузей, які мають вирішальне значення для економічного розвитку, таких як технології або відновлювані джерела енергії для Данії. Це може призвести до створення робочих місць, економічного розширення, та бути привабливими для інвесторів, які прагнуть отримати більший прибуток [73].

Диференційовані податки можуть впливати на дохід у бюджет країни в різних напрямках. Ось кілька шляхів, якими диференційовані податки можуть впливати на дохід у бюджет:

1. Збільшення загального обсягу податкових надходжень: Якщо вводяться диференційовані податки на вищі доходи або на деякі види доходів, такі як прибуток від капіталовкладень, це може збільшити загальний обсяг податкових надходжень у бюджет. Особи з вищими доходами або з прибутками

з капіталовкладень будуть платити більше податків, що збільшить дохід у бюджеті.

2. Зниження нерівності доходів: Диференційовані податки можуть використовуватися для зменшення нерівності у розподілі доходів. Зазвичай, вони передбачають вищі ставки оподаткування для осіб з вищими доходами, що може забезпечити більш рівномірний розподіл податкового навантаження.

3. Стимулювання певних галузей економіки: Диференційовані податки можуть бути використані для стимулювання певних галузей економіки або певних видів діяльності. Наприклад, низькі ставки оподаткування можуть бути застосовані до інноваційних підприємств або екологічно чистих технологій, щоб сприяти їхньому розвитку та прискорити економічний зріст у цих галузях.

4. Зміна поведінки платників податків: Диференційовані податки можуть вплинути на поведінку платників податків. Наприклад, висока ставка податку на споживання може спонукати людей до зменшення свого споживання, що зменшить надходження до бюджету країни.

В якості основного методу була взята розробка щодо визначення рівноважних цін в роздрібній торгівлі [40]. Згідно цією методикою ціни піднімалися на ті товари, що продавалися краще. Ціни на мало затребувані товари, навпаки, знижувалися. Перевірка цієї методики в роздрібній торгівлі довела, що покупці, які купляли товар, що подорожчав, не відмовилися від цих товарів. Натомість, збільшилися продажі мало затребуваних товарів, внаслідок чого, доходи торговців збільшилися.

Адаптація цього принципу для реорганізації системи оподаткування полягала в ідеї, що при збільшенні податку на певну галузь господарства, яка дає найбільший дохід у бюджет, інвестори не відмовляться її інвестувати в подальшому, а зменшення податку на галузь, що дає маленькі відрахування в бюджет країни, навпаки, залучить додаткові інвестиції.

Щоб обмежити можливі зміни ставок податків для різних галузей господарства Данії, було залучено п'ять данських економістів, які висловили свою думку щодо допустимих меж зміни ставок податків.

Розглядалися такі галузі як: сільське, лісове та рибне господарство, добування корисних копалин, виробництво, комунальні послуги, будівництво, торгівля і транспорт, інформація та зв'язок, фінанси та страхування, операції з нерухомим майном та оренда нежитлових будівель, житлові будинки, інші бізнес-послуги, державне управління, освіта та охорона здоров'я, мистецтво, розваги та інші послуги.

Для вирішення поставлених задач було проведено опитування п'яти експертів, щодо граничних меж ($X_{(min)}$, $X_{(max)}$) зміни податку на певні галузі у Данії.

Склад експертної групи:

1. William Nilsson (Master of economics and Tax in organization SkatteInform)
2. Troels Michael Lilja (professor, Department of Law in Copenhagen Business School);
3. Lasse Nørgård Vogelius (Principal Economist, Securities and External Statistic, Financial Statistics in organization Statistic Denmark);
4. Jakob Egholt Søgaard (Assistant Professor, Accounting in University of Copenhagen);
5. Dennis van Liempd (Associate Professor, Accounting in University of Southern Denmark)

Було використано дані для всіх галузей економіки з сайту державного управління статистикою Данії [74] за 2022 рр.

Здійснено перевірку експертних висновків на узгодженість за допомогою коефіцієнта конкордації Кенделла

$$W = \frac{12 \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^d p_{ij} - \frac{d(m+1)}{2}}{d^2(m^3 - m)} \quad (5.1)$$

де d – кількість експертів, m – кількість критеріїв, p_{ij} – ранги. Було розраховано коефіцієнт узгодженості щодо $X_{(min)}$ – мінімальної границі зміни

податку, який дорівнює 0.2. вказуючи про низький рівень узгодженості думок експертів. Коефіцієнт узгодженості для $X_{(max)}$ дорівнює 0,15, вказуючи на низьку узгодженість експертів.

Рівень значущості коефіцієнта Кендалла перевіряють за допомогою критерію Пірсона (хі-квадрат) за методикою [4]. Для цього існує табличне значення критерію за рівнем довірчої ймовірності та кількістю ступенів свободи. Він позначається як X_f^2 :

$$X_f^2 = m(n - 1)W \quad (5.2)$$

Для двох параметрів $X_{(min)}$ та $X_{(max)}$ був розрахований критерій Пірсона, який виявився більше ніж табличне значення $X_f^2 > X_{кр}^2$, тому коефіцієнту конкордації можна довіряти. Цільова функція для розрахунку диференційованих ставок податку для галузей була розрахована за допомогою методики є [40] та має вигляд:

$$\sum_{i=1}^N In_{(i)} * X_{(i)} \rightarrow \max \quad (5.3)$$

де $In_{(i)}$ - дохід в бюджет країни від певної індустрії, i - сектори економіки Данії, $1 \leq i \leq N$; N – кількість секторів економіки, $X_{(i)}$ -розрахована зміна податку на прибуток підприємств для певної галузі. В цільовій функції (5) дохід від галузі повинен прагнути до максимуму. Цільова функція і обмеження були розраховані за допомогою Solver електронних таблиць Excel.

$$\sum_{i=1}^N X_{(i)} = 0 \quad (5.4)$$

А сума зміни податків за кожною галуззю повинна дорівнювати 0. Подана система коригування не дозволяє бути економіці в дисбалансі через пониження ставок податку для всіх галузей, а дозволяє понизити ставку податку для галузей, які це потребують, та мають дефіцит фінансування з боку держави, та підняти ставку для тих секторів, які мають достатньо підтримки з боку держави і

інвесторів. Для розрахунку корпоративного податку на галузі було використано таку формулу:

$$T \sum_{i=1}^N In_{(i)} * (1 + X_{(i)}) = T \sum_{i=1}^N In_{(i)} + T \sum_{i=1}^N In_{(i)} * X_{(i)} \quad (5.5)$$

де $In_{(i)}$ – дохід в бюджет країни від певної індустрії, i – сектори економіки Данії, $X_{(i)}$ – розрахована зміна податку на прибуток підприємств для певної галузі, T – існуюча ставка податку на корпоративний прибуток, $T_{(i)}$ – розрахована ставка податку на прибуток підприємств для певної галузі.

Після розрахунку маємо такий результат розрахованих ставок на корпоративний прибуток для галузей:

Оптимальний розрахунок ставок корпоративних податків для кожної галузі у Данії було виконано за даними 2022 р., показав такі результати: Сільське, лісове та рибне господарство 20,96%, Добування корисних копалин 20,92%, Виробництво 22,2%, Комунальні послуги 22,44%, Будівництво 21,93%, Торгівля та транспорт 22,25%, Інформація та зв'язок 22,62%, Фінанси та страхування 22,93%, Операції з нерухомим майном та оренда нежитлових будівель 22,13%, Житлові будинки 22,11%, Інші бізнес-послуги 22,25%, Державне управління, освіта та охорона здоров'я 21,01%, Мистецтво, розваги та інші послуги 22,25% .

Беручи до уваги, що зараз корпоративний податок на прибуток у Данії становить 22% та він не відрізняється для інвесторів і резидентів країни, було розраховано диференційований податок на корпоративний прибуток для іноземних інвесторів, враховуючи висновки експертів, щодо зміни податку, рівень прибутку від галузі у державний бюджет та прогноз уряду щодо критичних секторів економіки у Данії за 2022 рік [75].

Розроблена методика показала, що визначено критерій узгодженості висновків експертів, який показав, що думки не сильно узгоджені, але є статистично достовірними і можуть бути використані для подальших

розрахунків. Було розраховано диференційований податок на прибуток для інвесторів. Найбільш критичні сектори економіки, які потребують фінансування для Данії це: сільське, лісове та рибне господарство, добування корисних копалин, державне управління, освіта та охорона здоров'я, тому для цих секторів був встановлений понижений податок. Для інших секторів економіки корпоративний податок був збільшений.

5.2. Економіко-математичний аналіз впливу іноземного інвестування в Україну на розвиток економіки [77]

Важливим для економіки України є питання прямого іноземного інвестування. В останні роки було проведено багато емпіричних досліджень прямих іноземних інвестицій у різних аспектах. Але важливим залишається питання дослідження впливу іноземного інвестування шляхом математичного та статистичного аналізу для відображення зв'язків з розвитком економіки України.

Моделювання є важливим інструментом наукової абстракції, саме тому застосуванням математичного моделювання та прийняття рішень в економіці займалися безліч науковців, зокрема В.В. Вітлінський [1], В.М. Вовк [2], ЕСА. Малиш [3], І.М. Пістунов [4]. Дослідженням економіко-математичних моделей в іноземному інвестуванні займалися Г.СЗ. Харламова [5], Т.В. Понедільчук [6].

На сьогоднішній день, незважаючи на значні наукові доробки в даному питанні, аспект створення та дослідження економіко-математичних моделей іноземного інвестування, які адекватно описують дійсність, відображають суттєві сторони та зв'язки цього процесу та залучення нових іноземних інвестицій залишається актуальною проблемою і потребує подальшого моніторингу.

У зв'язку з цим необхідно дослідити вплив прямих іноземних інвестицій на економічне зростання, а саме інвестицій в основний капітал в економіку

України, зробити прогноз економічного зростання за умови залучення іноземного інвестування в нашу країну в сучасних умовах, розробити рекомендації для аналізу та управління системою іноземного інвестування в Україні

На сьогоднішній день важливим аспектом ефективного функціонування економіки та стійкого економічного зростання країни є надходження прямих іноземних інвестицій. Іноземні інвестиції відіграють важливу роль в будь-якій економіці, українська економіка також не є винятком. Прямі іноземні інвестиції – найбільш затребувана форма капіталовкладень для економік, що розвиваються, оскільки вона дозволяє реалізувати безліч великих проектів, створення робочих місць. Крім того, залучення іноземних інвестицій приносить в Україну нові технології, нові практики управління, нові системи маркетингу.

