МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ
«ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра інформаційних технологій,
фізико-математичних та безпекових дисциплін

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ І МЕТОДИ В МЕНЕДЖМЕНТІ

Конспект лекцій

для здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня освіти за спеціальністю D3 «Менеджмент»

Кам’янець-Подільський
2025

УДК 519.86:658

Укладач:

МУШЕНИК Ірина Миколаївна,

кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій, фізико-математичних та безпекових дисциплін.

Рекомендовано до друку науково-методичною радою
Закладу вищої освіти «Подільський державний університет»
протокол № 11 від 25 листопада 2025 р.

Рецензенти:

ЗЕЛЕНСЬКИЙ Олексій Віталійович
кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри математики Кам´янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

ЧИКУРКОВА Алла Дмитрівна
доктор економічних наук, завідувач кафедри менеджменту, публічного управління та адміністрування Закладу вищої освіти «Подільський державний університет».

М 50

Математичні методи і моделі в менеджменті. Конспект лекцій для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня освіти за спеціальністю D3 «Менеджмент» / І. М. МУШЕНИК. Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2025. 121 с.

Конспект лекцій з дисципліни «Математичні методи і моделі в менеджменті» охоплює широке коло тем, спрямованих на формування у здобувачів освіти системного мислення, аналітичних здібностей та навичок прийняття ефективних управлінських рішень на основі кількісного аналізу.

У межах курсу розглядаються основи побудови та застосування економіко-математичних моделей, що використовуються для аналізу діяльності підприємств, прогнозування ринкових тенденцій, оцінювання ефективності управлінських стратегій та оптимізації ресурсів. Значна увага приділяється методам кореляційно-регресійного аналізу, лінійного та нелінійного програмування, методам оптимізації, моделюванню ризиків та системному підходу до прийняття рішень.

© ЗВО «ПДУ

ЗМІСТ

	ст
Вступ ……	**4**
Лекція 1. Теоретичні основи застосування економіко-математичних методів та моделей в менеджменті …….	**5**
Лекція 2. Методи регресійного та кореляційного аналізу в менеджменті..	**20**
Лекція 3. Оптимізаційні економіко-математичні методи та моделі……..	**38**
Лекція 4. Використання цифрових інструментів Google для моделювання, аналізу даних і планування досліджень ……	**53**
Лекція 5. Економіко-математичне моделювання станів та динаміки функціонування товарних ринків і обсягів пропозиції товарів та послуг..	**66**
Лекція 6. Кількісні методи аналізу та моделювання сегментної структури ринку ……...	**82**
Лекція 7. Моделювання попиту і поведінки споживачів у системі економічного прогнозування та прийняття рішень …….	**97**
Список використаних джерел ……..	**120**

ВСТУП

У сучасних умовах цифрової трансформації економіки ефективне управління підприємством неможливе без використання математичних методів і моделей, що забезпечують наукове обґрунтування управлінських рішень. Менеджер нового покоління має володіти не лише інтуїцією та досвідом, а й здатністю аналітично мислити, оцінювати ризики, моделювати наслідки своїх дій та прогнозувати результати господарської діяльності. Саме цим завданням підпорядкована навчальна дисципліна «Математичні методи і моделі в менеджменті».

Метою курсу є формування у здобувачів вищої освіти системи знань, умінь і практичних навичок щодо застосування математичного апарату та аналітичних інструментів у процесах управління підприємствами, організаціями та проектами. Дисципліна забезпечує методологічну базу для прийняття обґрунтованих управлінських рішень, розроблення стратегій розвитку, планування ресурсів, аналізу ефективності діяльності й оптимізації бізнес-процесів.

Конспект лекцій побудований таким чином, щоб забезпечити поетапне засвоєння матеріалу – від теоретичних основ до практичного застосування методів моделювання. Кожна тема супроводжується поясненнями, прикладами, аналітичними схемами та питаннями для самоперевірки.

Засвоєння даної дисципліни створює міцну базу для подальшого опанування курсів із менеджменту, економічного аналізу, маркетингу, стратегічного планування та інноваційного розвитку підприємств, а також формує компетентності, необхідні сучасному фахівцю для ефективної роботи у сфері управління.

Лекція 1. Теоретичні основи застосування економіко-математичних методів та моделей в менеджменті

Мета лекції: Ознайомлення аспірантів із теоретико-методологічними засадами застосування економіко-математичних методів та моделей у сучасному менеджменті. Формування системного бачення ролі математичного моделювання як інструменту наукового пізнання та обґрунтування управлінських рішень у складних соціально-економічних системах. Поглиблення знань щодо класифікації, структури та методології побудови економіко-математичних моделей у менеджменті.

План лекції

1. Сутність і роль економіко-математичних методів у менеджменті.
2. Класифікація економіко-математичних моделей.
3. Етапи побудови та використання моделей у процесі прийняття управлінських рішень.
4. Обмеження і переваги використання математичних методів у менеджменті.

1. Сутність і роль економіко-математичних методів у менеджменті

Економіко-математичні методи (ЕММ) — це система кількісних підходів, які дозволяють описати, проаналізувати та оптимізувати процеси управління підприємством.

Вони ґрунтуються на використанні математичного апарату для формалізації економічних явищ, що дозволяє менеджеру ухвалювати обґрунтовані рішення на основі фактів, а не інтуїції.

Основні завдання ЕММ у менеджменті:

- формалізація управлінських процесів (перехід від описового до аналітичного підходу);
- пошук оптимальних варіантів використання ресурсів;
- прогнозування економічних результатів;
- моделювання поведінки ринку, споживачів, конкурентів;

- мінімізація ризиків при прийнятті стратегічних рішень.

