

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра маркетингу

**Методичні вказівки до проведення практичних занять з
дисципліни**

ПРОВАЙДИНГ ІННОВАЦІЙ

**для здобувачів другого освітнього рівня освітньої програми
«Маркетинг» спеціальності 075 Маркетинг**

Харків 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра маркетингу

Методичні вказівки до проведення практичних занять з
дисципліни

ПРОВАЙДИНГ ІННОВАЦІЙ

для здобувачів другого освітнього рівня освітньої програми
«Маркетинг» спеціальності 075 Маркетинг

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол №.2. від 02.10.2024

Харків 2024

Методичні вказівки до проведення практичних занять з дисципліни «Провайдинг інновацій» для здобувачів другого освітнього рівня освітньої програми «Маркетинг» спеціальності 075 Маркетинг// уклад.: В.Я. Заруба. Харків: НТУ «ХПІ», 2024. 28 с. – Укр. мовою.

Укладач: В.Я. Заруба

Рецензент Д.В. Райко

Кафедра маркетингу

Зміст

Загальні положення.....	5
1. Навчально-методичні матеріали до практичних занять за комплексною темою «Розрахунки показників економічної ефективності інноваційних проєктів».....	6
1.1. Навчально-методичні матеріали до мінілекцій за комплексною темою «Розрахунки показників економічної ефективності інноваційних проєктів».....	6
1.1.1. Методи і показники оцінки економічної ефективності інноваційних проєктів.....	6
1.1.2. Ризики і вибір коефіцієнтів дисконтування.....	8
1.1.3. Порівняльний аналіз критеріїв оцінки проєктів.....	8
1.2. Методичні рекомендації до практичних занять за комплексною темою «Розрахунки показників економічної ефективності інноваційних проєктів».....	10
1.2.1. Методичні рекомендації до практичного заняття «Оцінка економічної ефективності інвестиційно-інноваційних проєктів».....	10
1.2.2. Методичні рекомендації до практичного заняття «Розрахунок показника внутрішньої норми прибутку інвестиції у інноваційний проєкт»...13	13
2. Навчально-методичні матеріали до практичних занять за комплексною темою «Застосування економетричних моделей для встановлення конкурентноздатних цін на нову продукцію».....	16
2.1. Навчально-методичні матеріали до мінілекцій за комплексною темою «Застосування економетричних моделей для встановлення конкурентноздатних цін на нову продукцію».....	16
2.1.1. Метод аналогів у встановленні конкурентноздатних цін на нову продукцію.....	16
2.1.2. Застосування лінійних багатофакторних моделей у ціноутворенні на нові товари.....	17
2.1.3. Властивості оцінок параметрів моделі, отриманих за МНК.....	18
2.2. Методичні рекомендації до практичних занять за комплексною темою «Застосування економетричних моделей для встановлення конкурентноздатних цін на нову продукцію».....	22
2.2.1. Методичні рекомендації до практичного заняття «Застосування лінійних багатофакторних моделей у ціноутворенні на нові товари».....	22
2.2.2. Методичні рекомендації до практичного заняття «Використання нелінійних моделей регресії для відшукування конкурентноздатних цін засобами MS «Excel».....	25
Літературні джерела.....	28

Загальні положення

Методичні рекомендації до проведення практичних занять з дисципліни «Провайдинг інновацій» здобувачі отримують на початку навчального семестру. До початку кожного практичного заняття здобувачі повинні ознайомитися зі змістом задач, які будуть на ньому розв'язуватися, та із методами (алгоритмами) їх розв'язання.

Під час проведення практичних занять при викладанні дисципліни «Провайдинг інновацій» передбачено застосування таких навчальних технологій, як проведення міні-лекцій та робота в малих групах.

Міні-лекції передбачають викладення навчального матеріалу за короткий проміжок часу, характеризуються значною ємністю і проводяться, як правило, як частина практичних занять. За своїм типом у залежності від дидактичної мети та місця в логічній структурі навчального матеріалу міні-лекції можуть бути оглядовими або лекціями-інструктажами. Оглядова лекція проводиться з метою актуалізації у пам'яті здобувачів кола знань, вже отриманих ними раніше і пов'язаних із темою одного або декількох практичних занять. Важливим моментом оглядової лекції є відбір і структурування навчального матеріалу, що забезпечує підготовку здобувачів до логічного та систематизованого усвідомлення мети та завдань кожного практичного заняття. Лекція-інструктаж, безпосередньо передує виконанню практичного заняття і проводиться з метою підготовки здобувачів до його виконання, розкриває зміст і послідовність поставлених завдань, теоретичний та прикладний аспекти її результатів. Під час роботи в малих групах здобувачам пропонується об'єднуватися у групи по 5-6 чоловік та презентувати наприкінці заняття своє бачення та сприйняття матеріалу. Робота в малих групах повинна створювати можливості для участі кожного здобувача в роботі за темою заняття, забезпечувати формування особистісних якостей та досвіду спілкування.

Навчально-методичні матеріали до проведення практичних занять, які тут наведені, згруповані у 3 розділи, які відповідають комплексним темам, зазначеним у силабусі дисципліни «Провайдинг інновацій»: Розрахунки показників оцінки економічної ефективності інноваційних проєктів, Застосування економетричних моделей для встановлення конкурентноздатних цін на нову продукцію. Кожна комплексна тема складається з навчально-методичних матеріалів до проведення міні-лекцій і окремих практичних занять. Комплексні теми складаються з тем окремих практичних занять.

1. Навчально-методичні матеріали до практичних занять за комплексною темою «Розрахунки показників економічної ефективності інноваційних проєктів»

1.1. Навчально-методичні матеріали до мінілекцій за комплексною темою «Розрахунки показників економічної ефективності інноваційних проєктів»

1.1.1. Методи і показники оцінки економічної ефективності інноваційних проєктів

Оцінка очікуваної економічної ефективності інноваційного проєкту зазвичай проводиться, під час розробки стартапів, перед початком або під час конструкторських і технологічних розробок нового продукту і є, як правило, необхідною умовою подальшого фінансування проєкту. Основу оцінки ефективності інноваційних проєктів становлять підходи, які використовуються для оцінки ефективності інвестиційних проєктів взагалі.

Для оцінки інвестиційних, і зокрема інноваційних проєктів, застосовують певні критерії (методи), засновані на розрахунку наступних основних показників:

чистої приведеної вартості (чистого приведенного ефекту, або доходу);

періоду окупності інвестицій і приведенного значення періоду окупності;

індексу, або коефіцієнта прибутковості (індексу приведених (поточних) витрат);

внутрішньої норми прибутку інвестиції (внутрішньої ставки доходу, внутрішньої окупності).