Для економіки України надходження прямих іноземних інвестицій також є важливим аспектом функціонування. Проаналізуємо обсяги надходження іноземного інвестування в економіку країни. Результати представлена на рис. 5.1.

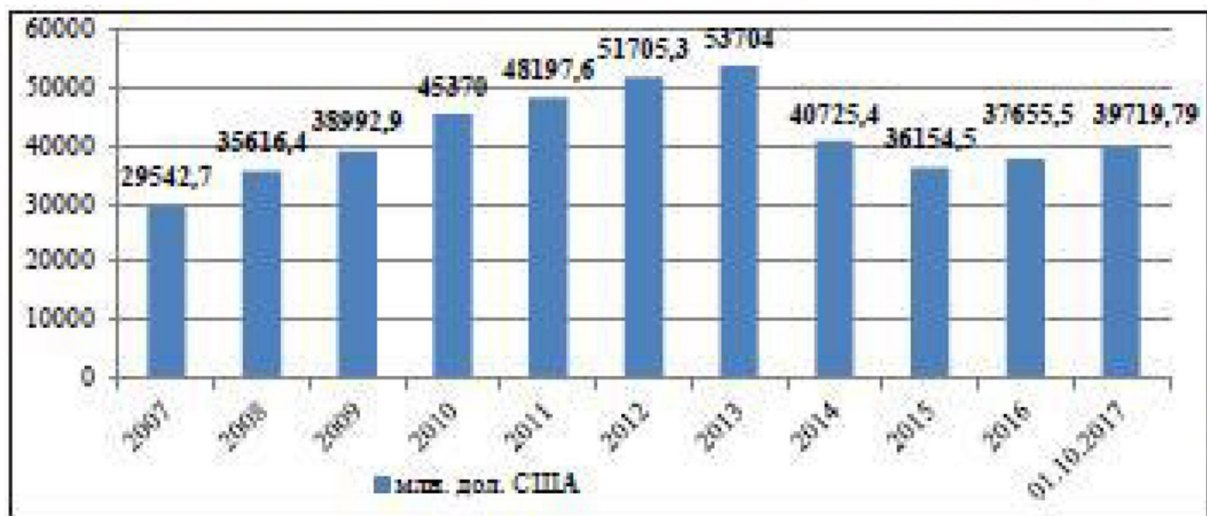


Рис. 5.1 Обсяги прямих іноземних інвестицій (2014-2017 рр)

Як свідчить рис. 5.1 в останні роки об'єми прямого іноземного інвестування значно зменшилися. Так, у 2014 та 2015 маємо від'ємний приріст інвестування –(12978.6 млн. дол. США та -4570,9 млн дол. США відповідно). Це

пов'язано с великою кількістю факторів, які впливають на залучення інвестицій, а саме високий рівень інвестиційних ризиків, політична та економічна невизначеність, військовий конфлікт на теренах держави, рекордні рівні інфляції, корупція, несприятливий інвестиційний позиції у відомих світових рейтингах. Попри деяке покращення у 2016 році та позитивний приріст у 1501 млн. дол США. але все ж таж не було досягнуто до кризового рівня інвестицій.

Однією з важливих складових іноземних інвестицій є капітальні інвестиції.

Згідно Закону України «Про інвестиційну діяльність» інвестиції, що спрямовуються на створення (придбання), реконструкцію, технічне переоснащення основних засобів, очікуваний строк корисної експлуатації яких перевищує один рік, здійснюються у формі капітальних вкладень.

Капітальні вкладення визначають розвиток матеріально-технічної бази держави; вони необхідні для збільшення виробничих потужностей промисловості, сільського господарства та інших видів діяльності, прискорення темпів науково-технічного прогресу.

Саме тому, кожне підприємства повинно вдосконалювати свої послуги, товари, для того, щоб завжди залишатися привабливим та конкурентоспроможним. В свою чергу вдосконалення не можливе без відповідних сучасних основних фондів.

Аналізуючи дані в таблиці 5.1, можна сказати, що на сьогоднішній день знос основних фондів перевищує що є значним недоліком. Фізичний і моральний знос основних фондів значна гальмує ефективність роботи підприємства та економічний розвиток. Сучасний світ вимагає якісні товари та послуги, які відповідають вимогам часу.

Капітальні вкладення, будучи основою розвитку матеріально-технічної бази суб'єктів господарювання, служать фактором посилення їх незалежності в умовах ринку, а держави – зміцненню обороноздатності.

Аналізуючи дані, які подані в таблиці 5.1, можна сказати, що на сьогоднішній день знос основних фондів перевищує 50%, що є значним недоліком. Фізичний і моральний знос ОФ значно гальмує роботу підприємства

та економічний розвиток. Сучасний світ вимагає якісні товари і послуги. Саме тому кожне підприємство повинно вдосконалювати свою продукцію, а без сучасних основних фондів це неможливо. Стимулювати розвиток тільки за рахунок власних коштів не завжди виходить. Саме в цьому випадку і виникає потреба у залученні додаткових коштів у вигляді капітальних інвестицій.

Таблиця 5.1 – Інвестиції, що надходили в країну за останні 17 років

	У фактичних цінах на кінець року, млн. грн.		Ступінь зносу, у %
	первісна (переоцінена) вартість	залишкова вартість	
2000	828822	466448	43,7
2001	915477	503278	45,0
2002	964814	512236	47,2
2003	1026163	538837	48,0
2004	1141069	587463	49,3
2005	1276201	661565	49,0
2006	1568890	774503	51,5
2007	2047364	993346	52,6
2008	3149627	1261178	61,2
2009	3903714	1597416	60,0
2010	6648861	1731296	74,9
2011 ¹	7396952	1780059	75,9
2012 ¹	9148017	2135987	76,7
2013 ¹	10401324	2366962	77,3
2014 ¹	13752117	2274922	83,5
2015 ^{1,1}	7641357	3047839	60,1
2016 ¹	8177408	3428908	58,1

Розглянемо обсяги, іноземних капітальних інвестицій, що надходили в Україну останні 17 років. Результати представлені на рис. 5.2. Капітальне інвестування надходило з країну нерівномірно. В останні роки спостерігаємо помірне поживлення інвестицій, так у 2016 році з України надійшло 8185,4 млн грн, а у 2016 році 9831,4 млн. грн, порівняно з 4271,3 млн. грн та 5639,8 млн. грн у 2013 та 2014 роках.

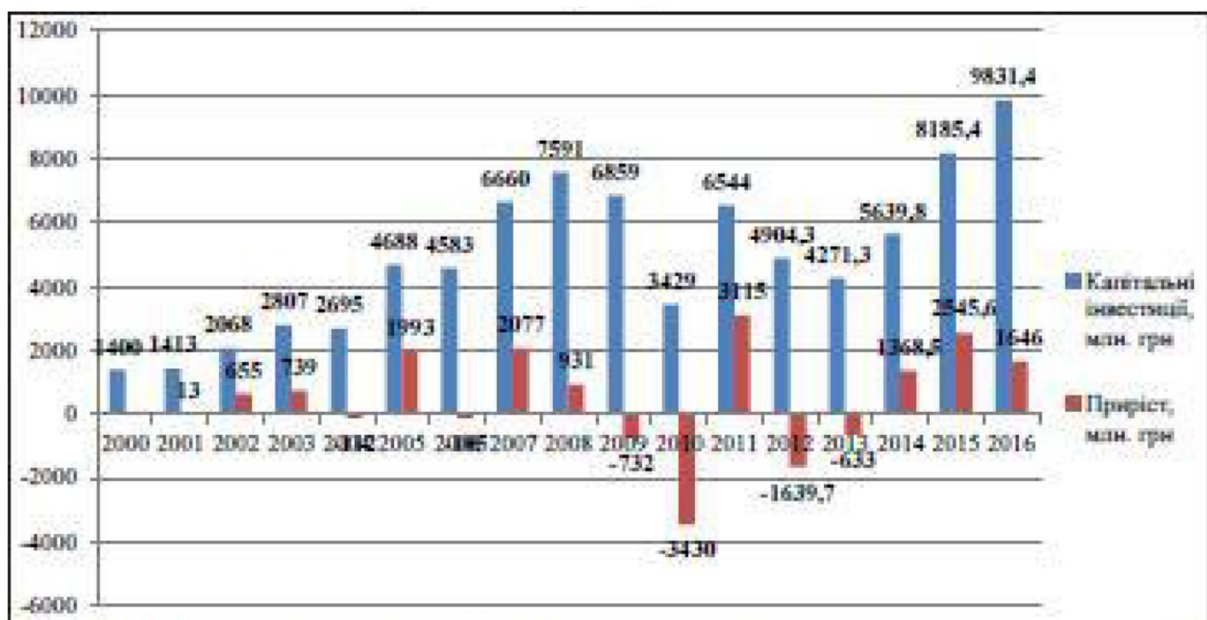


Рис. 5.2. Обсяги капітальних інвестицій за 2014-2017 роки

У розрізі видів економічної діяльності спостерігається активізація інвестиційної діяльності у сільському господарстві. Капітальні інвестиції зросли на 42.1% до I півріччя 2016 р.

Понад 30% капітальних інвестицій освоєно промисловими підприємствами, це на 29[^] більше аніж у відповідному періоді 2016 р. У переробній промисловості найбільша частка інвестицій припадає на виробництво харчової продукції (4,09%) та металургійне виробництво (4%).

Найбільший обсяг капітальних інвестицій був освоєний, підприємствами Києва, Дніпропетровської та Київської області. Саме в цих областях сконцентровані підприємства переробної та видобувної промисловості.

Таким чином, капітальні інвестиції є важливою ланкою економічного розвитку і. позитивна тенденція інвестиційної діяльності підприємств є базою подальшого сталого економічного зростання. І хоча на даний момент питома вага капітальних інвестицій іноземного походження є не дуже великою у порівнянні з іншими джерелами надходження інвестицій, вона є важливою частиною, потребує уваги та в:трішення нагальних проблем.

Проаналізуємо вплив капітальних іноземних інвестицій на економічне

зростання, а саме на обсяги ВВП. Валовий внутрішній продукт є основним показником, на основі якого визначаються рівень і темпи економічного розвитку країни. Зростання БВТТ супроводжується збільшенням чисельності зайнятих і підвищенням рівня життя, що виражається в зростанні споживання товарів і послуг. Зростання ВВП визначається інвестиціями. Їх часткою в ВВП і перевищенням загального обсягу інвестицій над величиною капіталу, спожитого в процесі виробництва.