Завдяки ЕММ формується аналітична база для стратегічного, тактичного й оперативного менеджменту, що забезпечує системність і цілісність управлінських рішень. На стратегічному рівні моделі дозволяють формувати довгострокові програми розвитку підприємства, оцінювати інвестиційний потенціал, прогнозувати вплив зовнішніх факторів — політичних, соціально-економічних, технологічних — на діяльність організації. На тактичному рівні економіко-математичні методи застосовуються для оптимізації ресурсних потоків, управління запасами, визначення оптимальних обсягів виробництва, балансування завантаження виробничих потужностей. На оперативному рівні моделі забезпечують швидке реагування на зміни ринкової ситуації, допомагають прогнозувати короткострокові результати та координувати дії між підрозділами підприємства.

Використання ЕММ дає змогу реалізувати принцип раціонального управління, коли рішення базується не на інтуїції, а на кількісно підтверджених розрахунках. Зокрема, моделі лінійного, нелінійного та цілочислового програмування дозволяють вирішувати завдання оптимального розподілу ресурсів між альтернативними напрямами діяльності, враховуючи технічні, фінансові та часові обмеження. Методи багатокритеріальної оптимізації застосовуються для пошуку компромісів між взаємовиключними цілями – наприклад, мінімізацією витрат і максимізацією прибутку, або збільшенням продуктивності при зниженні екологічного навантаження.

У сфері маркетингу математичні моделі використовуються для аналізу поведінки споживачів, виявлення закономірностей попиту, оптимізації рекламних кампаній і формування асортиментної політики підприємства. У фінансовому менеджменті ЕММ застосовуються для управління грошовими потоками, аналізу ліквідності, моделювання структури капіталу, прогнозування фінансових ризиків і розроблення сценаріїв фінансової стійкості.

В управлінні персоналом математичне моделювання сприяє оптимізації чисельності працівників, формуванню системи мотивації, розподілу обов'язків і плануванню робочого часу. Імітаційні моделі дозволяють відтворювати поведінку соціально-економічних систем у часі, аналізувати наслідки прийнятих управлінських рішень без ризику для реальної організації.

В умовах цифровізації економіки економіко-математичні методи інтегруються з сучасними інформаційними технологіями – системами бізнес-аналітики (BI), штучним інтелектом, машинним навчанням, великими даними (Big Data). Це відкриває можливості створення адаптивних моделей, що самонавчаються, здатних у реальному часі оновлювати параметри залежно від динаміки зовнішнього середовища. Такий підхід формує новий тип менеджменту – data-driven management, у якому управлінські рішення базуються на кількісних доказах, прогнозних моделях і глибинному аналізі даних.

Таким чином, застосування економіко-математичних методів у менеджменті не обмежується лише обчислювальними завданнями. Воно охоплює стратегічний аналіз, моделювання організаційної поведінки, оцінку інноваційного потенціалу підприємства та забезпечує наукову основу для прийняття рішень, орієнтованих на довгострокову ефективність і конкурентоспроможність.

2. Класифікація економіко-математичних моделей у менеджменті

Класифікація економіко-математичних моделей у менеджменті є багатоаспектною і може здійснюватися за різними ознаками, що відображають їхні цілі, структуру, використовуваний математичний апарат та характер інформації.

Основні ознаки класифікації економіко-математичних моделей

1. За цільовим призначенням:

- Теоретико-аналітичні (дескриптивні) моделі: Призначені для опису, пояснення та аналізу економічних процесів і явищ (наприклад, балансові або трендові моделі). Вони допомагають зрозуміти, як функціонує система.
- Прикладні (нормативні) моделі: Спрямовані на розробку конкретних управлінських рішень, пошук оптимальних планів або прогнозів (наприклад, оптимізаційні або моделі рівня життя).

2. За ступенем агрегування об'єктів:

- Макроекономічні моделі: Описують економічні процеси на рівні національної економіки, галузі або великого сектора.
- Мікроекономічні моделі: Стосуються процесів на рівні окремого підприємства, фірми, підрозділу або конкретного ринку.

3. За конкретним призначенням (функціональні):

- Балансові моделі: Використовуються для встановлення необхідних співвідношень між ресурсами, витратами та результатами (наприклад, модель «витрати–випуск» В. Леонтьєва).
- Трендові (прогнозні) моделі: Призначені для виявлення тенденцій розвитку та прогнозування майбутніх значень показників.
- Оптимізаційні моделі: Слугують для пошуку найкращого (оптимального) варіанта рішення з-поміж допустимих, забезпечуючи максимізацію прибутку, мінімізацію витрат тощо.
- Імітаційні моделі: Дозволяють відтворити економічний процес у динаміці для експериментального вивчення його поведінки при зміні вхідних параметрів, не втручаючись у реальну систему.

4. За фактором часу:

- Статичні моделі: Відображають економічний стан об'єкта в певний фіксований момент часу або період без урахування динаміки розвитку.
- Динамічні моделі: Описують розвиток економічного об'єкта з плином часу, враховуючи часові лаги, накопичення та інші динамічні процеси (наприклад, довготермінові, середньотермінові, короткотермінові).

5. За характером зв'язків (визначеність інформації):

➢ Детерміновані моделі: Припускають, що всі вхідні дані та зв'язки відомі точно, а результати визначені однозначно. Використовуються в умовах повної визначеності.

➢ Стохастичні (імовірнісні) моделі: Включають випадкові фактори, невизначеність або ризик, і результати описуються через імовірності або розподіли.

6. За характером математичного апарату:

➢ Моделі лінійного та нелінійного програмування: Використовуються для оптимізації при лінійних або нелінійних цільових функціях та обмеженнях.

➢ Матричні моделі: Базуються на матричному численні (наприклад, балансові моделі).

➢ Кореляційно-регресійні моделі (Економетричні): Використовуються для встановлення кількісних зв'язків між показниками та прогнозування.

➢ Моделі теорії масового обслуговування: Застосовуються для оптимізації роботи систем, пов'язаних з потоками запитів (клієнтів) та обмеженими ресурсами (наприклад, черги, склади).