Метод розрахунку чистої приведеної вартості (Net Present Value - NPV) заснований на зіставленні величини вхідної інвестиції (в 0-му році) із загальною сумою дисконтованих чистих грошових потоків, що генеруються нею протягом наступних n років, складових часовий горизонт, на якому аналізується інноваційний процес. Чистий грошовий потік являє собою суму чистого прибутку і амортизаційних відрахувань за розглянутий період часу.

Якщо інвестиція буде генерувати протягом n років річні доходи $P_1, P_2 \dots P_n$, то приведена вартість чистого грошового потоку визначиться наступною формулою:

$$NPV = \sum_{k=1}^n \frac{P_k}{(1+r)^k} - IC,$$

де P_k - прогнозована сума чистого грошового потоку в році k , r -прийнята ставка дисконтування чистого грошового потоку.

Таким чином, розрахунок NPV передбачає: 1) визначення часового горизонту аналізу інноваційного процесу; 2) прогнозування величин чистого грошового потоку по окремих роках майбутнього періоду і 3) приведення величин чистого грошового потоку до поточної вартості капіталу шляхом дисконтування.

Часовий горизонт (Time Horizon) зазвичай відповідає періоду часу, протягом якого дослідник може бути впевнений в прогнозних цифрах. Коефіцієнти дисконтування зазвичай вибирають таким чином, щоб забезпечити компенсацію ризику втрат. Високий коефіцієнт дисконтування зменшує прогнозований приплив готівкових коштів в більшій мірі, ніж менший коефіцієнт. Інвестори вимагають підвищення доходів від більш ризикованих проектів капіталовкладень.

Період окупності інвестицій (Payback) - це кількість років або місяців, які повинні пройти, щоб сумарний чистий потік став дорівнювати початковому вкладенню. Окупність може бути знайдена послідовним збільшенням вартості чистого потоку кожного року до тих пір, поки отримана величина не зрівняється з початковою сумою вкладення. У рік, коли це рівність досягається, настає окупність. При короткострокових капіталовкладеннях використовується показник помісячної вартості чистого потоку.

Приведене значення періоду окупності (PVP - Present Value Payback) ідентично періоду окупності, за винятком того, що замість простої суми щорічних потоків грошових коштів використовується їх теперішня вартість (PV - Present Value) майбутнього чистого грошового потоку, де

$$PV = \sum_{k=1}^n \frac{P_k}{(1+r)^k}.$$

Недолік методу оцінки на основі показників періоду окупності полягає в тому, що він не дозволяє визначити величину доходів за межами терміну окупності. В результаті цього інвестиційна пропозиція з меншим терміном окупності може виявитися кращим, ніж варіант, здатний принести більший сумарний дохід.

Індекс (коефіцієнт) прибутковості (PVI - Present Value Index) дозволяє співвіднести обсяг інвестиційних витрат (IC) з теперішньою вартістю (PV -

Present Value) майбутнього чистого грошового потоку: $PVI = \frac{PV}{IC}$.

Під внутрішньою нормою прибутку інвестиції (IRR- Internal Rate of Return)) розуміють таке значення коефіцієнта дисконтування r , при якому NPV проекту дорівнює нулю:

$$IRR = r, \text{ при якому } NPV = f(r) = 0.$$

Для типового грошового потоку, для якого відтік (інвестиція) змінюється притоками, у сумі переважаючими цей відтік, відповідна функція $y = f(r)$ є

спадною, тобто з ростом r графік функції наближається до осі абсцис і перетинає її в деякій точці, яка і є IRR. В цьому випадку IRR показує очікувану прибутковість проєкту, і, отже, максимальний відносний рівень витрат, які допустимі для даного проєкту. Інвестиційний проєкт вважається тим кращим, чим більше значення IRR він має.

1.1.2. Ризики і вибір коефіцієнтів дисконтування

Теорія ефективного ринку акціонерного капіталу (Efficient Market) стверджує, що ринок найбільш адекватно оцінює ризик фірми, і в будь-який момент часу вартість цінних паперів відображає все, що відомо або може бути відомо про майбутнє компанії. Інвестори реагують на зміни, які впливають на фінансовий і виробничий ризики фірми і розміри дивідендів по її акціях. Ринок кредитів також оцінює свої фонди на основі ризиків, супутніх операцій фірм-позичальників. Він висуває свої вимоги до рівня доходності на основі оцінки виробничого і фінансового ризиків, а також з урахуванням терміну запозичення, від якого прямо залежить ризик неліквідності. Довгострокова позика ставить кредитора в ситуацію, де є висока ймовірність появи кращого варіанту використання коштів в період, коли його кошти ще "пов'язані". Вартість (залучення) капіталу фірми, таким чином, являє собою ринкову оцінку рівня ризику за операціями фірми.

Коефіцієнти дисконтування, які використовуються фірмами, для оцінки ефективності проєктів розвитку, називають бар'єрними коефіцієнтами (Hurdle Rates). Зазвичай бар'єрний коефіцієнт фірми вибирають виходячи з вартості капіталу, яка визначається ринками капіталів, які встановлюють плату за продавані ними кошти на основі майбутнього ризику операцій фірми, яка претендує на отримання цих коштів. Розрахунки IRR дозволяють зіставляти доходи від вкладень з бар'єрним коефіцієнтом фірми. Якщо IRR менше, ніж бар'єрний коефіцієнт, обраний фірмою, то проєкт капіталовкладення буде відхилений.

Теоретично дохід, необхідний акціонерами і кредитодавця будь-якої фірми, може бути представлений у вигляді суми ставки доходу за вільними від ризику вкладень (наприклад, за депозитними вкладками) і премії за ризик.

1.1.3. Порівняльний аналіз критеріїв оцінки проєктів

Як показали результати численних обстежень практики прийняття рішень в області інвестиційної політики в умовах ринку, найбільш поширені критерії NPV, IRR і PVI. При наявності єдиного інвестиційного проєкту критерії NPV, IRR і PVI дають однакові рекомендації з приводу його прийняття або відхилення. Іншими словами, проєкт, прийнятний по одному з цих критеріїв, буде прийнятним і за іншими. Причина цього полягає в тому, що між

показниками NPV, PVI, IRR є очевидний взаємозв'язок: якщо $NPV > 0$, то $IRR > CC$, $PVI > 1$, де CC - ціна джерела фінансування проекту.

Незважаючи на зазначену взаємозв'язок між показниками NPV, PI, IRR, при оцінці альтернативних інвестиційних проектів ці критерії можуть суперечити один одному, і можливо різне впорядкування проектів по пріоритетності вибору в залежності від використовуваного критерію. Основна причина цього полягає в тому, що NPV - абсолютний показник, а PVI і IRR - відносні. Тому для прийняття остаточного рішення виникає необхідність в залученні додаткових формальних або неформальних критеріїв.