ВВП є головним індикатором національної економіки. Значний вплив ВВП надає на фондові індекси і грошово-кредитну політику центрального Банку і уряду. На зміни ВВП впливають багато економічних чинників. Провідним серед них є саме інвестиції.

Економічна кейнсіанська теорія говорить про існування ефекту мультиплікатора інвестицій. Зміст даного явища полягає в тому, що навіть незначний інвестиційний підйом здатний забезпечити істотне збільшення валового внутрішнього продукту.

У кейнсіанській моделі головна роль відводиться інвестуванню нового капіталу для нарощування виробничих потужностей. Збільшення інвестицій викликає мультиплікаційний ефект зростання обсягу виробництва, чистого внутрішнього продукту.

$$M_i = \Delta Y / \Delta I_a, \quad (5.6)$$

де M_i - мультиплікатор інвестицій; ΔY — приріст реального доходу; ΔI_a - приріст інвестицій.

Сама формула (5.2) вказує лінійний зв'язок поміж інвестиціями та реальним доходом, причому, мається на увазі, що параметр M_i більше одиниці.

Провідна роль інвестицій у розвитку економіки також визначається тим, що завдяки їм здійснюється накопичення капіталу підприємств, а отже, створення бази для розширення виробничих можливостей країни та економічного зростання. Згідно зі світовою статистикою і прогнозами експертів МВФ середньосвітове відношення валового накопичення (інвестицій) до ВВП з

останні два десятиліття перебувала на рівні 2ї-24%. У розвинених країнах цей показник був нижче - близько 20% [76]. Тим часом саме зміни цієї складової ВВП викликають основи: макро- економічні зрушення. У зв'язку з цим вельми важливо виявити вплив інвестиційних процесів на національний дохід.

Для встановлення зв'язку і подальшого аналізу скористаймося такими даними: обсягами валового внутрішнього продукту у реальних цінах та обсягами іноземних інвестицій в основний капітал у період з 2000 по 2016 рік включно.

Дані представлені у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – дані для побудови рівняння регресії та визначення зв'язку між змінними

Рік	ВВП або економічний розвиток (млн. грн.)	Капітальні іноземні інвестиції (млн. грн.)	Приріст КІ з порівняннї з попереднім роком
2000	176128	1400	
2001	211175	1413	0,93%
2002	234138	2068	46,36%
2003	277355	2807	35,74%
2004	357544	2695	-3,99%
2005	457325	4688	73,95%
2006	565018	4583	-2,24%
2007	751106	6660	45,32%
2008	990819	7591	13,98%
2009	947042	6859	-9,64%
2010	1120585	3429	-50,01%
2011	1349178	6544	90,84%
2012	1459096	4904,3	-25,06%
2013	1522657	4271,3	-12,91%
2014	1586915	5639,8	32,04%
2015	1988544	8185,4	45,14%
2016	2385367	9831,4	20,11%

Скористаємося допоміжним засобом для аналізу вибірових даних- побудуємо кореляційне поле для визначення виду рівняння регресії Розташу-

вання точок дозволяє зробити попередній висновок про характер і форми залежності. За залежну змінну візьмемо обсяги ВВП, за незалежну - обсяг капітальних іноземних інвестицій (КП).

Результати представлені на рис. 5.3. Аналізуючи отримане кореляційне поле робимо висновок, що лінійне однофакторне рівняння регресії, що відбиває залежність результативної ознаки (y) від факторної ознаки (x) у середньому.

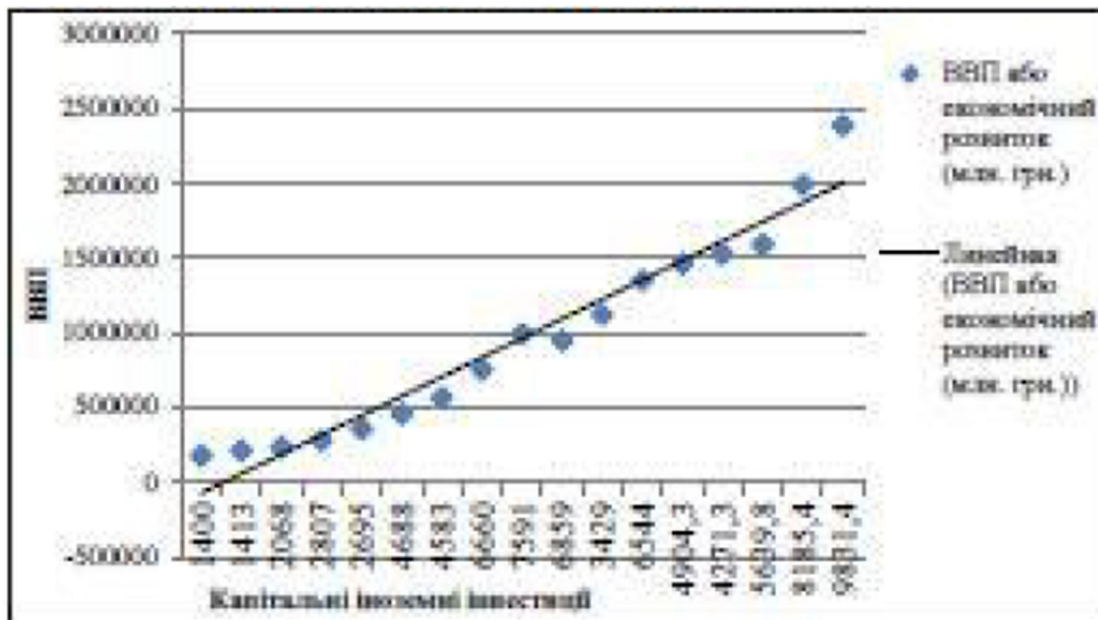


Рис. 5.3. Кореляційне поле залежності ВВП від іноземних інвестицій

Проведемо необхідні розрахунки за допомогою надбудови «Пакет аналізу» MS Excel 2007. отримаємо шукане рівняння регресії у вигляді

$$ВВП = 216,81 КП - 102316,22. \quad (5.6)$$

Отримане рівняння дозволяє зробити висновок про наявність прямого зв'язу між ростом ВВП та об'ємом прямих іноземних інвестицій у основний капітал, які були залучені в економіку України у період з 2009 по 2016 рік включно.

Коефіцієнт регресії, що у нашому дорівнює 216,81 є сумою в гривні, на яку збільшиться (за припущенням) ВВП країни при збільшенні на одну гривню іноземних інвестицій у основний капітал. Фактично це і є мультиплікативний

множник, аналогічний параметру M_i в кейнсіанській моделі. Тобто., при отриманні капітальних інвестицій в одну гривню, валовий внутрішній продукт зростає на 216.8 гривень.

Проведемо регресійний та дисперсійний аналіз отриманого рівняння. В результаті маємо наступні статистичні характеристики моделі.

Коефіцієнт кореляції, який використовують для вимірювання щільності зв'язку між результативними і факторними ознаками у нашому випадку дорівнює 0,79. Це означає, що зв'язок між досліджуваними показниками сильний. Отже, наявний тісний зв'язок між обсягами капітальних іноземних інвестицій та економічним зростанням країни.

Нормований коефіцієнт детермінації дорівнює 62,73% що свідчить про те, що зміна ЕВТТ в Україні на 62,73% обумовлена змінами об'єму залучених іноземних інвестицій в основний капітал і на 32.17% факторами, що не враховані в моделі, адже на економічне зростання країни впливають ще безліч факторів.

Обчислимо також коефіцієнти надійності коефіцієнту кореляції (значення статистики Стюдента за допомогою функції СТЬЮДРАСПОБР у MS Excel 2009.. Для цього спочатку розрахуємо табличне (критичне) значення критерію Стюдента і порівняємо його з розрахованим за формулою. В результаті отримали $t_{табл} = 2,1314$. Розраховане значення коефіцієнту для кореляції становить 5,072, що більше ніж табличне значення. Отже значення не випадково відрізняється від нуля і сформувалися під впливом систематично діючого фактору *КІІ*.

Перевірка адекватності отриманої моделі за допомогою критерій Фішера дала наступний результат.

Розрахункове значення статистики Фішера для лінійного рівняння 25,74 більше табличного 4.54 тобто H_0 -гіпотеза про випадкову природу оцінюваних характеристик відхиляється і визнається їх статистична значимість та надійність і лінійне рівняння регресії адекватно описує залежність ВВП від КІІ.

Таким чином, на базі проведеного аналізу залежності економічного зростання країни від обсягів залучення капітальних іноземних інвестицій. можна

зробити висновок, що залежність між цими змінними дійсно існує та зв'язок є сильним. Розміри ВВП та обсяг:: інвестицій у період з 2000 по 2016 роки пов'язані прямою лінійною кореляційною залежністю, яка описана рівнянням (5.6). Отримана модель є адекватною. про що свідчать розраховані значення t-статистик та F-критерія.

Зробимо припущення, що обсяги іноземних капітальних інвестицій упродовж наступних років будуть зростати на 13,78%, як середній рівень зростання за весь період, що досліджувався. На основі цього припущення та отриманого лінійного рівняння зробимо прогноз зміни валового внутрішнього продукту.

Прогноз показника визначимо підстановкою у здобуте регресійне рівняння прогнозних значень фактору. Результатом є точкова оцінка середнього значення показника при даних рівнях факторів.

Прогноз розрахуємо за допомогою рівняння (5.6) та перевіримо функцією ТЕНДЕНЦІЯ у М3 Excel 2010.

Результати прогнозування представлені у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Прогнозування ВВП на основі лінійного тренду

Рік	Прогнозований ВВП (млн. грн.)	Припущені обсяги капітальних іноземних інвестицій (млн. дол. США)
2017	2427930,557	11669,8718
2018	2901086,705	13852,13783
2019	3462723,052	16442,4876
2020	4129385,397	19517,23278
2021	4920713,599	23166,95531

Проаналізуємо отримані результати. Прогнозований ВВП у її її році склав 2427930.557 грн. грн, що на 1,78% більше ніж у минулому році. З 2018 року прогнозний обсяг валового внутрішнього продукту буде зростати кожен рік у середньому на 11,3%, що є дуже хорошим результатом, враховуючи те, що

збільшуватися буде тільки один фактор, що впливає на ВВП та. використаний у нашій моделі - капітальні інвестиції.