➢ Моделі теорії ігор: Використовуються для аналізу конфліктних ситуацій та прийняття рішень у конкурентному середовищі.

➢ Моделі сіткового планування та керування: Застосовуються для планування та контролю складних проєктів (наприклад, метод критичного шляху).

Ці ознаки класифікації не є взаємовиключними, і одна й та сама модель може належати до кількох класів одночасно. Наприклад, модель може бути **мікроекономічною, оптимізаційною, динамічною та детермінованою**, базуючись на апараті лінійного програмування. Така комбінація, скажімо, може використовуватися для планування оптимального обсягу виробництва на підприємстві на кілька майбутніх періодів, де параметри (ціни, ресурси) вважаються відомими (детермінованими).

Приклади комбінацій класів моделей у менеджменті

Поєднання різних класифікаційних ознак дозволяє створювати моделі, що максимально відповідають складності управлінських завдань:

1. **Прогнозування продажів:**

Цілі: Прикладна, трендова (прогнозна).

Агрегування: Мікроекономічна (для конкретного продукту/ринку).

Визначеність: Стохастична (залежить від випадкових факторів ринку).

Математичний апарат: Кореляційно-регресійні моделі або моделі часових рядів.

2. **Управління запасами:**

Цілі: Прикладна, оптимізаційна (пошук оптимальної партії замовлення).

Час: Динамічна (потреби змінюються з часом).

Визначеність: Часто Стохастична (попит є імовірнісним).

Математичний апарат: Моделі теорії масового обслуговування або класичні формули оптимального розміру замовлення (EOQ).

3. **Стратегічне макроекономічне планування:**

Цілі: Теоретико-аналітична, балансова.

Агрегування: Макроекономічна.

Час: Статична або Динамічна.

Математичний апарат: Матричні моделі (наприклад, міжгалузевий баланс).

Значення гібридизації моделей

Сучасний менеджмент часто вимагає **гібридних моделей**, які поєднують переваги різних класів. Наприклад, в управлінні великими проєктами:

Спочатку може використовуватися **детермінована** модель **сіткового планування** (наприклад, метод критичного шляху) для визначення логічної послідовності робіт. Потім вона доповнюється **стохастичним** аналізом (наприклад, методом PERT, який оцінює тривалість робіт з урахуванням імовірнісного розподілу) для оцінки ризиків затримок. Далі може бути застосована **імітаційна** модель **(Монте-Карло)**, щоб прогнати тисячі сценаріїв завершення проєкту і визначити найбільш вірогідний термін.

Таким чином, у менеджменті економіко-математичні моделі рідко існують у "чистому" вигляді. Їхня ефективність досягається саме завдяки комбінуванню різних підходів відповідно до цілей, масштабу, горизонту планування та рівня невизначеності конкретної управлінської проблеми. З розвитком інформаційних технологій стає можливим інтегрувати навіть дуже складні та багатовимірні гібридні моделі в системи підтримки прийняття рішень.

3. Етапи побудови та використання економіко-математичних моделей у процесі прийняття управлінських рішень

Моделювання є систематичним процесом створення, перевірки та використання формалізованого відображення реальної управлінської ситуації. Для менеджменту це не просто математичне завдання, а інструмент прийняття рішень, що забезпечує логічну послідовність від постановки проблеми до вибору оптимальної стратегії дій.

Метою моделювання є заміна складного реального процесу спрощеною, але адекватною моделлю, за допомогою якої можна провести аналіз, прогноз або оптимізацію без втручання в реальний об’єкт.

Основні етапи побудови моделі

Етап 1. Постановка задачі та формулювання мети

Це вихідна точка процесу.

На цьому етапі визначаються:

- цілі моделювання (що саме необхідно дослідити або оптимізувати);
- ключові параметри системи (ресурси, показники ефективності, обмеження);
- часові горизонти (коротко-, середньо-, довгострокові);
- критерії успіху (прибуток, продуктивність, стійкість, ризик тощо).

Важливо сформулювати управлінську проблему у кількісних термінах. Наприклад, замість «покращити ефективність виробництва» — «мінімізувати

витрати на одиницю продукції за умови збереження рівня якості». На цьому етапі формується гіпотеза про поведінку системи, яка надалі буде перевірена через модель.

Етап 2. Концептуалізація та побудова логічної структури

Формується уявна або логічна модель системи: визначаються об’єкти, їх взаємозв’язки, потоки ресурсів, інформаційні канали. Створюється структурна схема або діаграма взаємодій, що пояснює, як змінні впливають одна на одну.

Основні завдання цього етапу:

- визначити незалежні (керовані) та залежні (результативні) змінні;
- встановити систему обмежень і взаємозалежностей;
- обрати рівень деталізації моделі (макро-, мезо- або мікрорівень);
- підібрати відповідний тип моделі (оптимізаційна, імітаційна, статистична тощо).

Для аспірантських досліджень важливо забезпечити логічну несуперечливість моделі, щоб вона могла бути відтворена іншими дослідниками.

Етап 3. Формалізація моделі

Це перехід від концептуальної моделі до математичного опису. На цьому етапі:

- вводяться змінні та параметри (позначення, одиниці виміру);
- формулюється критерій оптимальності (максимізація прибутку, мінімізація ризику тощо);
- визначаються обмеження (ресурсні, технологічні, часові, фінансові);
- записується система рівнянь, нерівностей або алгоритмів, які описують взаємозв’язки.

Результатом є математична модель, придатна для аналітичного чи обчислювального розв’язання.

Для складних систем може використовуватися гібридна модель, що поєднує елементи лінійного програмування, стохастичного аналізу та машинного навчання.