Недолік критерію NPV полягає в тому, що він не враховує розміри конкуруючих проектів капіталовкладень. Наприклад, більше вкладення зазвичай має і більш високу NPV. NPV не дозволяє виміряти відношення доходів до початкових грошових виплат, що дозволяє зробити, наприклад, PVI. Тому при порівнянні проектів капіталовкладень різних розмірів використовувати NPV недоцільно.

Крім того, NPV не може дати інформацію про так званий "резерв безпеки проекту". Мається на увазі наступне: якщо допущена помилка в прогнозі грошового потоку або у коефіцієнті дисконтування, то за допомогою критерію NPV неможливо оцінити, наскільки велика небезпека того, що проект, який раніше розглядався як прибутковий, виявиться збитковим. Інформацію про резерв безпеки проекту дають критерії IRR і PVI. Так, за інших рівних умов, чим більше IRR в порівнянні з ціною джерела фінансування проекту, і чим більше значення PVI перевищує одиницю, тим більше резерв безпеки. Таким чином, з позиції ризику можна порівнювати два проекти за критеріями IRR та PVI, але не можна за критерієм NPV.

Але оскільки IRR є відносним показником, на його основі неможливо зробити правильні висновки про альтернативні проекти з позиції їх можливого внеску в збільшення капіталу комерційної організації; цей недолік особливо проявляється, якщо проекти істотно розрізняються по величині грошових потоків.

Однак, якщо розрахунок критерію IRR для двох проектів показав, що його значення для проекту А більше, ніж для проекту В, то найчастіше проект А в певному сенсі може розглядатися як більш кращий, оскільки допускає велику гнучкість у варіюванні джерелами фінансування інвестицій, ціна яких може мати відчутні відмінності.

Зазначені особливості критеріїв NPV, IRR і PVI вказують на доцільність їх спільного використання.

1.2. Методичні рекомендації до практичних занять за комплексною темою «Розрахунки показників економічної ефективності інноваційних проєктів»

1.2.1. Методичні рекомендації до практичних занять за темою «Оцінка економічної ефективності інвестиційно-інноваційних проєктів»

Мета: розрахунок показників ефективності віртуального інвестиційно-інноваційного проєкту із використанням засобів MS Excel.

Зміст завдання. Фірма оцінює проєкт з провадження продуктової інновації, розрахований у цілому на термін 4 роки. У 0-му році фірма передбачає проведення конструкторських і технологічних розробок, закупівлю й встановлення необхідного для виробництва обладнання. Обсяг інвестицій IC на ці заходи складає 2 млн. грн. У період з 1-го по 3-й роки фірма планує проводити освоєння та нарощування виробництва нового продукту. Відомості про річні обсяги P_1, P_2, P_3 чистого грошового потоку і обсяг інвестицій IC (млн. грн.) наведені по варіантам у таблиці 1. Прийнята ставка (коефіцієнт) дисконтування чистого грошового потоку складає $r = 0,2$.

Провести розрахунки наступних показників ефективності проєкту: чистої приведеної вартості, періоду і приведенного значення періоду окупності інвестиції, індексу прибутковості проєкту.

Рекомендації до виконання завдання (розрахунок показників чистої приведеної вартості, періоду і приведенного значення періоду окупності інвестиції, індексу прибутковості проєкту).

Метод розрахунку чистої приведеної вартості (Net Present Value - NPV) заснований на зіставленні величини вихідної інвестиції (в 0-му році) із загальною сумою дисконтованих чистих грошових потоків, що генеруються нею протягом наступних n років, складових часовий горизонт, на якому аналізується інноваційний процес. Чистий грошовий потік являє собою суму чистого прибутку і амортизаційних відрахувань за розглянутий період часу.

Таблиця 1.1 - Обсяги чистого грошового потоку

№ варіанту	P_1	P_2	P_3	IC
1	0,55	0,60	0,70	1,0
2	0,60	0,72	0,86	1,1
3	0,65	0,85	1,10	1,2
4	0,65	0,95	1,00	1,3
5	0,80	0,80	1,00	1,3
6	0,80	0,80	0,80	1,3
7	0,66	0,72	0,84	1,2
8	0,72	0,87	1,00	1,5
9	0,80	1,02	1,32	1,5
10	0,80	1,16	1,18	1,5
11	0,95	1,00	1,18	1,6
12	0,95	0,95	0,95	1,5
13	0,77	0,84	0,98	1,3
14	0,84	1,00	1,2	1,3
15	0,91	1,20	1,54	1,6
16	0,91	1,34	1,40	1,5
17	1,00	1,25	1,40	1,7
18	1,00	1,00	1,00	1,8

Якщо інвестиція буде генерувати протягом n років річні доходи $P_1, P_2 \dots P_n$, то чиста приведена вартість грошового потоку визначиться наступною формулою:

$$NPV = \sum_{k=1}^n \frac{P_k}{(1+r)^k} - IC,$$

де P_k - прогнозована сума чистого грошового потоку в році k , r - прийнята ставка (коефіцієнт) дисконтування чистого грошового потоку, $r > 0$.

Оскільки усі P_k є додатними величинами, то NPV із збільшенням коефіцієнту дисконтування r зменшується від величини $\sum_{k=1}^n P_k - IC$ при $r = 0$ до 0 при $r \rightarrow \infty$. Коефіцієнти дисконтування зазвичай вибирають таким чином, щоб забезпечити компенсацію ризику втрат.

Період окупності інвестицій (Payback) - це кількість років або місяців, які повинні пройти, щоб сумарний чистий потік став дорівнювати початковому вкладенню. При короткострокових вкладеннях капіталу використовують показник помісячної вартості чистого потоку. Окупність може бути знайдена послідовним збільшенням вартості чистого потоку кожного року (місяцю) до тих пір, поки отримана величина не зрівняється з початковою сумою вкладення. У рік (місяць), коли ця рівність досягається, настає окупність.

Приведене значення періоду окупності (PVP - Present Value Payback) ідентично періоду окупності, за винятком того, що замість простої суми щорічних потоків грошових коштів використовується їх теперішня вартість (PV - Present Value) майбутнього чистого грошового потоку, де

$$PV = \sum_{k=1}^n \frac{P_k}{(1+r)^k}.$$

Індекс (коефіцієнт) прибутковості (PVI - Present Value Index) дозволяє співвіднести обсяг інвестиційних витрат (IC) з теперішньою вартістю (PV - Present Value) майбутнього чистого грошового потоку: $PVI = \frac{PV}{IC}$.

Методичні вказівки. 1. Показники періоду окупності та приведенного значення періоду окупності розрахувати з точністю до місяця. Для цього припустити, що річні обсяги чистого грошового потоку розподілені по місяцях рівномірно.