Таким чином, за допомогою побудови економіко-математичної моделі ми визначили, що існує стійкий зв'язок між обсягами валового внутрішнього продукту та обсягами капітальних інвестицій, які надходять від іноземних інвесторів. Збільшення об'ємів залучених інвестицій може значно вплинути на економічне зростання країни. Саме тому залучення нових іноземних інвестицій в основний капітал є важливим аспектом розвитку національної економіки та одним з основних завдань політичного керівництва країни.

Для подолання проблем, які існують у сфері іноземного інвестування потрібно займатися покращенням інвестиційного клімату країни, створенням ефективної законодавчої бази, яка стане гарантом безпеки для іноземних інвесторів, ліквідація адміністративного та економічного тиск на бізнес. Подолання економічної та політичної невизначеності, боротьба з корупцією також є важливими чинниками, які впливають на обсяги інвестицій, що надходять в країну.

В Україні був розпочатий процес покращення правової бази для інвесторів. але він потребує більш комплексного підходу. З метою пошуку дієвих механізмів залучення іноземних інвестицій в Україну Урядом держави на регулярній основі проводяться бізнес-форуми за участю потенційних іноземних інвесторів. Зазначені заходи покликані сприяти покращенню інвестиційного іміджу України та збільшенню обсягів залучення іноземних інвестицій та капітальних інвестицій в економіку' держави.

Комплексне та послідовне подолання названих проблем може стати запорукою покращення інвестиційного клімату країни, залучення нових інвестицій. Економічна політика державі: повинна бути спрямована на побудову нової інвестиційно орієнтованої моделі економічного зростання. яка у майбутньому забезпечить сталий розвиток країни та благополуччя громадян.

5.3. Динамічна модель Леонт'єва, як засіб прогнозування розвитку економіки України [78]

Розвиток економіки України йде в умовах суперечливих тенденцій позбавлення наслідків тоталітарного минулого з жорсткою плановою економікою, яка не враховувала швидких змін у попиті та виробництві, та намаганням стати країною з реальною ринковою економікою. Тому дуже важливим є можливість прогнозування перспектив економічного прогресу України.

Прогнозування, як наукова дисципліна, має значну кількість послідовників і дослідників. Основним методом для прогнозування часових рядів, якими і є статистичні показники економіки, є використання попередніх значень самих показників (авторегресійні моделі) та поточного часу, яким у таких моделях виступають квартали та роки [79].

Однією з найефективніших моделей, яка на наш погляд найбільше відповідає сучасним реаліям економіки України, є динамічна модель Леонт'єва [80] з трьома видами виробничої діяльності: виробництво знарядь праці (галузь 1 – x_1), виробництво предметів праці (галузь 2 – x_2), виробництво предметів споживання (галузь 3 – x_3)

$$\begin{cases} x_1(t) = a_{11}x_1(t) + a_{12}x_2(t) + a_{13}x_3(t) + b_{11} \frac{dx_1}{dt} + b_{12} \frac{dx_2}{dt} + b_{13} \frac{dx_3}{dt} \\ x_2(t) = a_{21}x_1(t) + a_{22}x_2(t) + a_{23}x_3(t) \\ x_3(t) = c(t) \end{cases}, \quad (5.7)$$

де a та b – коефіцієнти моделі, t – час.

Для вирішення поставлених задач було використано дані для всіх галузей економіки з сайту Державного управління статистики України [81] за 2010 – 2020 роки поквартально.

Проведено угруповання даних згідно методики [82] задля виконання вимог моделі, шляхом складання показників галузей виробництва, які входять у відповідний вид виробничої діяльності:

Галузь X_1 виробництво знарядь праці: сільське та лісне господарство; добувна промисловість; постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря.

Галузь X_2 виробництво предметів праці: переробна промисловість; будівництво; водопостачання; каналізація, поводження з відходами.

Галузь X_3 виробництво предметів споживання: торгівля та ремонт; транспорт та зв'язок; освіта; фінансова діяльність; операції з нерухомістю, послуги підприємцям; державне управління; інші види економічної діяльності; податки та продукти мінус оплата послуг фін посередників; охорона здоров'я та надання соціальної допомоги.

Всі дані було зібрано за кварталними даними у таблицю Excel, час t позначався як РРРРКК, де Р – номер року, а КК – номер кварталу. Наприклад, для 3 кварталу 2011 року $t = 201103$.

Модель виробництва предметів споживання, згідно [79], рекомендується описувати експоненційною залежністю. Розрахунок коефіцієнтів було зроблено методом регресійного аналізу програмою Excel, додатком Regression. Було отримано залежність

$$X_3 = 9,791 \cdot 10^{-2} e^{-,001480489918691t}. \quad (5.8)$$

На рис.5.4 показано графік та лінію апроксимації для галузі X_3 . На цьому графіку також видно щоквартальні сезонні коливання.

Для врахування цих коливань була знайдена різниця між кривою апроксимації (5.8) та значеннями X_3 . Оскільки ми маємо періодичні коливання, то їх апроксимацію варто проводити за методикою [83], яка дозволяє знайти коефіцієнти трансцендентних моделей через функцію Solver електронних таблиць Excel. Для знаходження частоти та амплітуди синусоїд було використано програмний комплекс Statistika. Амплітудно-частотна характеристика різниць

(рис.2) показала дві найбільших складових з частотою 0,25 та 0,5. Отже модель різниць має містити суму двох синусоїд.



Рис.5.4.Опис X_3 експонентою

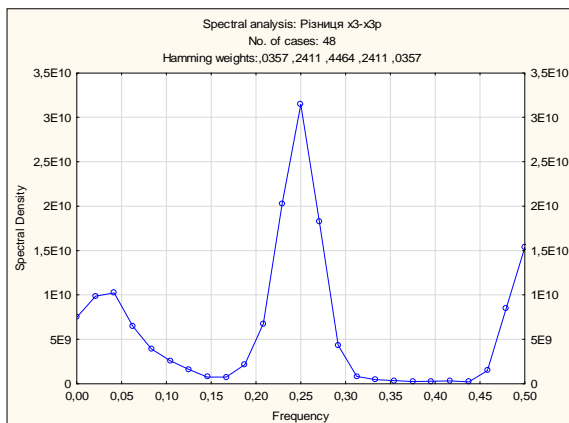


Рис. 5.5. Амплітудно частотна характеристика різниць

Тоді, з урахуванням (5.8), залежність виробництва предметів споживання від часу прийняла вигляд

$$X_3 = 9,7910^{-2} \cdot e^{0,00148048991869171t} + 10^5 \cdot (1 - e^{-0,05t}) \cdot \sin 0,5 \cdot t + 3 \cdot 10^5 \cdot e^{-0,01t} \sin 0,25t + 5000 \quad (5,9)$$

Для знайдення коефіцієнтів першого та другого рівнянь з (5,6) було використано додаток Regression електронних таблиць Excel. Похідні першого порядку в розрахунковій таблиці було замінено різницями виду $dX/dt = X_t - X_{t-1}$. Такий підхід вимагає використання в якості аргументів шуканих залежностей попередні значення цих же даних.

В результаті було отримано наступні залежності:

– Для галузі виробництво знарядь праці X_1 :

$$X_1 = 1,18342285744979 \cdot x_1 - 2,3270297036464 \cdot x_2 + 0,377867916078636 \cdot x_3 + 1,26335422821506 \cdot \frac{dx_1}{dt} - 5343,45276621494 \cdot \frac{dx_2}{dt} + 2056,11583063847 \cdot \frac{dx_3}{dt} \quad (5.10)$$

– Для галузі виробництво предметів праці X_2 :

$$X_2 = 0,0466278483524375 \cdot x_1 - 0,375989446763958 \cdot x_2 + 0,283484801766206 \cdot x_3 \quad (5.11)$$

Якщо підставити тепер формули з (5.10) та (5.11) у (5.7), згідно [80], ми маємо отримати вираження виду

$$\dot{x}_1(t) = \tilde{a} \cdot x_1(t) + \tilde{b} \frac{dx_1}{dt} + \tilde{g}_1 \cdot c(t) + \tilde{g}_2 \cdot \frac{dc}{dt},$$

для якого коефіцієнти знаходяться як перетворення коефіцієнтів з (5.8)

$$\tilde{a} = a_{11} + \frac{a_{12}a_{21}}{1 - a_{22}}, \quad \tilde{b} = b_{11} + \frac{b_{12}a_{21}}{1 - a_{22}},$$

$$\tilde{g}_1 = a_{13} + \frac{a_{12}a_{23}}{1 - a_{22}}, \quad \tilde{g}_2 = b_{13} + \frac{b_{12}a_{23}}{1 - a_{22}}.$$

В результаті ми отримаємо задачу Коші, яка була вирішена методом розкладення похідної на частини dx та dt . Для знайдення константи інтегрування C_0 використано значення X_1 для першого кварталу 2010 року.

Результат перетворень подано

$$x_1 = 4,161^{-120} \cdot e^{0,0015} + 22,2 \cdot 10^5 \cdot \left(\frac{1 - e^{-0,05 + 1}}{-0,05t + 1} \right) \cdot (-0,5) + 66,6 \cdot 10^5 \cdot \left(\frac{1 - e^{-0,01 + 1}}{-0,01t + 1} \right) \cdot (-0,25) + \quad (5.12)$$

$$+ 1,8 \cdot 10^9 \cdot \left(\frac{1 - e^{-0,05 + 1}}{-0,05t + 1} \right) \cdot (-0,5) + 3/4 \cdot 10^9 \cdot \left(\frac{1 - e^{-0,01 + 1}}{-0,01t + 1} \right) \cdot (-0,25) - 19453,43988x_{1t-1} + 9,4 \cdot 10^8$$

Прогнозування виконувалося на два роки – 2021 та 2022. Дані 2021 використано для визначення середньої похибки прогнозування. Результати прогнозування для всіх трьох галузей показано на рис. 5.6-5.9, де перша точка відповідає 1 кварталу 2021 року, а восьма – 4 кварталу 2022. Середня похибка прогнозування склала для X_1 – 9,56%, для X_2 – 17,54%, для X_3 – 14,70%.