Етап 4. Розв'язання моделі

На цьому етапі застосовуються відповідні математичні методи або обчислювальні алгоритми:

- аналітичні методи (алгебраїчні, диференціальні, інтегральні);
- чисельні методи (ітераційні алгоритми, градієнтні методи, евристики);
- симуляційні експерименти (імітаційне моделювання, Монте-Карло);
- оптимізаційні методи (лінійне, цілочислове, нелінійне, динамічне програмування);
- методи машинного навчання (регресійні моделі, нейронні мережі, дерева рішень).

У сучасному менеджменті моделі реалізуються у програмних середовищах – Python, MATLAB, R, Excel Solver, GAMS, AnyLogic, Simulink, Power BI, тощо.
Для аспірантів важливо не лише знайти результат, а й проаналізувати стабільність розв'язку, його чутливість до змін параметрів.

Етап 5. Перевірка (верифікація) та валідація моделі

Цей етап визначає, наскільки модель адекватно відображає реальний процес.

- **Верифікація** — перевірка правильності реалізації (чи правильно модель побудована математично).
- **Валідація** — перевірка відповідності результатів моделі реальним даним (емпірична адекватність).

Методи валідації:

- порівняння з історичними даними;
- тестування на контрольних вибірках;
- експертне оцінювання;
- аналіз чутливості (sensitivity analysis);

- сценарний аналіз.

Для наукових досліджень особливо важливо показати, що модель є репрезентативною, відтворюваною і стабільною при зміні умов.

Етап 6. Інтерпретація результатів і прийняття управлінських рішень

Отримані результати моделювання мають бути перекладені з математичної форми у менеджерську мову.

На цьому етапі проводиться:

- аналіз рішень і визначення їх управлінського змісту;
- формування рекомендацій для практичного використання;
- оцінка економічного ефекту від реалізації моделі.

Модель виступає не самоціллю, а інструментом управління, що допомагає ухвалювати рішення на основі кількісного обґрунтування. Важливо пояснити не лише, *яке рішення є найкращим*, а й *чому* саме воно є таким, у яких умовах воно зберігає оптимальність.

Етап 7. Моніторинг і вдосконалення моделі

У реальному управлінні модель повинна бути динамічною, тобто адаптуватися до змін середовища.

Відбувається:

- оновлення даних і параметрів;
- повторна калібровка моделі;
- перевірка ефективності прийнятих рішень у реальних умовах;
- інтеграція моделі у систему управління підприємством (ERP, CRM, BI).

Сучасні підходи передбачають створення адаптивних моделей, які самонавчаються (machine learning) і оновлюють свої параметри автоматично за допомогою потоків даних у реальному часі (*data-driven management*).

Процес побудови економіко-математичної моделі – це ітеративний цикл, що поєднує науковий підхід із практичним управлінням. Від якості постановки задачі, точності даних і глибини інтерпретації залежить успішність управлінських рішень.

У контексті наукових досліджень моделювання дає змогу кількісно обґрунтувати закономірності, які потім можуть бути використані для формування стратегій розвитку підприємства або галузі.

4. Переваги та обмеження використання економіко-математичних методів у менеджменті

Економіко-математичні методи (ЕММ) у менеджменті виступають важливим інструментом наукової раціоналізації управлінських рішень, забезпечуючи перехід від інтуїтивного підходу до кількісно обґрунтованого аналізу.

В умовах цифрової трансформації та глобальної конкуренції вони стають основою інтелектуальних систем управління, що використовують дані, алгоритми та моделі для прогнозування, планування і контролю діяльності підприємства.

Однак ефективність застосування ЕММ залежить від цілого комплексу факторів: якості вхідної інформації, вибору моделі, рівня кваліфікації аналітика, можливостей технічної реалізації тощо. Тому важливо не лише знати переваги цих методів, але й усвідомлювати їхні обмеження.

Переваги застосування ЕММ у менеджменті

1. Підвищення обґрунтованості управлінських рішень

Математичні моделі забезпечують можливість кількісного аналізу альтернатив та дозволяють оцінити наслідки кожного варіанта дії ще до його реалізації.

Завдяки цьому керівники отримують не просто прогноз, а науково обґрунтовану рекомендацію, що мінімізує суб’єктивність у процесі прийняття рішень.

Приклад: моделі оптимального розподілу ресурсів (лінійне або цілочислове програмування) допомагають визначити найкращу комбінацію

виробничих потужностей, матеріалів і трудових ресурсів для досягнення максимального прибутку.

2. Можливість комплексного аналізу складних систем

ЕММ дозволяють розглядати організацію як динамічну систему, у якій взаємопов'язані виробничі, фінансові, маркетингові, логістичні та соціальні процеси.

Завдяки моделюванню можна виявити приховані зв'язки між показниками, оцінити вплив окремих факторів і сформувати системне бачення діяльності підприємства.

Приклад: використання регресійних або факторних моделей для виявлення ключових детермінант фінансової стійкості підприємства.

3. Прогнозування тенденцій розвитку

Математичні моделі забезпечують можливість прогнозування змін у внутрішньому та зовнішньому середовищі підприємства. Це особливо важливо для стратегічного менеджменту, коли потрібно оцінити потенційні сценарії розвитку подій і заздалегідь розробити антикризові заходи.

Приклад: моделі часових рядів (ARIMA, VAR, Prophet) використовуються для прогнозу динаміки продажів, коливань валютних курсів, зміни попиту на ринку.

4. Оптимізація використання ресурсів

ЕММ дозволяють знаходити оптимальні рішення щодо розподілу матеріальних, фінансових і трудових ресурсів між конкуруючими напрямами діяльності, мінімізуючи витрати і підвищуючи продуктивність.

Приклад: задачі транспортного програмування допомагають знизити витрати на логістику, визначивши найефективніші маршрути постачання.

5. Зниження ризиків та підвищення надійності прогнозів

Використання стохастичних та імітаційних моделей дає можливість враховувати невизначеність і випадковість у процесах управління, аналізувати ймовірність різних сценаріїв і оцінювати ризики.