1.2.2. Методичні рекомендації до практичного заняття «Розрахунок показника внутрішньої норми прибутку інвестиції у інноваційний проект»

Мета: розрахунок показника внутрішньої норми прибутку віртуального інвестиційно-інноваційного проекту із використанням засобів MS Excel.

Зміст завдання. Фірма оцінює проект з провадження продуктової інновації, розрахований у цілому на термін 4 роки. У 0-му році фірма передбачає проведення конструкторських і технологічних розробок, закупівлю й встановлення необхідного для виробництва обладнання. Обсяг інвестицій IC на ці заходи складає 2 млн. грн. У період з 1-го по 3-й роки фірма планує проводити освоєння та нарощування виробництва нового продукту. Відомості про річні обсяги P_1, P_2, P_3 чистого грошового потоку і обсяг інвестицій IC (млн. грн.) наведені по варіантам у таблиці 1. Прийнята ставка (коефіцієнт) дисконтування чистого грошового потоку складає $r = 0,2$.

Провести розрахунок показника внутрішньої норми прибутку інвестиції.

Таблиця 1.2 - Обсяги чистого грошового потоку

№ вар.		P_1	P_2	P_3	IC
1		0,55	0,60	0,70	1,0
2		0,60	0,72	0,86	1,1
3		0,65	0,85	1,10	1,2
4		0,65	0,95	1,00	1,3
5		0,80	0,80	1,00	1,3
6		0,80	0,80	0,80	1,3
7		0,66	0,72	0,84	1,2
8		0,72	0,87	1,00	1,5
9		0,80	1,02	1,32	1,5
10		0,80	1,16	1,18	1,5
11		0,95	1,00	1,18	1,6
12		0,95	0,95	0,95	1,5
13		0,77	0,84	0,98	1,3
14		0,84	1,00	1,2	1,3
15		0,91	1,20	1,54	1,6
16		0,91	1,34	1,40	1,5
17		1,00	1,25	1,40	1,7
18		1,00	1,00	1,00	1,8

Рекомендації до виконання завдання (розрахунок показника внутрішньої норми прибутку інвестиції з використанням методу дихотомії).

Під внутрішньою нормою прибутку інвестиції (IRR- Internal Rate of Return)) розуміють таке значення коефіцієнта дисконтування r , при якому NPV проекту дорівнює нулю:

$$IRR = r, \text{ при якому } NPV = f(r) = 0.$$

Для типового грошового потоку, для якого відтік (інвестиція) змінюється притоками, у сумі переважаючими цей відтік, відповідна функція $y = f(r)$ є спадною, тобто з ростом r графік функції наближається до осі абсцис і перетинає її в деякій точці, яка і є IRR. В цьому випадку IRR показує очікувану прибутковість проекту, і, отже, максимальний відносний рівень витрат, які допустимі для даного проекту. Інвестиційний проект вважається тим кращим, чим більше значення IRR він має.

Для розрахунку IRR уведемо величину $z = 1 + r$ і позначимо як $F(z)$ функцію, що описує залежність теперішньої вартості чистого грошового потоку від величини z :

$$F(z) = \sum_{k=1}^3 \frac{P_k}{z^k}.$$

Тоді $IRR = 1 - z^*$, де z^* знаходиться з рівняння $F(z^*) = IC$. Це рівняння може бути розв'язане методом дихотомії. Цей метод полягає у послідовному звуженні інтервалів невизначеності $[h_t^{\min}, h_t^{\max}]$, $t = 0, 1, \dots$, у яких знаходиться z^* . Ітерації $t = 0, 1, \dots$ продовжують доти, поки точність розрахунку $h_t^{\max} - h_t^{\min}$ не стане прийнятною.

На кожній ітерації є відомим раніше знайдений інтервал невизначеності $[h_t^{\min}, h_t^{\max}]$ і проводиться випробування для середнього на цьому інтервалі значення $z_t = \frac{h_t^{\min} + h_t^{\max}}{2}$. Функція $F(z)$ із збільшенням z зменшується.

Тому якщо $F(z_t) < IC$, то межами наступного інтервалу невизначеності є

$h_{t+1}^{\min} = h_t^{\min}, h_{t+1}^{\max} = z_t$. Якщо $F(z_t) = IC$ то межами наступного інтервалу невизначеності є $h_{t+1}^{\min} = z_t, h_{t+1}^{\max} = h_t^{\max}$. Таким чином, метод дихотомії передбачає поділ на кожній ітерації інтервалу невизначеності навпіл.

Методичні вказівки. 1. У якості початкового інтервалу невизначеності вибрати $[h_0^{\min} = 1, h_0^{\max} = 2]$. 2. Для пошуку z^* провести 3 ітерації. 3. За результатами розрахунків заповнити таблицю 1.3. На одному й тому ж рисунку відобразити графіки $F(z)$ і IC .

Таблиця 1.3 - Розрахунок показника *IRR*

№ ітерації	h_t^{\min}	h_t^{\max}	z_t	$F(z_t)$
0	1	2		
1				
2				
3				

2. Навчально-методичні матеріали до практичних занять за комплексною темою 1 «Застосування економетричних моделей для встановлення конкурентноздатних цін на нову продукцію»

2.1. Навчально-методичні матеріали до мінілекцій за комплексною темою 1 «Застосування економетричних моделей для встановлення конкурентноздатних цін на нову продукцію»

2.1.1. Метод аналогів у встановленні конкурентноздатних цін на нову продукцію

Для обґрунтування бізнес-планів розробки і виведення на ринок нових товарів виникає необхідність в оцінці їх конкурентоспроможності, яка визначається співвідношенням споживчої цінності $Ц_n^0$ (якості) товару n , що розглядається, і тією ціною $Ц_n$, яку збирається встановити на нього підприємство-виробник для забезпечення рентабельності своєї діяльності. Для кількісної оцінки конкурентоспроможності зручно використовувати показник

$K = U_n^0 / U_n$. Якщо споживча цінність U_n^0 і ціна, що встановлюється, збігаються, то значення показника K конкурентоспроможності дорівнює 1. Чим нижче встановлюється ціна U_n , тим більше значення показника. Якщо ціна U_n необмежено зростає, то значення показника зменшується до нуля.

В основу запропонованого підходу до оцінки споживчої цінності покладено метод аналогів, який використовується в ціноутворенні на ринках монополістичної конкуренції. Цей підхід виходить з того, що покупець, вибираючи товари з множини $\{1, 2, \dots, N\}$ товарів, що реалізуються на ринку, порівнює між собою, з одного боку, встановлені на них ціни U_n ($n = 1, 2, \dots, N$), а з іншого боку, - m характеристик їх корисності (цінності). Залежно від призначення товару кількість характеристик, які визначають їх споживчу цінність, може коливатися від 2 до декількох десятків.