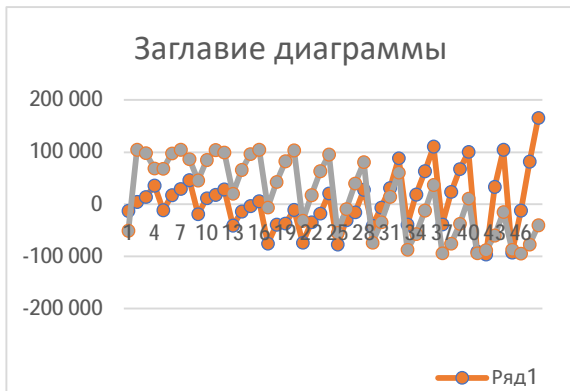


Рис. 5.6. Опис різниць синусоїдою

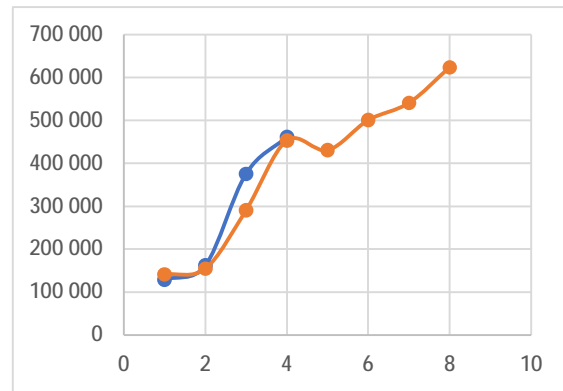


Рис. 5.7. Прогноз для X_1

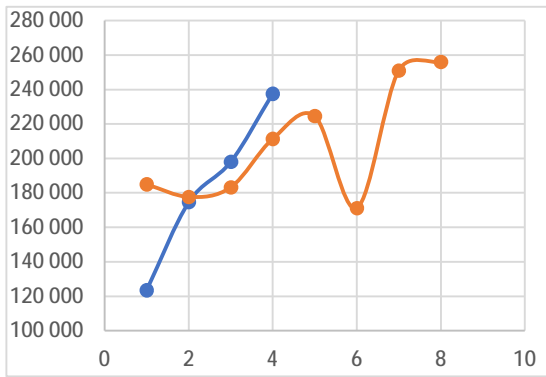


Рис. 5.8. Прогноз для X_2

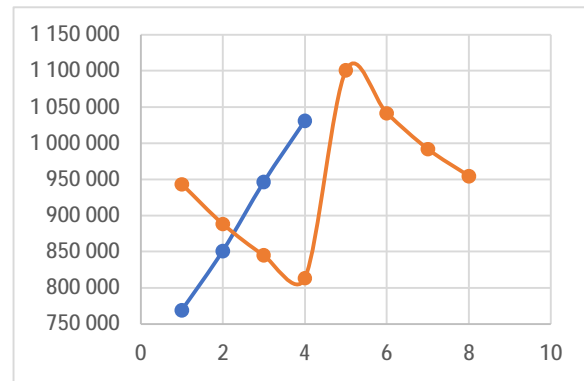


Рис. 5.9. Прогноз для X_3

Аналіз стану економіки України за показником $\lambda = 0,0005700215$ [80], визначає, що технологічний приріст економіки України практично відсутній. Все зростання відбувається за рахунок екстенсивного збільшення випуску продукції.

Коефіцієнт пропорційності зростання продукції [80] $r_0 = 0.23$. Це підтверджує, що розвиток економіки йде екстенсивним шляхом, оскільки для інтенсивного розвитку характерним є умова $0 \leq r_0 < \bar{\lambda}$.

В цілому, прогноз показав, що 2022 рік мав би стати роком чергового зростання економіки України.

5.4. Прогнозування розвитку економіки України за одnoseкторною моделлю Солоу [84]

Прогнозування економіки є важливим інструментом для багатьох суб'єктів економіки, таких як уряди, компанії, інвестори та споживачі. Ось кілька причин, чому прогнозування економіки має велике значення:

1. **Планування бізнесу:** Прогнозування економіки дозволяє компаніям розробляти стратегії та плани на майбутнє. Вони можуть визначити очікувані економічні умови, такі як рівень зростання ВВП, інфляція, процентні ставки тощо, що допомагає вирішити, які продукти або послуги розробляти, де розміщувати підрозділи, як управляти запасами та займатися іншими аспектами діяльності.

2. Прийняття рішень щодо інвестицій: Інвестори використовують прогнози економіки для прийняття рішень про розміщення своїх коштів. Вони оцінюють ризики та можливості в різних секторах економіки та регіонах, а також враховують економічні прогнози для прийняття рішень про купівлю, продаж або утримання активів.

3. Управління фінансами: Організації та домогосподарства використовують економічні прогнози для планування своїх фінансових ресурсів. Вони можуть зрозуміти, як зміниться їхній дохід, витрати та прибуток в майбутньому, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення про бюджетування, інвестування, позичання та інші фінансові операції.

4. Регулювання політики: Уряди використовують прогнози економіки для розробки та реалізації своєї економічної політики. Вони можуть передбачити наслідки своїх дій на рівень зайнятості, інфляцію, експорт, імпорт тощо. Це допомагає урядам приймати рішення про фіскальну політику, монетарну політику, регулювання ринків і інші заходи для підтримки стабільного економічного зростання.

5. Передбачення соціальних наслідків: Прогнозування економіки допомагає аналізувати соціальні наслідки економічних змін. Воно дозволяє оцінити вплив економічного зростання або спаду на рівень зайнятості, дохід населення, бідність, соціальну нерівність та інші показники, що дає змогу розробляти програми соціального захисту та розуміти потреби суспільства.

Ці лише кілька прикладів, як прогнозування економіки використовується в різних сферах. Загалом, це допомагає людям і організаціям зрозуміти тенденції, планувати свої дії та приймати обґрунтовані рішення в умовах невизначеності економічного середовища.

Складні економічні умови, викликані повномасштабною війною, викликають потребу у визначення можливого розвитку економіки України в припущенні, що подібної катастрофи не відбулося б.

В роботі [78] було зроблено прогноз розвитку країни у тих же припущення, з використанням даних за 2010-2021 роки. В якості моделі була обрано динамічна модель Леонтьєва, яка визначає зв'язок трьох основних видів виробничої діяльності:

Галузь X_1 – виробництво знарядь праці: сільське та лісне господарство; добувна промисловість; постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря.

Галузь X_2 – виробництво предметів праці: переробна промисловість; будівництво; водопостачання; каналізація, поводження з відходами.

Галузь X_3 – виробництво предметів споживання: торгівля та ремонт; транспорт та зв'язок; освіта; фінансова діяльність; операції з нерухомістю, послуги підприємцям; державне управління; інші види економічної діяльності; податки та продукти мінус оплата послуг фін посередників; охорона здоров'я та надання соціальної допомоги.

В результаті цього дослідження було виявлено що:

1. 2022 рік мав би стати черговим роком підйому економіки України.
2. Система з трьох рівнянь використана для розрахунку прогнозу на 2021- 2022 роки. Порівняння прогнозу із даними ДержСтату за 2021 рік показало прийнятну точність прогнозування.

4. За коефіцієнтами моделі виробництва знярядь праці a , g_1 , b_1 b_2 визначено коефіцієнти e р нульове та лямбда, які дозволяють оцінити стан економіки країни, який можна охарактеризувати як екстенсивний.

Попри позитивні результати цього прогнозу, потрібно зазначити, що динамічна модель Леонтьєва не враховує специфічні для України фактори постійного зменшення чисельності населення та великий рівень зношеності основних фондів, які виробники не спішать виводити з виробництва.

Врахування таких факторів можливе, якщо скористатися односекторною моделлю Солоу [49].

Односекторна модель Солоу є корисним інструментом для прогнозування розвитку економіки країни з кількох причин:

1. Спрощена структура: Модель Солоу зосереджується на важливих макроекономічних змінних, таких як капіталовкладення, праця та технологічний прогрес. Вона не враховує складні міжзалежності і деталізацію різних секторів економіки. Це дозволяє швидше і простіше прогнозувати основні тенденції та вплив ключових факторів на економічне зростання.

2. Аналітичні засоби: Односекторна модель Солоу використовує математичні рівняння для виявлення зв'язків між капіталовкладеннями, працею, технологічним прогресом та виробництвом. Це дозволяє розрахувати показники, такі як потенційний вихід та ставки зростання, що допомагають у прогнозуванні майбутнього розвитку економіки.

3. Політика управління: Модель Солоу може бути використана для оцінки впливу різних економічних політик на зростання та виробництво. Шляхом введення різних сценаріїв у модель можна оцінити, як зміни у капіталовкладеннях, технологічному прогресі або робочій силі впливають на прогнозовані показники економіки. Це допомагає урядам та економістам визначити оптимальні стратегії політики для досягнення бажаних економічних результатів.

Модель Солоу є односекторною моделлю економічного розвитку. У цій моделі економічна система розглядається як єдине ціле, виробляючи лише один узагальнений продукт, котрий може і споживатись, і інвестуватись. Модель досить адекватно відображає найважливіші макроекономічні аспекти процесу відтворення. Експорт та імпорт у явному вигляді не враховуються [49].

Стан економіки в моделі Солоу задається п'ятьма *ендогенними* змінними:

X – валовий суспільний продукт (ВСП), C – фонд невиробничого споживання,
 I – інвестиції, L – кількість зайнятих, K – виробничі фонди.

Окрім цього, в моделі фігурують такі *екзогенні* показники:

ν – річний темп приросту чисельності зайнятих, μ – частка вибулих протягом року основних виробничих фондів, a – коефіцієнт прямих витрат (частка проміжного продукту у ВВП), ρ – норма накопичення (частка валових інвестицій у ВВП).

В моделі припускається, що ендогенні змінні змінюються з часом. Екзогенні змінні вважаються постійними. Вважається, що норма накопичення є керуючим параметром. Час t є неперервним і вимірюється в роках. Робиться припущення, що річний випуск у кожен момент часу визначається лінійно-однорідною неокласичною виробничою функцією від двох змінних (ресурсів) K та L :

$$X = F(K, L).$$

Зношеність фондів та інвестиції з розрахунку на рік дорівнюють μK та I відповідно.

Оскільки проміжний продукт становить aX , то валовий внутрішній продукт дорівнює $(1-a)X$, інвестиції становлять $I = \rho(1-a)X$, а фонд споживання – $C = (1-\rho)(1-a)X$.

Отримаємо таку модель Солоу з абсолютними показниками:

$$L = L_0 e^{\nu t}, \quad \frac{dK}{dt} = -\mu K + \rho(1-a)X, \quad K(0) = K_0, \quad (5.13)$$

$$X = F(K, L), \quad I = \rho(1-a)X, \quad C = (1-\rho)(1-a)X.$$

Для зменшення кількості параметрів у моделі, автор вводить такі відносні показники: k

$= \frac{K}{L}$ – фондоозброєність; $x = \frac{X}{L}$ – народногосподарська продуктивність праці; $i = \frac{I}{L}$ –

питомі інвестиції (на одного зайнятого); $c = \frac{C}{L}$ – середньодушове споживання (на одного зайнятого).