Приклад: метод Монте-Карло застосовується для оцінки ризику інвестиційного проєкту, визначення ймовірності недосягнення очікуваної норми прибутку.

6. Підтримка цифрової трансформації управління

Економіко-математичні методи є основою сучасних систем підтримки прийняття рішень (DSS), бізнес-аналітики (BI) та інтелектуальних систем управління підприємством (ERP, CRM, SCM). Вони забезпечують інтеграцію даних, автоматизацію аналітики та створення *data-driven* культури управління.

Приклад: інтеграція моделей прогнозного попиту в CRM-систему дозволяє автоматично регулювати обсяги виробництва та постачання відповідно до очікуваних замовлень.

7. Можливість експериментування без ризику

Завдяки імітаційним моделям менеджери можуть проводити «віртуальні експерименти» з управлінськими рішеннями, перевіряти різні стратегії розвитку або сценарії реагування на кризи, не завдаючи шкоди реальній системі.

Приклад: моделі системної динаміки використовуються для аналізу наслідків змін у політиці ціноутворення чи структури витрат.

Обмеження застосування ЕММ у менеджменті

Попри значні переваги, існує низка факторів, що обмежують ефективність використання економіко-математичних методів у реальній практиці управління.

1. Спрощення реальності

Будь-яка модель є лише наближенням до дійсності. Вона не може охопити всі зовнішні чинники, людські поведінкові особливості, соціально-психологічні мотиви чи політичні впливи. Тому рішення, отримані за допомогою моделі, мають імовірнісний характер і потребують коригування з урахуванням досвіду менеджера.

2. Високі вимоги до інформаційного забезпечення

Для побудови адекватної моделі потрібна достовірна, повна та актуальна інформація. Помилки у вихідних даних (неточні звіти, упереджені оцінки, відсутність історичних рядів) призводять до спотворення результатів і хибних управлінських висновків.

3. Обмеження математичних припущень

Багато класичних моделей (лінійне програмування, регресійний аналіз) базуються на припущеннях про лінійність, стаціонарність, незалежність факторів, які не завжди виконуються у реальній економіці. Це може знижувати точність або взагалі робити модель непридатною для практичного використання без модифікацій.

4. *Складність інтерпретації та сприйняття результатів*

Для ефективного використання моделей потрібен високий рівень кваліфікації управлінців. Неправильне тлумачення математичних результатів або нерозуміння обмежень моделі може призвести до хибних рішень. Це створює потребу у підготовці кадрів, які поєднують економічну, управлінську та аналітичну компетентність.

5. Трудомісткість розроблення та обчислювальні витрати

Складні моделі, що включають багато змінних, часто потребують значних ресурсів для розв’язання: потужних комп’ютерів, спеціалізованого програмного забезпечення, часу на калібрування та тестування. Особливо це актуально для стохастичних або імітаційних моделей, де кожен експеримент може тривати годинами або днями.

6. Небезпека «псевдонауковості»

Є ризик використання моделей без розуміння їхньої природи — коли кількісні результати створюють ілюзію точності, хоча модель не відображає сутності процесу. Така практика може призвести до прийняття управлінських рішень, що виглядають «науково», але не мають практичної цінності.

Шляхи подолання обмежень

1. *Інтеграція кількісних і якісних методів* — поєднання математичних моделей із експертними оцінками, SWOT-, PEST- і сценарним аналізом.

2. *Використання гібридних моделей* — комбінація статистичних, оптимізаційних та імітаційних методів.

3. *Регулярне оновлення даних і параметрів* — впровадження процедур адаптації та самонавчання моделей.

4. *Валідація результатів* — постійна перевірка моделі на практиці та порівняння з фактичними результатами.

5. *Підготовка управлінців-аналітиків* – розвиток компетентностей у сфері data science, системного аналізу та моделювання.

Застосування економіко-математичних методів у менеджменті забезпечує якісно новий рівень управління, орієнтований на об'єктивність, точність і прогнозованість.

Водночас ефективність цих методів визначається не лише математичним апаратом, а й здатністю менеджера інтерпретувати результати в контексті реальних бізнес-процесів.

Раціональне поєднання моделювання, експертного досвіду й сучасних інформаційних технологій створює основу для інтелектуального менеджменту, здатного до адаптації та самоорганізації в умовах складної економічної динаміки.

Контрольні питання

1. У чому сутність економіко-математичних методів і їхня роль у менеджменті?
2. Як ці методи підвищують обґрунтованість управлінських рішень?
3. Які основні типи економіко-математичних моделей ви знаєте?
4. Назвіть етапи побудови економіко-математичної моделі.
5. Які принципи слід враховувати при формалізації управлінських задач?
6. Чим відрізняються верифікація та валідація моделі?
7. Як моделювання застосовується у стратегічному, тактичному та оперативному менеджменті
8. Як цифровізація й штучний інтелект впливають на сучасне моделювання в управлінні?

Лекція 2. Методи регресійного та кореляційного аналізу в менеджменті

Мета лекції: Ознайомлення аспірантів з теоретико-методологічними засадами регресійного та кореляційного аналізу як інструментів дослідження взаємозв'язків між економічними показниками. Формування практичних умінь застосовувати методи регресійного аналізу для виявлення закономірностей у даних, прогнозування управлінських результатів і кількісного вимірювання сили зв'язку між факторами. Розвиток здатності критично оцінювати адекватність моделей, інтерпретувати статистичні показники та застосовувати їх у наукових і практичних завданнях менеджменту.

План лекції

1. Теоретичні основи та практична роль методів кореляційно-регресійного аналізу в системі менеджменту.
2. Основні види кореляційних зв'язків та їх кількісне вимірювання.
3. Методи побудови та оцінювання параметрів регресійних моделей.
4. Інтерпретація результатів регресійно-кореляційного аналізу та перевірка адекватності моделей.