Вважається, що споживча цінність кожного товару збігається з конкурентоспроможною ціною, при якій забезпечується збут в обсязі, близькому до обсягів реалізації товарів-аналогів. Тому оцінка споживчої цінності кожного конкурентоспроможного товару n відповідає його ринковій ціні, яка знаходиться в залежності від значень $X_{n1}, X_{n2}, X_{n3}, \dots, X_{nm}$ характеристик цього товару:

$$U_n = f(X_{n1}, X_{n2}, X_{n3}, \dots, X_{nm}),$$

де f - монотонно зростаюча функція споживчої цінності товару.

Характеристики товару є показниками, які в кількісній формі оцінюють привабливість товару за всіма M аспектам його дослідження покупцем. Деякі аспекти товару відображаються безпосередньо його об'єктивними технічними властивостями: ємність холодильної камери (для холодильників), розмір діагоналі екрану (для телевізорів), потужність двигуна (для автомашин). Збільшенню значень цих показників відповідає зростання споживчої цінності товару. Ці показники в ході оцінки виступають як характеристики споживчої цінності товару. У той же час, товари розглядаються і в таких аспектах, за якими відповідні властивості товарів не мають безпосередньо кількісного вираження: зовнішній вигляд, (дизайн), зручність в експлуатації і т.п. Для обліку таких властивостей необхідні кількісні оцінки їх привабливості з боку фахівців. Отримані оцінки і будуть визначати відповідні характеристики товарів.

2.1.2. Застосування лінійних багатofакторних моделей у ціноутворенні на нові товари

Економетрія (нині як синонім використовують також термін «економетрика») – це наука, яка вивчає кількісні закономірності та зв'язки економічних об'єктів і процесів за допомогою математико-статистичних методів та моделей. Економетричні

дослідження передбачають побудову на основі статистичних даних відповідних (економетричних) моделей для аналізу і прогнозування економічних явищ.

Загальна лінійна економетрична модель - це регресійна модель, яка встановлює лінійну залежність між економічними показниками, один з яких є залежною (пояснюваною) змінною, а всі інші – незалежними (пояснюючими) змінними моделі.

Вибіркова (емпірична) загальна лінійна економетрична модель має наступний вигляд :

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_mx_m + e, \quad (2)$$

де: y – залежна (пояснювана) змінна моделі, x_1, x_2, \dots, x_m – незалежні (пояснюючі) змінні моделі (фактори), b_0, b_1, \dots, b_m – параметри вибіркової моделі, e – залишки моделі. Вибіркова модель (2) будується на основі масиву статистичних даних, який являє собою певну статистичну вибірку з їх генеральної сукупності.

Таблиця 2.1 - Масив статистичних даних

n	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{nm}	y_n
1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1m}	y_1
2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2m}	y_2
...
N	x_{N1}	x_{N2}	...	x_{Nm}	y_N

У цьому масиві кожний n -й рядок ($x_{n1} x_{n2} \dots x_{nm} y_n$) містить значення факторів x_1, x_2, \dots, x_m і пояснюваної змінної y , що отримані за результатами спостереження n . Великою N означена кількість спостережень, яку називають ще обсягом статистичної вибірки. У кожному стовпчику x_{nm} , $m=1,2,\dots,M$, містяться значення m -го фактору, які отримані за усі N спостережень, а у стовпчику y_n - значення пояснюваної змінної.

Різницю $e_n = y_n - \hat{y}_n$ між фактичним значенням пояснюваної змінної y n -му спостереженні і її значенням $\hat{y}_n = b_0 + b_1x_{n1} + b_2x_{n2} + \dots + b_mx_{nm}$, розрахованим за моделлю, називають залишком або похибкою моделі за спостереженням n .

В основу відшукування параметрів b_0, b_1, \dots, b_m регресії покладено критерій, згідно якого, „найкращою” серед усіх можливих вважається функція регресії з

такими параметрами, для якої сума квадратів залишків є мінімальною. У математичному вигляді цей критерій має наступний вигляд:

$$\sum_{n=1}^N e_n^2 \rightarrow \min. \quad (2)$$

Розраховані таким чином значення параметрів b_0, b_1, \dots, b_M залежать від використаної вибірки (масиву статистичних даних). По мірі збільшення обсягу вибірки значення параметрів наближаються до своїх істинних величин, які визначають певні закономірності.

2.1.3. Властивості оцінок параметрів моделі, отриманих за МНК

Універсальним методом відшукування параметрів регресії є метод найменших квадратів (МНК), за яким безпосередньо складається функція $U(b) = \sum_{n=1}^N e_n^2$, що визначає суму квадратів залишків, і потім знаходяться такі значення параметрів, за якими ця функція приймає мінімальне значення.

Функція $U(b)$, що визначає суму квадратів відхилень, має такий загальний вигляд:

$$U(b) = \sum_{n=1}^N (b_0 + b_1 x_{n1} + b_2 x_{n2} + \dots + b_M x_{nM} - y_n)^2.$$

Для відшукування значень параметрів $b_0^0, b_1^0, b_2^0, \dots, b_M^0$, за якими функція $U(b)$ приймає мінімальне значення, визначаються її похідні за кожним параметром m і дорівнюють нулю.

$$\frac{\partial U(b)}{\partial b_0} = 2 \left(\sum_{n=1}^N (b_0 + \sum_{k=1}^M b_k x_{nk} - y_n) \right) = 2(Nb_0 + \sum_{m=1}^M (b_m \sum_{n=1}^N x_{nm} - \sum_{n=1}^N y_n)) = 0,$$

$$\frac{\partial U(b)}{\partial b_m} = 2 \left(\sum_{n=1}^N (b_0 + \sum_{k=1}^M b_k x_{nk} - y_n) x_{nm} \right) = 0 \quad (m = 1, 2, \dots, M).$$

Оцінки $b_0^0, b_1^0, b_2^0, \dots, b_M^0$ визначає система $M+1$ рівнянь, що має такий вигляд:

$$Nb_0 + \sum_{k=1}^M b_k \sum_{n=1}^N x_{nk} = \sum_{n=1}^N y_n,$$

$$b_0 \sum_{n=1}^N x_{nm} + \sum_{k=1}^M b_k X_{mk} = Y_m \quad (m = 1, 2, \dots, M),$$

$$\text{де } X_k = \sum_{n=1}^N x_{nk} \quad X_{mk} = \sum_{n=1}^N x_{nm} x_{nk} \quad (k = 1, 2, \dots, M), \quad Y_m = \sum_{n=1}^N y_n x_{nm}.$$

Замітимо, що у виразах X_{mk} , Y_m індекс m відповідає номеру фактору, за яким береться похідна, а індекс k - номеру фактору у виразі оціночної функції.