Тоді модель Солоу набуває наступної форми в питомих (відносних) показниках

$$\begin{aligned} \frac{dk}{dt} &= -\lambda k + \rho(1-a)f(k), \quad \lambda = \mu + \nu, \quad k(0) = k_0 = \frac{K_0}{L_0}; \\ x &= f(k); \\ i &= \rho(1-a)f(k); \\ c &= (1-\rho)(1-a)f(k). \end{aligned} \quad (5.14)$$

Рішенням диференціального рівняння з (5.14), при умові використання виробничої функції Кобба-Дугласа виду $f(k) = Ak^\alpha$; [49], є

$$k(t) = \left[(k^0)^{1-\alpha} + e^{-(1-\alpha)\lambda t} (k_0^{1-\alpha} - (k^0)^{1-\alpha}) \right]^{\frac{1}{1-\alpha}}, \quad (5.15)$$

а, знаючи прогноз для фондоозброєності, за лінійними залежностями з (5.14), можна спрогнозувати і народногосподарську продуктивність праці, питомі інвестиції (на одного зайнятого) та середньодушкове споживання (на одного зайнятого).

На першому етапі дослідження необхідно зібрати дані щодо зміни у 2010-2021 роках екзогенних змінних. У табл. 5.4 подані необхідні дані для подальших розрахунків

Таблиця 5.4 – Екзогенні змінні

Рік	Населення України, млн	Працездатне населення, млн (L)	Фонд невиробничого споживання, млн, грн, (C)	Вартість основних засобів, млн. грн (K)	Валовий внутрішній продукт, млн, грн (X)	Капітальні інвестиції, млн, грн (I)
1	2	3	4	5	6	7
2010	46	30,7326	719 428	6648861	1 079 346	189061
2011	45,8	30,59898	867 018	7396952	1 299 991	241286
2012	45,6	30,46536	950 147	9148017	1 404 669	293692
2013	45,5	30,39855	1 004 305	10401324	1 465 198	267728
2014	45,4	30,33174	1 063 652	13752117	1 586 915	204062
2015	45,9	30,66579	1 316 668	7641357	1 988 544	84168
2016	42,8	28,59468	1 552 777	8177408	2 385 367	108635,2
2017	42,6	28,46106	1 982 615	7733905	2 983 882	136490,1
2018	42,4	28,32744	2 369 187	9610000	3 560 596	179718,3
2019	42,1	28,12701	2 722 251	9574186	3 978 400	231849,5
2020	41,9	27,99339	2 930 489	10577278	4 194 102	153321
2021	41,6	27,79296	3598143	11050843	5459574	528802

Для формування колонки 3 табл. 5.4 було визначено кількість працездатного населення за статистикою з [85] на 2021 рік, де структура населення має вигляд:

- діти віком до 14 років – 16.16 % (3 658 127 чоловіків, 3 438 887 жінок);

- молодь віком 15—24 роки – 9.28 % (2 087 185 чоловіків, 1 987 758 жінок);
- дорослі віком 25-54 роки – 43.66 % (9 456 905 чоловіків, 9 718 758 жінок);
- особи передпохилого віку (55—64 роки) – 13.87 % (2 630 329 чоловіків, 3 463 851 жінка);
- особи похилого віку (65 років і старіші) – 17.03 % (2 523 600 чоловіків, 4 957 539 жінок).

Тобто, із загальної кількості у працездатному віці знаходяться особи віком від 14 до 65 років, а саме 66,81% населення. А отже, колонка три була розрахована множенням колонки два на 0,6681.

Знайдення кількості працездатного населення України на цей період, дозволяє вирахувати значення питомих показників ендогенних змінних (табл. 5.5).

Таблиця 5.5 – Питомі показники ендогенних змінних, грн

Рік	Фондоозброєність (k)	Народногосподарська продуктивність праці, (x)	Середньодушове споживання (с)	Питомі інвестиції (i)
2010	216345,542	35120,556	23409,27875	6151,806225
2011	241738,515	42484,7822	28334,86606	7885,426246
2012	300276,018	46107,0869	31187,7818	9640,194634
2013	342165,136	48199,6016	33037,92451	8807,262188
2014	453390,31	52318,6273	35067,29255	6727,672069
2015	249181,808	64845,6798	42936,0535	2744,687158
2016	285976,552	83419,9578	54303,00322	3799,14026
2017	271736,365	104840,86	69660,617	4795,678727
2018	339247,034	125694,239	83635,76094	6344,318442
2019	340391,176	141444,114	96784,22982	8242,948682
2020	377849,128	149824,726	104685,0346	5477,042973
2021	397613,029	196437,299	129462,389	19026,47289

Розрахунки значень коефіцієнтів моделей для працездатного населення та виробничої функції виконувалося за методикою [86] із застосуванням функції Regression електронних таблиць Excel. В результаті було отримано наступні залежності з показниками якості апроксимації R^2 не менше 0.8.

$$L = 2096,543972 e^{-0,001342148t}, \quad x = 0,004212405 k^{1,323218535}. \quad (5.16)$$

Отримані залежності показують, що населення України невинно зменшується, а випуск продукції залежить тільки від фондозоброєності і не має постійного коефіцієнту, що визначає сталий темп випуску продукції..

З цих формул вже можна отримати частину значень ендогенних показників, але залишаються іще два: a – коефіцієнт прямих витрат (частка проміжного продукту у ВВП), ρ – норма накопичення(частка валових інвестицій у ВВП), значення яких знайдено за наступним методом.

Перетворюючи вирази зв'язку питомих інвестицій та середньодушового споживання з продуктивністю праці, було складено наступну систему рівнянь

$$\left. \begin{aligned} \rho(1-a) &= i/x, \\ (1-\rho)(1-a) &= c/x. \end{aligned} \right\} \quad (5.17)$$

Вирішення цієї системи дасть значення двох останні екзогенних змінних. Для цього необхідно визначити, чи справді ці співвідношення є постійними з року в рік? Для цього були знайдені ці співвідношення для всього періоду, що досліджувався.

Результати наведено у табл. 5,6.

Таблиця 5.6 – Перевірка гіпотези Солоу

Рік	c/x	i/x
2010	0,666541	0,175163
2011	0,666942	0,185606
2012	0,676421	0,209083
2013	0,68544	0,182725
2014	0,670264	0,12859
2015	0,662127	0,042326
2016	0,650959	0,045542
2017	0,664441	0,045742
2018	0,665391	0,050474
2019	0,684258	0,058277
2020	0,698717	0,036556
2021	0,659052	0,096858
Середнє	0,670879	0,104745

Як видно з табл. 5.6 для відношення c/x величина практично є незмінною, але для відношення i/x значення змінюються в широкому діапазоні. Тому для вирішення системи (5.17) було взято їх середні значення.

Значення величини μ (частка вибулих протягом року основних виробничих фондів) розраховувалося за даними з [87] для 2019 року як відношення вартості фондів, що вибули до загальної вартості фондів. Ця величина становить всього 0,042762, що викликає непорозуміння, адже за даними Держстату [88] близько 66% фондів повністю зношені. Тобто, виробники продовжують експлуатувати повністю застаріле обладнання.

В результаті всіх розрахунків було отримано наступні величини екзогенних змінних (табл. 5.7), в якій коефіцієнт лямбда знаходився за формулою $\lambda = \mu + \nu$.

Таблиця 5.7 – Розраховані величини екзогенних змінних

A	α	a	ν	μ	ρ	λ
0,004212	1,323219	0,224376	-0,00134	0,042762	0,13504588	0,04142

Тепер потрібно знайти спеціальні значення фондоозброєності, показані у формулі (5.15): початкове (k_0), оптимальне (k^o) та критичне (k^{\wedge}).

Початкове значення фондоозброєності візьмемо з табл. 2 за 2021 рік. Оптимальне та критичні значення фондоозброєності розраховано за наступними формулами

$$k^o = \left[\frac{\rho(1-a)A}{\lambda} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}}, \quad k^{\wedge} = \left[\frac{\alpha\rho(1-a)A}{\lambda} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (5.18)$$

Результати розрахунків наведено у табл. 5.8

Таблиця 5.8 – Спеціальні значення фондоозброєності

Значення k	Параметр	Величина
	нульове	397613,029
	критичне	532733,417
	оптимальне	1267137,31

Згідно аналізу цих значень фондоозброєності прогноз розвитку економіки може бути за трьома різними сценаріями [49]:

- якщо $k^0 < \hat{k}$ - спочатку має місце прискорене зростання фондоозброєності, яке після досягнення значення змінюється сповільненим зростанням .

- якщо $\hat{k} < k_0 < k^0$ - сповільнене зростання фондоозброєності

- якщо $k_0 > k^0$ - сповільнене зниження фондоозброєності («проїдання» фондів)/ На рис. 1.7 показані усі три типи переходу фондоозброєності до стаціонарного значення k^0 (криві 1-3 відповідно).

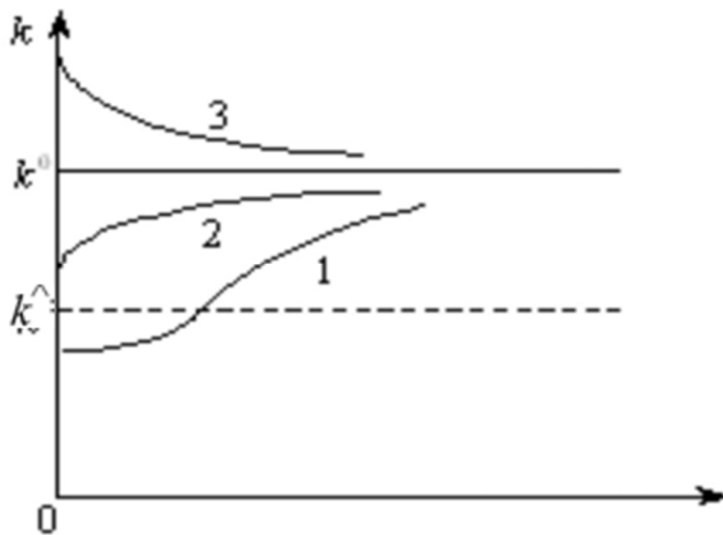


Рис. 5.5. Типи переходу стаціонарного стану [49]

Тому, враховуючи дані з табл. 5, можна прогнозувати, що фондоозброєність в Україні мала б зростати за сценарієм 1, тобто дуже повільно.