1. Теоретичні основи та практична роль методів кореляційно-регресійного аналізу в системі менеджменту

Кореляційно-регресійний аналіз (КРА) – це сукупність статистичних методів, що дозволяють виявляти, вимірювати та моделювати взаємозв'язки між змінними у соціально-економічних системах. У менеджменті ці методи застосовуються для вивчення того, як керовані фактори (незалежні змінні Хі, наприклад, обсяги інвестицій, чисельність персоналу, маркетингові витрати)

впливають на результативні показники (залежна змінна Y, наприклад, виручка, прибуток, продуктивність, рентабельність тощо).

КРА є критично важливим інструментом для підтримки прийняття рішень, оскільки він перетворює історичні дані на конкретні прогнозні моделі та нормативи. Це дозволяє менеджерам не лише оцінювати поточний стан справ, а й передбачати майбутні тенденції, оптимізувати ресурси та формувати ефективні стратегії розвитку.

Основні етапи кореляційно-регресійного аналізу:

- *Збір та підготовка даних*: Включає вибір релевантних змінних, очищення даних від шуму та пропусків.
- *Аналіз кореляцій**:*** Визначення сили та напрямку зв'язку між змінними за допомогою коефіцієнтів кореляції (наприклад, коефіцієнт Пірсона).
- *Побудова регресійної моделі:* Формування математичної моделі, яка описує залежність результативної змінної Y від незалежних змінних Xi.
- *Оцінка якості моделі:* Перевірка адекватності моделі за допомогою статистичних критеріїв (R^2, F-критерій, t-тести).
- *Інтерпретація результатів:* Аналіз впливу кожного фактора на результативний показник, визначення ключових драйверів ефективності.
- *Прогнозування та оптимізація:* Використання моделі для прогнозу майбутніх значень Y та пошуку оптимальних значень Xi.

Застосування КРА у менеджменті:

- *Фінансовий аналіз:* Визначення впливу витрат на прибутковість підприємства.
- *HR-аналітика:* Оцінка зв'язку між чисельністю персоналу та продуктивністю.
- *Маркетинг:* Аналіз ефективності рекламних кампаній на виручку.
- *Операційний менеджмент:* Моделювання впливу виробничих факторів на якість продукції.

Переваги використання КРА:

- Об'єктивність у прийнятті управлінських рішень.
- Виявлення прихованих закономірностей у даних.
- Підвищення точності прогнозів.
- Можливість моделювання сценаріїв «що буде, якщо…».

Приклад: Вплив маркетингових витрат та чисельності персоналу на виручку компанії

1. Постановка задачі

Мета — визначити, як маркетингові витрати (X_1) та чисельність персоналу (X_2) впливають на виручку компанії (Y).

2. *Вихідні дані.*

Рік	Маркетинг (X_1, тис. грн)	Персонал (X_2, осіб)	Виручка (Y, тис. грн)
2020	120	15	950
2021	150	18	1100
2022	180	20	1300
2023	200	22	1450
2024	220	25	1600

3. Регресійна модель

Побудуємо множинну лінійну регресію:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2$$

Після розрахунків (наприклад, у Excel)

$$Y = 200 + 5.5X_1 + 20X_2$$

4. Інтерпретація

Коефіцієнт **b_1 = 5,5** означає, що кожна додаткова тисяча гривень на маркетинг збільшує виручку на 5,5 тис. грн.

Коефіцієнт **b_2 = 20** означає, що кожен додатковий працівник додає 20 тис. грн до виручки.

Константа **a = 200** — базовий рівень виручки без урахування факторів.

5. Прогнозування

Якщо у 2025 році планується витратити 250 тис. грн на маркетинг і мати 27 працівників, прогнозована виручка буде:

$$Y = 200 + 5.5 \cdot 250 + 20 \cdot 27 = 200 + 1375 + 540 = 2115 \text{ тис. грн}$$

Проведений кореляційно-регресійний аналіз дозволив встановити наявність прямого та значущого зв'язку між маркетинговими витратами, чисельністю персоналу та виручкою компанії. Побудована регресійна модель показала, що обидва фактори мають позитивний вплив на результативний показник, а саме:

- Збільшення маркетингових витрат сприяє зростанню виручки, що свідчить про ефективність інвестицій у просування продукції.
- Зростання чисельності персоналу також позитивно корелює з виручкою, що може вказувати на підвищення виробничих потужностей або покращення обслуговування клієнтів.

Отримана модель може бути використана для прогнозування майбутніх фінансових результатів компанії, а також для оптимізації управлінських рішень щодо розподілу ресурсів. Таким чином, КРА виступає як потужний інструмент аналітики, що дозволяє перетворити дані на практичні рекомендації для підвищення ефективності бізнесу.

2. Основні види кореляційних зв'язків та їх кількісне вимірювання

У сучасному менеджменті, економіці, соціології та інших галузях знань усе більшої ваги набуває здатність виявляти та аналізувати взаємозв'язки між різними явищами та процесами. Саме для цього використовуються методи кореляційного аналізу – потужний інструмент, що дозволяє кількісно оцінити силу та напрямок зв'язку між змінними. Розуміння природи таких зв'язків є ключовим для прийняття обґрунтованих управлінських рішень, побудови прогнозних моделей та оптимізації ресурсів.

Кореляційний аналіз не лише виявляє наявність зв’язку, але й допомагає зрозуміти його характер – чи є він прямим чи оберненим, лінійним чи складнішим. Важливо також уміти правильно інтерпретувати числові показники кореляції, щоб уникнути хибних висновків. У цьому контексті знання основних видів кореляційних зв’язків та методів їх кількісного вимірювання є необхідною складовою аналітичної компетентності сучасного фахівця.

Основні види кореляційних зв’язків

1. *За напрямком зв’язку:*

   Позитивна кореляція: зі збільшенням однієї змінної інша також зростає (наприклад, витрати на рекламу та виручка).