Для трьох факторної моделі $f[b] = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$ маємо:

$$\frac{\partial U(b)}{\partial b_0} = 2(Nb_0 + b_1 \sum_{n=1}^N x_{n1} + b_2 \sum_{n=1}^N x_{n2} - \sum_{n=1}^N y_n) = 0,$$

$$\frac{\partial U(b)}{\partial b_1} = 2\left(\sum_{n=1}^N (b_0 + b_1x_{n1} + b_2x_{n2} - y_n)x_{n1}\right) = 0,$$

$$\frac{\partial U(b)}{\partial b_2} = 2\left(\sum_{n=1}^N (b_0 + b_1x_{n1} + b_2x_{n2} - y_n)x_{n2}\right) = 0.$$

Система 3 рівнянь, що визначає оцінки b_0^0, b_1^0, b_2^0 , має такий вигляд:

$$Nb_0 + b_1X_1 + b_2X_2 = \sum_{n=1}^N y_n, \quad (3)$$

$$b_0X_1 + b_1X_{11} + b_2X_{12} = Y_1, \quad (4)$$

$$b_0X_2 + b_1X_{21} + b_2X_{22} = Y_2, \quad (5)$$

де $X_1 = \sum_{n=1}^N x_{n1}$, $X_2 = \sum_{n=1}^N x_{n2}$, $X_{11} = x_{n1}^2$, $X_{12} = X_{21} = \sum_{n=1}^N x_{n1}x_{n2}$, $X_{22} = x_{n2}^2$,

$$Y_1 = \sum_{n=1}^N y_n x_{n1}, \quad Y_2 = \sum_{n=1}^N y_n x_{n2}.$$

Рівняння (3) - (5) можуть бути записаними у матричній формі: $Ab = B$, де

$$A = \begin{pmatrix} N & \sum_{i=1}^N x_{i1} & \sum_{i=1}^N x_{i2} \\ \sum_{i=1}^N x_{i1} & \sum_{i=1}^N x_{i1}^2 & \sum_{i=1}^N x_{i1}x_{i2} \\ \sum_{i=1}^N x_{i2} & \sum_{i=1}^N x_{i2}x_{i1} & \sum_{i=1}^N x_{i2}^2 \end{pmatrix}$$

$$B = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^n y_i \\ \sum_{i=1}^n y_i x_{i1} \\ \sum_{i=1}^n y_i x_{i2} \end{pmatrix}.$$

Звідси вектор $b^0 = (b_0^0, b_1^0, b_2^0)$ параметрів визначається як $b^0 = A^{-1}B$, де A^{-1} - матриця, обернена до матриці A .

Слід зазначити, що рівняння регресії, параметри якого оцінені методом найменших квадратів, має декілька корисних властивостей, які використовуються у практичних дослідженнях.

1. Пряма регресії (поверхня або гіперповерхня регресії) проходить через середню точку з координатами $\bar{y}, \bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_m$.

2. Середнє значення оцінки залежної змінної дорівнює фактичному середньому значенню, тобто $\bar{\hat{y}} = \bar{y}$.

3. Сума залишків моделі дорівнює нулю, тобто $\sum_{i=1}^n e_i = 0$.

Так, наприклад, третя властивість широко використовується для контролю за тим, чи правильно обчислені параметри моделі і її залишки.

Оцінка якості моделі. Відповідність отриманої моделі регресії наявним статистичним даним часто оцінюють величинами стандартної похибки та коефіцієнтом детермінації.

Стандартна похибка рівняння регресії σ_e^* відшукується за формулою

$$\sigma_e^* = \sqrt{D_e^*},$$

де D_e^* - незміщена оцінка дисперсії залишків, яка в свою чергу визначається наступним чином:

$$D_e^* = \frac{U}{N-1},$$

$U = \sum_{n=1}^N e_n^2$ - функція, що визначає суму квадратів відхилень.

Вибірковий коефіцієнт детермінації R^2 , який зазвичай мається на увазі під коефіцієнтом детермінації, розраховують за такою формулою:

$$R^2 = 1 - \frac{D_e^*}{D_y^*},$$

де D_e^* - незміщена оцінка дисперсії залишків, $D_y^* = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2$ - незміщена

оцінка дисперсії фактичних значень пояснюваної змінної y , $\bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i$ -

середнє значення пояснюваної змінної y . Для спрощення розрахунків зручніше використовувати таку еквівалентну формулу:

$$R^2 = 1 - \frac{U}{V},$$

де $U = \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2$ - сума квадратів залишків регресії; $V = \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2$ - сума квадратів відхилень вихідної змінної від свого середнього значення.

Таким чином, коефіцієнт детермінації (*R-квадрат*) - це частка дисперсії залежної змінної, яка пояснюється аналізованою моделлю залежності, тобто незалежними (пояснювальними) змінними. Точніше — це одиниця мінус частка непоясненої дисперсії (дисперсії випадкової помилки моделі) у дисперсії залежної змінної. Коефіцієнт детермінації розглядають як універсальну міру залежності однієї випадкової величини від багатьох інших.

2.2. Методичні рекомендації до практичних занять за комплексною темою «Застосування економетричних моделей для встановлення конкурентноздатних цін на нову продукцію»

2.2.1. Методичні рекомендації до практичного заняття «Застосування лінійних багатофакторних моделей у ціноутворенні на нові товари»

Мета роботи: відшукування значень конкурентноздатних цін на нові товари за допомогою багатофакторних лінійних моделей регресії у середовищі MS Excel.

У таблиці 1 надані значення пояснюваної змінної y та факторів x_1, x_2 .

Таблиця 1. Вхідні дані

n	x_{n1}	x_{n2}	y_n
1	1	0,1	57,88
2	2	0,3	61,17
3	3	0,4	60,86
4	4	0,8	65,42
5	5	0,12	71,31
6	6	0,2	66,79
7	7	0,22	72,91
8	8	0,3	70,66
9	9	0,4	77,02
10	10	0,45	79,32
11	11	0,57	80,46
12	12	0,63	91,21

Завдання. 1. У відповідності із наданими у таблиці 1 значеннями пояснюваної змінної y та факторів x_1, x_2 розрахувати коефіцієнти регресії b_0, b_1, b_2 за методом найменших квадратів. 2. Для знайдених моделей розрахувати значення y_n пояснюваної змінної, стандартну похибку та коефіцієнт детермінації. Провести аналіз отриманих результатів. 3. Побудувати графіки фактичних і розрахованих значень пояснюваної змінної у залежності від фактору x_1 .