Спроби провести розрахунок фондоозброєності на наступний період показала, що формула (5.15) дає результат, що практично дорівнює нулю. Аналіз причини таких результатів показав, що головну роль тут грає виробнича функція, яка має не типові для розвинених країн значення. Для них коефіцієнт має бути двозначним, а степінь при k – менше одиниці.

Підсумовуючи, відзначимо:

1. Частка вибулих протягом року основних виробничих фондів становить всього 0,042762, хоча за даними Держстату близько 66% фондів повністю зношені.

2. Для відношення c/x величина практично є незмінною, але для відношення i/x значення змінюються в широкому діапазоні.

3. Розроблено простий метод знайдення екзогенних змінних: коефіцієнта прямих витрат (частка проміжного продукту у ВВП) та норми накопичення (частка валових інвестицій у ВВП).

4. Виробнича функція має не типові для розвинених країн значення. Для них коефіцієнт має бути двозначним, а степінь при k – менше одиниці.

5. Фондоозброєність в Україні мала б зростати за сценарієм 1, тобто дуже повільно.

6. Обмеження моделі Солоу щодо думки, що економіка працює у стабільних умовах, не враховує фактори, притаманні економіці України, такі як інфляція, фінансові кризи, торговельні перешкоди, зношеність обладнання, аномальний вид виробничої функції тощо. Тому модель Солоу не придатна для прогнозування в поточному періоді.

ВИСНОВКИ

Описані у цьому томі наукові дослідження є результатом восьмирічної праці. Часу, що проминув з виходу першого тому. Але, як і у першому томі, всі наукові знахідки спрямовані на полегшення управління фінансами, господарством, кадрами. Спрямовані на винайдення методів отримання додаткових прибутків, або більшої економії ресурсів.

У розділі ВИРОБНИЦТВО можна навчитися як економити обігові кошти на складських запасах, збільшувати фінансову стійкість підприємства, використовувати нечітку логіку для управління складом, обґрунтовувати вигідність початку розробки нафто-газового родовища.

У розділі ФІНАНСИ показані можливості оптимального формування портфеля цінних паперів, збільшення конкурентоспроможності страхової компанії, оптимального вибору банку для рефінансування кредиторської заборгованості, визначення прийнятної суми страхування бізнесу.

У розділі УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ показані можливості визначення ризиків, які несуть в собі персонал банку та клієнти виробничої фірми.

У розділі ТОРГІВЛЯ увагу приділено розробці методики оптимального формування рівноважних цін, які б відповідали споживчій вартості товару, визначенню моменту, коли потрібно припинити рекламну кампанію, методам зважування продукції, що постачається автомобільним, залізничним та морським транспортом, створенню моделі, що точно визначає ціни на житло.

У розділі МАКРОЕКОНОМІКА показані можливості коректування податкової системи, прогнозування розвитку економіки України.

Частина робіт виконана у співавторстві з колегами, але половина з них – з моїми студентами, які проявляли і проявляють ясний розум, наполегливість і бажання узнати щось нове. Сподіваюся, що набуті знання дадуть їм старт для успішного їх застосування в реальній економіці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Тищенко І.В., Пістунов І.М. Оптимізація запасів підприємства за допомогою статистичного методу /І.В.Тищенко , І.М.Пістунов // Східна Європа: економіка, бізнес, управління. - 2019. - вип. 4(21). - С. 336-340.
2. Пістунов І.М., Удовицька К.О. Розроблення оптимізаційної моделі фінансової стійкості ПАТ "ДМК" / І.М.Пістунов, К.О.Удовицька // Інфраструктура ринку. 2019. - вип. 31. С. 808-814.
3. Дніпровський металургійний комбінат [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ru.wikipedia.org>
4. Тенденції тіньової економіки. [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.me.gov.ua/Documents/List?lang=uk-UA&id=e384c5a7-6533-4ab6-b56f-50e5243eb15a&tag=TendentsiiTinovoїEkonomiki>
5. Пістунов І.М., Колотило М.Б. Управління виробництвом підприємства на базі виробничої функції Кобба-Дугласа / І.М.Пістунов, М.Б.Колотило// Східна Європа: економіка, бізнес та управління. - 2019. - №3(20).
6. Баланси та звіти про фінансові результати ВАТ “Інтерпайп НТЗ” за 2009 –2017 роки
7. Пістунов І.М., Лушчан А.М. Підвищення ефективності управління вантажними роботами на базі алгоритмів нечіткої логіки. Економіка та суспільство. 2020. № 22.
8. MATLAB (2008) Creating Graphical User Interfaces. The MathWorks, Inc. 3 Apple Hill Drive Natick, MA 01760-2098.
9. Пістунов І.М. Оптимізація витрат на закупівлю деталей для ремонту обладнання на заводі «КПД» корпорації «Біосфера» /І.М.Пістунов // Економічний вісник НГУ. - 2019. - вип. 2(66). - С. 151-159

10. Пістунов І.М., Приходченко О.Ю. Теорія ймовірності та математична статистика для економістів: навч. наоч. посіб. Дніпро : НТУ «ДП», 2023. 48с. URL: http://pistunovi.inf.ua/ТІ_ma_MC.pptx (дата звернення: 18.01.2023).

11. Пістунов І.М., Горобець Є.Ю. Економічне обґрунтування вибору розробки розвіданого нафто-газового родовища Економіка. Фінанси. Право. , 2023. № 11. С. 92-96.

12. Васенков Д.В. Методи навчання штучних нейронних мереж. *Комп'ютерні інструменти освіти*. 2007. № 1. С. 20-29.

13. Пістунов І.М. Нейромережеві технології економіці та фінансах з розрахунками на комп'ютері [Електронний ресурс]: навч. посібн. / І.М. Пістунов, О.П. Антонюк ; Нац. гірн. ун-т. – Електрон. текст. дані. – Д. : НГУ, 2014. – 125 с.

14. Приходченко О.П., Пістунов І.М. Визначення впливу CRM-системи на фінансові показники підприємства за допомогою економетричних методів Економіка. Фінанси. Право. , 2024. № 2. С. 84-87.

15. Пістунов І.М., Колотило М.Б. Визначення найбільш ефективного алгоритму формування інвестиційного портфеля на фондових ринках США// ПРИАЗОВСЬКИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ ВІСНИК, №6(23), 2020. -Запоріжжя: Класичний приватний університет, 2020 - С.234-239.

16. Словники та енциклопедії [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://investments.academic.ua>

17. Пістунов І.М., Пістуніна К.І. Оптимальні рішення в інвестиційному проектуванні : Навч. посібник. - Д.: НГУ, 2007.- 108 с.

18. Пістунов І.М. Визначення та управління фінансово-економічними ризиками [Електронний ресурс]: навч. посібн. / І.М. Пістунов, М.І. Пістуніна; Нац. гірн. ун-т. – Електрон. текст. дані. – Д. : НГУ, 2015. – 180 с.

19. Демиденко М.А., Пістунов І.М. Підвищення конкурентоспроможності продуктів та послуг страхової компанії з використанням методів економіко-математичного моделювання. Науковий погляд: економіка та управління. 2021. № 4 (74). С.98-105.

20. Demydenko M. Method of selection of ERP systems using multi-criterial optimization models. *Naukovyi Visnyk NHU*. 2018. №5. pp. 132–137.

21. Пістунов І.М. Використання корпоративної функції корисності для визначення прийнятної суми страхування бізнесу Економічний аналіз 2021. № 3, Том 31. С.83-89.

22. Аерокосмічний портал – <https://space.com.ua/2021/03/28/22-roki-pershomu-pusku-za-programoyu-morskij-start/>

23. Теорія очікуваної корисності. Вікіпедія – https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F_%D0%BE%D1%87%D1%96%D0%BA%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%97_%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96

24. Пістунов І.М. Корпоративна функція корисності/ Економіка: проблеми теорії та практики. - Вип.. 186, том. III.- Д.: ДНУ: 2003. - С.751-756.

25. Пістунов І.М., Пістунов М.І. Моделювання періодичних процесів в економіці/Економіка: проблеми теорії та практики. – Вип.. 135.– ДНУ: 2001. С. 204-207.

26. Пістунов І.М., Деміденко М.А. Обґрунтування стартапу виробництва медичного кисню Економічний аналіз 2022. Том 32, № 3. С.86-93.

27. Мінфін : Сайт URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/index/inflation/>

28. Присенко Г.В., Равікович Є.І. Прогнозування соціально-економічних процесів: посібник. К : КНЕУ, 2005. 378 с.

29. Дежзакупівлі он-лайн: Сайт URL: https://www.dzo.com.ua/tenders/plans?filter%5Bobject2%5D=title_and&filter%5Bsearch2%5D=%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%B5%D0%BD%D1%8C+%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9&filter%5Bobject%5D=cpv&filter%5Bsearch%5D=&filter%5Bplan_budget_amount%5D%5Bstart%5D=&filter%5Bplan_budget_amount%5D%5Bend%5D=&filter%5Bdate%5D%5B

[start%5D=&filter%5Bdate%5D%5Bend%5D=&filter%5Bmoneyget_id%5D=&filter%5Bborder%5D=pubDate_desc&formname=filter](#)

30. Пістунов І.М. Пістунов М.І. Визначення та управління фінансово-економічними ризиками : посібник. Нац. гірн. ун-т, 2015. 180 с.

31. Пістунов І.М., Демура В.В. Прогнозування ймовірності завдання збитку співробітниками приватбанку// Інтелект XXI. №2. 2020. С.180-184.

32. Електронне видання «Мій бізнес». URL: <https://msb.aval.ua/ru/news/> (дата звернення: 15.12.2019).

33. Коссе бизнес-консалтинг. URL: <http://kocce.net/> (дата звернення: 11.03.2020).

34. Пістунов І.М., Антонюк О.П., Турчанінова І.Ю. Кластерний аналіз в економіці: навчальний посібник. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2008. 84 с.

35. Кластерний аналіз. URL: <http://sosniner.blogspot.com/2013/11/statistica-2.html?m=1>– Кластерний аналіз в Statistica. (дата звернення: 19.01.2020).

36. Кластерний аналіз в пакеті STATISTICA. URL: http://statsoft.ru/solutions/ExamplesBase/branches/detail.php ELEMENT_ID=1573. (дата звернення: 10.11.2019).