   Негативна кореляція: зі збільшенням однієї змінної інша зменшується (наприклад, рівень стресу та продуктивність).

   Нульова кореляція: між змінними немає статистично значущого зв’язку.

2. *За формою зв’язку:*

   Лінійна кореляція: зміна однієї змінної викликає пропорційну зміну іншої.

   Нелінійна кореляція: зв’язок існує, але не є прямолінійним (наприклад, параболічна залежність).

3. *За кількістю змінних:*

   Парна кореляція: аналіз зв’язку між двома змінними.

   Множинна кореляція: аналіз зв’язку між однією залежною змінною та кількома незалежними.

Типи зв’язків

1. **Прямий (позитивний)** — зі зростанням значення одного показника збільшується інший (наприклад, зростання інвестицій → зростання прибутку).

2. **Зворотний (негативний)** — збільшення одного показника супроводжується зменшенням іншого (наприклад, збільшення собівартості → зменшення рентабельності).

3. **Тісний або слабкий** — залежно від сили зв’язку, яка виражається коефіцієнтом кореляції.

4. **Лінійний / нелінійний** — форма залежності між змінними.

Функціональна роль кореляційного та регресійного аналізу

Кореляційно-регресійний аналіз включає два взаємодоповнюючі етапи:

1.1. Кореляційний аналіз (Етап Вимірювання Зв'язку)

Призначення: Встановлення наявності, напрямку та сили статистичного зв'язку між змінними.

Інструмент: Коефіцієнт кореляції (наприклад, Пірсона r), значення якого лежить у межах від −1 до +1.

- r→1: Прямий, сильний зв'язок (збільшення X призводить до збільшення Y).
- r→−1: Обернений, сильний зв'язок (збільшення X призводить до зменшення Y).
- r→0: Зв'язок відсутній або слабкий.

Управлінське значення: Дозволяє менеджеру визначити, які саме фактори є найбільш значущими і мають бути включені до регресійної моделі, а які можна ігнорувати.

1.2. Регресійний аналіз (Етап Моделювання Зв'язку)

Призначення: Побудова математичної моделі (рівняння регресії), яка описує кількісну залежність між залежною змінною Y та однією або декількома незалежними змінними Xi.

Метод: Найчастіше використовується метод найменших квадратів (МНК), який мінімізує суму квадратів відхилень фактичних значень Y від модельних.

Результат: Рівняння, наприклад, для парної лінійної регресії: $Y=a+bX$. Коефіцієнт b (коефіцієнт регресії) показує, **на скільки одиниць** зміниться Y при зміні X на одну одиницю.

Управлінське значення: Дозволяє не лише прогнозувати Y при заданих X, а й проводити аналіз чутливості та оптимізацію (наприклад, визначити, який обсяг інвестицій X необхідний для досягнення цільового рівня прибутку Y).

Метод	Опис	Діапазон значень	Інтерпретація
Коефіцієнт Пірсона (r)	Вимірює силу лінійного зв'язку між двома числовими змінними	від -1 до +1	r ≈ ±1 — сильний зв'язок, r ≈ 0 — слабкий або відсутній
Коефіцієнт Спірмена (ρ)	Вимірює монотонний зв'язок між ранжованими змінними	від -1 до +1	Використовується для нечислових або не нормально розподілених даних
Коефіцієнт Кендалла (τ)	Альтернатива Спірмену для рангових даних	від -1 до +1	Менш чутливий до вибіркових спотворень
Коефіцієнт множинної кореляції (R)	Вимірює зв'язок між однією залежною змінною та кількома незалежними	від 0 до 1	R ≈ 1 — сильна залежність, R ≈ 0 — слабка

Для практичних задач менеджменту:

$$0 < |r| < 0.3 \text{ — слабкий зв'язок;}$$
$$0.3 \leq |r| < 0.7 \text{ — помірний;}$$
$$0.7 \leq |r| < 1.0 \text{ — сильний.}$$

Коефіцієнт розраховується за формулою Пірсона:

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}}$$

Приклад: при аналізі залежності між обсягом реклами (X) і доходом (Y) підприємства отримано r=0,86, що свідчить про сильний позитивний зв'язок.

Приклад використання коефіцієнта кореляції в менеджменті

Задача:

Керівництво торговельної компанії хоче з'ясувати, чи існує зв'язок між рівнем витрат на рекламу та обсягом щомісячного продажу продукції.

Дані спостережень за 6 місяців:

Місяць	Рекламний бюджет (тис. грн), X	Обсяг продажу (тис. грн), Y
1	50	420
2	60	450
3	70	500
4	80	550
5	90	580
6	100	600

Крок 1: Розрахунок середніх значень

$$\bar{x} = \frac{50 + 60 + 70 + 80 + 90 + 100}{6} = 75$$

$$\bar{y} = \frac{420 + 450 + 500 + 550 + 580 + 600}{6} = 516.67$$

Крок 2: Розрахунок коефіцієнта кореляції Пірсона

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

Місяць	x_i	y_i	$x_i - \bar{x}$	$y_i - \bar{y}$	$(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	50	420	-25	-96.67	2416.75	625
2	60	450	-15	-66.67	1000.05	225
3	70	500	-5	-16.67	83.35	25
4	80	550	+5	+33.33	166.65	25
5	90	580	+15	+63.33	949.95	225
6	100	600	+25	+83.33	2083.25	625

Крок 3: Підставимо у формулу

$$r = \frac{2416.75 + 1000.05 + 83.35 + 166.65 + 949.95 + 2083.25}{\sqrt{(625 + 225 + 25 + 25 + 225 + 625)(9345.44 + 4444.44 + 277.78 + 1111.11 + 4000.44 + 6944.44)}}$$

$$r = \frac{6700}{\sqrt{1750 \cdot 26123.65}} = \frac{6700}{\sqrt{45616400}} \approx \frac{6700}{6755.76} \approx 0.992$$

Коефіцієнт кореляції r ≈ 0,99 – це дуже сильний позитивний зв’язок. Це означає, що збільшення витрат на рекламу напряму пов’язане зі зростанням обсягів продажу, і менеджмент може використовувати цей факт для планування бюджетів і прогнозування доходів.