Економічна інтерпретація вхідних даних. Відповідно до методу аналогів вважається, що ринкова ціна кожного конкурентоспроможного товару n знаходиться в залежності від значень $x_{n1}, x_{n2}, x_{n3}, \dots, x_{nm}$ m характеристик цього товару:

$$C_n = f(x_{n1}, x_{n2}, x_{n3}, \dots, x_{nm})$$

У таблиці 1 у стовпчику y_n наведена статистика цін на електричне обладнання однакового призначення, у стовпчику x_{n1} наведені номери фірм-виробників, упорядковані за зростанням їх рейтингу серед споживачів, у стовпчику x_{n2} надані відомості про енергоефективність кожного товару n , що попав у вибірку. Припускається, що функція регресії є лінійною

$$y_n = f(x_{n1}, x_{n2}) = b_0 + b_1 x_{n1} + b_2 x_{n2}.$$

Відшукування коефіцієнтів регресії b_0, b_1, b_2 повинно роз'яснити питання про важливість факторів x_{n1}, x_{n2} .

Загальні поняття та означення. Універсальним методом відшукування параметрів N факторної лінійної регресії є метод найменших квадратів (МНК), за яким безпосередньо складається функція

$$U(b) = \sum_{n=1}^N (b_0 + b_1 x_{n1} + b_2 x_{n2} + \dots + b_M x_{nM} - y_n)^2,$$

що визначає суму квадратів залишків, і потім знаходяться такі значення параметрів, за якими ця функція приймає мінімальне значення. Для відшукування значень параметрів $b_0^0, b_1^0, b_2^0, \dots, b_M^0$, за якими функція $U(b)$ приймає мінімальне значення, визначаються її похідні за кожним параметром m і дорівнюють нулю. Оцінки $b_0^0, b_1^0, b_2^0, \dots, b_M^0$ визначає відповідна система $M+1$ рівнянь.

Для трьох факторної моделі регресії система 3 рівнянь, що визначає оцінки b_0^0, b_1^0, b_2^0 , має такий вигляд:

$$N b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 = \sum_{n=1}^N y_n, \quad (1)$$

$$b_0 X_1 + b_1 X_{11} + b_2 X_{12} = Y_1, \quad (2)$$

$$b_0 X_2 + b_1 X_{21} + b_2 X_{22} = Y_2, \quad (3)$$

$$\text{де } X_1 = \sum_{n=1}^N x_{n1}, X_2 = \sum_{n=1}^N x_{n2}, X_{11} = x_{n1}^2, X_{12} = X_{21} = \sum_{n=1}^N x_{n1}x_{n2}, X_{22} = x_{n2}^2,$$

$$Y_1 = \sum_{n=1}^N y_n x_{n1}, Y_2 = \sum_{n=1}^N y_n x_{n2}.$$

Рівняння (1) - (3) можуть бути записаними у матричній формі: $Ab = B$,
де

$$A = \begin{pmatrix} N & \sum_{i=1}^N x_{i1} & \sum_{i=1}^N x_{i2} \\ \sum_{i=1}^N x_{i1} & \sum_{i=1}^N x_{i1}^2 & \sum_{i=1}^N x_{i1}x_{i2} \\ \sum_{i=1}^N x_{i2} & \sum_{i=1}^N x_{i2}x_{i1} & \sum_{i=1}^N x_{i2}^2 \end{pmatrix}$$

$$B = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^n y_i \\ \sum_{i=1}^n y_i x_{i1} \\ \sum_{i=1}^n y_i x_{i2} \end{pmatrix}.$$

Звідси вектор $b^0 = (b_0^0, b_1^0, b_2^0)$ параметрів визначається як $b^0 = A^{-1}B$, де A^{-1} - матриця, обернена до матриці A .

Відшукування коефіцієнтів регресії b_0, b_1, b_2 за методом найменших квадратів засобами MS Excel потребує використання спеціальних математичних функцій МОПРЕД, МОБР, МУМНОЖ.

Функція МОПРЕД(масив) повертає визначник матриці, яка зберігається у масиві. Масив може бути заданим як інтервал комірок, наприклад A1:C3, або як масив констант, наприклад {1;2;3; 4;5;6; 7;8;9}.

Функція МОБР повертає зворотну матрицю для матриці, яка зберігається у масиві на листі Excel. Масив може бути заданим як діапазон комірок, наприклад A1:C3, або як масив констант, наприклад {1;2;3; 4;5;6; 7;8;9}. Для відшукування зворотної матриці потрібно створити масив із такою ж розмірністю, що має початкова матриця. Після цього входимо у опцію Формули

і відшукуємо серед «Математические» МОБР, уводимо цю функцію у рядку формул і одночасно надаємо CTRL+SHIFT+ENTER.

Функція МУМНОЖ(массив1; массив2) повертає матричний добуток двох масивів. Результатом є масив з таким самим числом рядків, що і масив 1, та з тим самим числом стовпців, що й масив 2. Число стовпців у масиві 1 має бути таким самим, як число рядків у масиві "массив2", і обидва масиви повинні містити тільки числа. Масив1 та масив2 можуть бути задані як діапазони комірок або константи масиву.

2.2.2. Методичні рекомендації до практичного заняття «Використання нелінійних моделей регресії для відшукування конкурентноздатних цін засобами MS Excel»

Мета роботи: відшукування у середовищі MS Excel значень конкурентноздатних цін на нові товари за допомогою нелінійних моделей регресії.

Теоретична частина. Для обґрунтування бізнес-планів розробки і виведення на ринок нових товарів виникає необхідність в урахуванні їх конкурентоспроможності, яка визначається співвідношенням споживчої цінності $Ц_n^0$ (якості) товару n , що розглядається, і тією ціною $Ц_n$, яку збирається встановити на нього підприємство-виробник для забезпечення рентабельності своєї діяльності.

В основу запропонованого підходу до оцінки споживчої цінності товарів однакового призначення покладено метод аналогів. Цей метод виходить з того, що покупець, вибираючи товари з множини $\{1, 2, \dots, N\}$ товарів, що реалізуються на ринку, порівнює між собою, з одного боку, встановлені на них ціни $Ц_n$ ($n = 1, 2, \dots, N$), а з іншого боку, - m характеристик їх корисності (цінності). Залежно від призначення товару кількість характеристик, які визначають їх споживчу цінність, може коливатися від 2 до декількох десятків.

Вважається, що споживча цінність кожного товару збігається з конкурентоспроможною ціною, при якій забезпечується збут в обсязі, близькому до обсягів реалізації товарів-аналогів. Тому оцінка споживчої цінності кожного конкурентоспроможного товару n відповідає його ринковій ціні, яка знаходиться в залежності від значень $X_{n1}, X_{n2}, X_{n3}, \dots, X_{nm}$ характеристик цього товару:

$$Ц_n^0 = f(X_{n1}, X_{n2}, X_{n3}, \dots, X_{nm}),$$

де f - монотонно зростаюча функція споживчої цінності товару. Характеристиками товару є показники, які в кількісній формі оцінюють привабливість товару за всіма m аспектами його дослідження покупцем.