37. Пістунов І.М., Цуркан І.І. Формування портфелю замовлень машинобудівного підприємства з метою зменшення ризику упущеної вигоди. *Технологический аудит и резервы производства*. 2015. №4/5(24). С. 72 – 75.

38. Пістунов І.М. Економічна кібернетика: навчальний посібник. Дніпропетровськ : Нац. гірн. ун-т. 2014. 215 с.

39. Пістунов І.М., Малахова М.Д. Визначення міри ризикованості клієнта// ВЧЕНІ ЗАПИСКИ ТАВРІЙСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ В. І. ВЕРНАДСЬКОГО Серія: Економіка і управління Том 31 (70). № 4, 2020 Частина 1. - Київ: Гельветика, 2020 - С.141-145.

40. Пістунов І.М., Железнякова К.О. Оптимізація роздрібних цін// Інфраструктура ринку. №41. 2020. С.123-127.

41. Белявцев М.І. Маркетингова цінова політика: навч. посібник / [Белявцев М.І., Петенко І.В., Прозорова І.В.]. – К. : Центр навчальної літератури, 2005. – 332 с.
42. Armstrong G. and Kotler P. Marketing: An Introduction (13th Edition). 2016. 642 p.
43. Mohammed R. The 1% Windfall: How Successful Companies Use Price to Profit and Grow. Milwaukee, 2010. 259 p.
44. Пістунов І.М., Горобець Є.Ю. Використання методики знайдення рівноважних цін в ресторані Наукові перспективи 2022. No 2,(20). С.312-322.
45. Герасименко В. В. *Ціноутворення [Текст]: навч. посібник для вузів за напр. "Економіка"* - М.: Інфра-М, 2007. - 419 с.
46. Пістунов І.М. Економіко-математичне моделювання ефективності рекламної діяльності/ І.М. Пістунов, І.В. Тищенко// Глобальні та національні проблеми економіки. – №22, 2018. – С. 489-493.
47. Стець О. В., Гришечкииа О.С. Економіко-математичне моделювання оптимального бюджету рекламної кампанії. К.: КПІ. 2012 10 с.
48. Nerlove M. Arrow. KJ. Optmai advertising policy under dynamic conditions. *Economica* 1962 №29 P 120-142.
49. Вітлінський В.В. Моделюванні економіки. К.: КНЕУ, 2003. 468 с.
50. http://www.Liga.net/infografica/323868_siadkie-brendy-kto-kontroluet-konditerskiy-rynok-ukramy.htm
51. Деміденко М.А., Пістунов І.М. Оптимізація цінового регулювання між виробниками продукції і постачальниками сировини з урахуванням інфляційних процесів Підприємництво та іновації 2022. вип. 24. С.83-85.
52. Kozenkova V. Agricultural enterprise product cost monitoring information system: proceedings of the II International Science Conference «Trends in the scientific development», Canada, Vancouver, September 28 - October 01,2021. Vancouver, 2021. P 50-59.
53. Андрійчук Р. В. Оцінка ефективності діяльності підприємства: вартісно-орієнтований підхід (за матеріалами молокопереробних підприємств):

автореф. дис. канд. екон. наук : Київ. нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана, 2010 р.

54. Савчук О. В. Автоматизоване управління багатоасортиментним виробництвом молочної продукції з використанням когнітивного підходу: автореф. дис. канд. екон. наук : Київ. нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана, 2015. С. 236.

55. Міністерство фінансів України Індекс інфляції в Україні 2022. Мінфін. 17.08.2022 р. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/index/inflation>.

56. Koen J.F. Verhoeven, Katy L. Simonsen, Lauren M. McIntyre. Implementing false discovery rate control: increasing your power: веб-сайт. URL: <https://nsojournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.0030-1299.2005.13727.x> (дата звернення: 14.01.2024).

57. A. Yousuff; R. Skelton. Controller reduction by component cost analysis : веб-сайт. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1103571> (дата звернення: 14.01.2024)

58. H Sandoh & T Nakagawa. How much should we reweigh? : веб-сайт. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1057/palgrave.jors.2601509>. (дата звернення: 14.01.2024)

59. James R. Smith. Statistical aspects of measurement and calibration : веб-сайт. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/036083529090058T?via%3Dihub> (дата звернення: 14.01.2024)

60. Пістунов І. М., Приходченко О. Ю. Логістика зважуваль: до питання точності визначення ваги транспортованого товару Економічний вісник Дніпровської політехніки , 2023 №4 (84), С. 96-103.

61. Пістунов І.М., Турчанінова І.Ю. Теорія ймовірності та математична статистика для економістів. З елементами електронних таблиць. Дніпро: НТУ «ДП», 2023. 174 с.

62. Молодченко Т. Г., Ткаченко А. Ю. Оцінка нерухомості : Методичні вказівки для виконання практичних робіт з дисципліни Оцінка нерухомості. Харків : ХНАМГ, 2011. 16 с.

63. Присенко Г. В., Равікович Є. І. Прогнозування соціально-економічних процесів : навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2005. 378 с.
64. Пістунов І.М., Капінус І.Д. Економіко-математична модель ціни на житлову нерухомість у місті Дніпро Економіка. Фінанси. Право. , 2024. № 5. С. 26-30.
65. Пістунов І.М., Приходченко О.П. Прогнозування обсягу реалізації товарів торгівельного підприємства International Science Journal of Management, Economics & Finance , 2024. Vol. 3 No. 3. С. 79-94.
66. Дячун, О. Д. (2016). Прогнозування продажу та його методи в системі управління підприємством. Сучасні соціально-економічні проблеми теорії та практики розвитку економічних систем: колективна монографія. Т.: ФОП Осадца Ю.В., 129–150.
67. Звонар, Й.П., Фецинець, В.В. (2018). Особливості застосування методів прогнозування для оцінки потенційних обсягів збуту. Економіка і суспільство. Мукачівський державний університет, 14, 366-370.
68. Mashtalir, S.V., Stolbovyi, M.I., Yakovlev, S.V. (2019). Clustering Video Sequences by the Method of Harmonic k-Means. Cybernetics and Systems Analysis, 55 (2), 200–206. doi: <https://doi.org/10.1007/s10559-019-00124-9>.
69. Mitra, R., Saha, P., Tiwari, M. K. (2023). Sales forecasting of a food and beverage company using deep clustering frameworks. International Journal of Production Research. doi: <https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2231098>.
70. Kolková, A. (2020). The Application of Forecasting Sales of Services to Increase Business Competitiveness. Journal of Competitiveness, 12. doi: <https://doi.org/10.7441/joc.2020.02.06>.
71. Пістунов І.М. Кластеризація об'єктів повним перебором / І.М. Пістунов. // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Проблеми моделювання структури і процесів економічних систем", 17-18 квітня 2014 р., м. Черкаси. - Черкаси: Східноєвропейський університет економіки і менеджменту, 2014. - С. 153-155.

72. Пістунов І.М., Кізілова К.С. Оптимальне коригування ставки податку на галузі для інвесторів у Данії. *Економіка. Фінанси. Право.* , 2023. № 5. С. 35-37.
73. Хонг С. Податкові угоди та прямі іноземні інвестиції: мережевий підхід. *Міжнародне оподаткування та державні фінанси* 2018. 25(5)
74. Статистика Данії. URL: <https://www.dst.dk/en/Statistik/emner/oekonomi>
75. Економічний прогноз для Данії. URL: <https://inlnk.ru/QwgyBD>
76. Сайт Міжнародного валютного фонду [Електронні ресурс]. – Режим доступу, <http://www.imf.org/external/iadex.htm>.
77. Пістунов І.М. Економіко-математичний аналіз впливу іноземного інвестування в Україну на розвиток економіки/ І.М.Пістунов, М.Б.Колотило // *Молодий вчений*, – № 1 (53) січень, 2018 р. – С. 962-966.
78. Пістунов І.М., Літау Є.Е. Динамічна модель Леонтьєва, як засіб прогнозування розвитку економіки України *Економіка. Фінанси. Право* 2022, № 11. С.5-7.
79. Гладка О. М., Карпович І. М., Сінчук А. М. Моделі економічної динаміки для фахівців з інформаційних технологій: Навчальний посібник. Рівне: РДГУ, 2019. 158 с.
80. Бродський Ю. Б., Молодецька К. В. Моделювання економічної динаміки: підручник. Житомир: ЖНАУ, 2016. 132 с.
81. Державна служба статистики України – <https://www.ukrstat.gov.ua/>
82. Галузева і міжгалузева структура національної економіки – https://studopedia.su/9_65508_galuzeva-i-mizhgaluzeva-struktura-natsionalnoi-ekonomiki.html
83. Пістунов І.М., Пістунов М.І. Моделювання періодичних процесів в економіці/*Економіка: проблеми теорії та практики*. Вип.. 135. ДНУ: 2001. С. 204-207.

84. Пістунов І.М., Турчанінова І.Ю, Чуріканова О.Ю. Прогнозування розвитку економіки України за односекторною моделлю Солоу Економіка. Фінанси. Право. , 2023. № 8. С. 6-11.

85. Вікіпедія. Населення України – https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8

86. Пістунов І.М. Моделі економічного зростання. Навч. посібник. Д.: НТУ «ДП», 2019. 113 с.

87. Радевич Т.В. Капітальні інвестиції в Україні: сучасні тенденції та перспективи розвитку. *Сталий розвиток економіки*. №2, 2015. С. 317-332.

88. Економіка у 2019 році продовжила зростати: доповідь про результати діяльності Мінекономіки у профільному комітеті ради : Прес-служба Мінекономіки (7.02.2020). URL: <https://www.me.gov.ua/News/Detail?lang=uk-UA&id=3ad175de-05e7-4e87-b2c9-d7d9e8991d2a&title=EkonomikaU2019-RotsiProdovzhilaZrostati-DopovidProRezultatiDiialnostiMinekonomikiUProfilnomuKomitetiRadi>

Монографія

Пістунов Ігор Миколайович

**КОРИСНІ ПРИКЛАДИ ОПТИМАЛЬНОГО
ВИРІШЕННЯ РЕАЛЬНИХ
ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНИХ ЗАДАЧ
ТОМ 2**

У редакції автора

Підготовлено й видано
в Державному вищому навчальному закладі «Національний
гірничий університет».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842, від 11.06.2004 р.
49600, м. Дніпропетровськ, просп. Д. Яворницького, 19.