Якщо нульове значення будь-якого показника привабливості означає нульову цінність товару, функцію f споживчої цінності зручно вибрати в формі позіному:

$$f[b](X_{n1}, X_{n2}, X_{n3}, \dots, X_{nm}) = b_0 \prod_{i=1}^m X_{ni}^{b_i}$$

де $b = (b_0, b_1, b_2, \dots, b_m)$ - вектор невизначених параметрів функції $f = f[b]$.

Ідентифікація функції $f = f[b]$ здійснюється шляхом пошуку такого вектору $b^0 = (b_0^0, b_1^0, b_2^0, \dots, b_m^0)$ значень вектору b невизначених параметрів, який забезпечує мінімум відхилень розрахункових і фактичних цін товарів. Вектор b^0 може бути знайденим за методом найменших квадратів, виходячи з умови мінімізації функції $F(b)$ $F(b^0) = \min_b F(b)$, яка має такий вигляд:

$$F(b) = \sum_{n=1}^N (\ln f[b](X_{n1}, \dots, X_{nm}) - \ln U_n)^2 = \left(\sum_{n=1}^N \ln b_0 + b_m \sum_{i=1}^m \ln X_{ni} - \ln U_n \right)^2$$

У разі малого значення $F(b^0)$ вектор b^0 забезпечує мінімум середньоквадратичного відхилення розрахункових і фактичних цін: $F(\alpha^0) \approx \min_{\alpha} \Phi(\alpha)$, де

$$\Phi(\alpha) = \sum_{n=1}^N (f[\alpha](X_{n1}, X_{n2}, \dots, X_{nm}) - U_n)^2.$$

У таблиці 1 надані значення пояснюваної змінної Y та факторів X_1, X_2

Таблиця 1. Вхідні дані

n	X_{n1}	X_{n2}	Y_n
1	57,389	1,449	178,6
2	60,639	1,502	180,5
3	63,889	1,552	182,2
4	67,139	1,602	183,9
5	70,085	1,652	185,6
6	73,325	1,705	187,3
7	76,585	1,755	188,9
8	78,835	1,805	190,4
9	83,085	1,855	191,9
10	86,335	1,908	193,5
11	59,585	1,958	194,5
12	92,835	2	196,3

Завдання. 1. У відповідності із наданими у таблиці 1 значеннями розрахувати коефіцієнти b_0, b_1, b_2 рівняння регресії $Y = b_0 X_1^{b_1} X_2^{b_2}$

2. Для знайдених моделей розрахувати значення Y_n пояснюваної змінної, стандартну похибку та коефіцієнт детермінації.

Економічна інтерпретація вхідних даних. Дані, які наведені у таблиці 1: у стовпчику y_n наведена статистика цін на гель для прання об'ємом два літри. Значеннями x_{n1} є оцінки товарів експертами за 100-бальною системою і значеннями x_{n2} є оцінки присутності у товарах натуральних миючих засобів за 2-бальною шкалою. Відшукування коефіцієнтів регресії повинно роз'яснити питання про важливість цих двох факторів.

Рекомендації до виконання. Оціночна функція має вигляд позіному: $Y = b_0 X_1^{b_1} X_2^{b_2}$. Щоб застосувати метод найменших квадратів перейдемо до лінійної функції регресії $\ln U_n = \ln b_0 + b_1 \ln X_1 + b_2 \ln X_2$. Для цього знайдемо логарифми значень вхідних даних, тобто $\ln Y_n, \ln X_{1n}, \ln X_{2n}$ ($n = 1, 2, \dots, 12$), і будемо знаходити значення параметрів b_0^0, b_1^0, b_2^0 , за якими функція $U(b) = \sum_{n=1}^N e_n^2$

приймає мінімальне значення. Тут $e_n = \ln b_0 + \sum_{i=1}^2 b_i \ln X_{ni} - \ln U_n$ ($n = 1, 2, \dots, 12$). Для цього у відповідності з МНК відшукують похідні $U(b)$ за b_0, b_1, b_2 і прирівнюють їх 0. Отриману систему 3 рівнянь, що визначає оцінки $\ln b_0^0, b_1^0, b_2^0$, записують у матричній формі: $Ab = B$. У попередній лабораторній роботі наведені формули, які визначають елементи матриці A і компоненти вектору B .

Вектор $b^0 = (b_0^0, b_1^0, b_2^0)$ параметрів визначається як $b^0 = A^{-1}B$, де A^{-1} - матриця, обернена до матриці A . Відшукування коефіцієнтів регресії b_0^0, b_1^0, b_2^0 засобами MS Excel потребує використання спеціальних математичних функцій МОПРЕД, МОБР, МУМНОЖ, особливості яких також було розглянуто у попередній лабораторній роботі.

Після знаходження вектору $b^0 = (\ln b_0^0, b_1^0, b_2^0)$ розрахункові значення Y_n ($n = 1, 2, \dots, 12$) знаходимо за формулою: $Y = e^{\ln b_0^0} X_1^{b_1^0} X_2^{b_2^0}$. Далі розраховуємо стандартну похибку та коефіцієнт детермінації.

Літературні джерела

1. Ілляшенко С.М. Управління інноваційним розвитком: Навчальний посібник. – 2-ге вид., перероб. і доп. Суми: ВТД „Університетська книга”; К.: Видавничий дім „Княгиня Ольга”, 2020. 324 с.
2. Козлов М. Сучасний проєктний менеджмент: методи та інструменти. Львів: Сучасність, 2022. 320 с.
3. Маркетингова діяльність підприємств: підручник за заг.ред. Косенко О.П. 2-ге вид., зі змінами і доповненнями – Харків: ТОВ «Оберіг», 2023. 1155 с.
4. Заруба, Ірина Парфентенко. Математичне моделювання в управлінні маркетингом. Навчальний посібник. – GlobeEdit, 2022. – 77с. ISBN: 978-620-0-63101.
<https://drive.google.com/file/d/1RkBDrHbHLT2shXEMxrZy9FVnbSPowZKo/view?usp=sharing>
5. Руська Р. В. Економетрика: навчальний посібник / Р. В. Руська. – Тернопіль: Тайп, 2022. – 224с.
6. Заруба В.Я. Аналіз інноваційної активності виробничих організацій з позиції системного підходу. / В.Я. Заруба, І.А. Парфентенко // Вісник НТУ «ХПІ» (економічні науки). – №4 (2021) – С. 12-19 ISSN 2519-4461
<http://es.khpi.edu.ua/article/view/259841>
<https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/58356>
7. Маркетинг стартап-проєктів [Електронний ресурс]: навчальний посібник для усіх спеціальностей другого освітнього ступеню «магістр» / С.О.Солнцев, О.В. Зозульов, Н.В. Юдіна, Т.О. Царьова, Н.В. Язвінська / за заг. ред. С.О. Солнцева. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. - 218 с. URL: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/27437>