Кореляційний аналіз є одним із базових інструментів дослідження взаємозв’язків між економічними показниками в системі управління. Він дозволяє виявити наявність, напрям (прямий чи обернений) та силу зв’язку між змінними, що є надзвичайно важливим для ухвалення обґрунтованих управлінських рішень.

Ключовим показником є коефіцієнт кореляції Пірсона, який надає кількісну оцінку тісноти зв’язку:

чим ближче його значення до ±1, тим сильніше змінні пов’язані між собою. Висока кореляція сигналізує про потенційну залежність, яку доцільно далі досліджувати в межах регресійного аналізу для побудови моделей прогнозування.

Кореляційні методи — це перша аналітична сходинка, що дозволяє менеджерам і дослідникам визначити фактори найбільшого впливу, сконцентрувати зусилля на значущих змінних та усунути малозначущі з аналізу, підвищуючи ефективність наступних етапів моделювання.

3. Методи побудови та оцінювання параметрів регресійних моделей

Регресійне моделювання – це аналітичний метод, який дозволяє встановити кількісну залежність між результативною змінною (залежною) та однією або кількома факторними змінними (незалежними). У менеджменті воно використовується для моделювання впливу управлінських рішень на ключові показники ефективності підприємства (прибуток, виручку, продуктивність, рентабельність тощо).

Загальний вигляд множинної лінійної регресійної моделі:

$$Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \ldots + a_nX_n + \varepsilon$$

де:

- Y — залежна змінна (наприклад, обсяг продажів),
- $X_1, X_2, \ldots, X_n$ — незалежні змінні (наприклад, реклама, кількість персоналу, ціна),
- a_0 — вільний член (константа),
- $a_1, a_2, \ldots, a_n$ — коефіцієнти регресії (показують вплив кожної змінної),
- ε — випадкова похибка (вплив неконтрольованих факторів).

Основні типи регресійних моделей класифікують за кількістю факторів (незалежних змінних) та видом математичної функції (залежності).

Класифікація за кількістю факторів

1. Парна (однофакторна) регресія

Модель описує залежність результуючої ознаки Y лише від одного факторного показника X.

Рівняння:

$$Y = f(X) + \epsilon,$$

де є — випадкова похибка.

Застосування: Визначення залежності обсягу попиту від ціни товару, або продуктивності праці від стажу робітника.

2. Множинна (багатофакторна) регресія

Модель описує залежність результуючої ознаки Y від двох або більше факторних показників X1,X2,…,Xk.

Рівняння:

$$Y = f(X_1, X_2, \ldots, X_k) + \epsilon$$

Застосування: Прогнозування прибутку залежно від обсягу виробництва, маркетингових витрат та інвестицій в обладнання.

Класифікація за видом функції (формою зв'язку)

1. Лінійна Регресія

Це найпоширеніший та найпростіший тип, де залежна змінна Y є лінійною функцією від факторів Xi та параметрів (коефіцієнтів) bi.

Парна Лінійна:

$$Y = a + bX + \epsilon \text{ (графік — пряма лінія).}$$

Множинна Лінійна:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \cdots + b_kX_k + \epsilon.$$

Переваги: Простота інтерпретації параметрів (bi показує, на скільки змінюється Y при зміні Xi на одиницю), надійність оцінок за методом найменших квадратів.

2. Нелінійна регресія

Використовується, коли лінійна залежність недостатньо точно відображає реальний економічний зв'язок (наприклад, ефект насичення, спадна віддача). Ці моделі поділяються на:

А) Нелінійна за факторами, але лінійна за параметрами

Це моделі, які є нелінійними відносно факторних ознак Xi, але лінійними відносно коефіцієнтів (bi).

Поліноміальна (наприклад, квадратична):

$$Y = a + b_1X + b_2X^2 + \epsilon.$$

Використовується для моделювання оптимальної точки (максимуму або мінімуму).

Степенева (після логарифмування):

$$\ln Y = \ln a + b_1 \ln X_1 + \dots$$

Використовується для виробничих функцій Кобба-Дугласа.

Гіперболічна:

$$Y = a + b/X + \epsilon.$$

Б) Істотно нелінійна регресія (нелінійна за параметрами)

Це моделі, які не можуть бути зведені до лінійного вигляду простим перетворенням (наприклад, логарифмуванням). Вони вимагають складніших чисельних методів оцінки.

Класифікація за фактором часу

1. Статична Регресія

Усі змінні відносяться до одного періоду часу або до середніх значень за певний період.

Приклад: Залежність прибутку фірми від її капіталу за один звітний рік.

2. Динамічна регресія (моделі часових рядів)

Включає фактор часу. До них належать:

Трендові моделі: $Y_t = a + bt + \epsilon$ (де t — час), що відображають загальну тенденцію розвитку показника.

Авторегресійні моделі (AR): Залежна змінна Y залежить від **своїх минулих значень** (Y_t від $Y_{t-1}, Y_{t-2}, \ldots$).

Лагові моделі: Фактор X впливає на Y не миттєво, а через деякий час (Y_t залежить від $X_{t-1}, X_{t-2}, \ldots$). Використовуються для моделювання економічних запізнень (лагів).

Метод найменших квадратів (МНК)

Метод найменших квадратів (МНК) є основним способом оцінки параметрів регресійної моделі. Його мета — мінімізувати суму квадратів відхилень фактичних значень результативної змінної від теоретичних, розрахованих за моделлю:

$$\min \sum_{i=1}^{n} (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

де:

Y_i — фактичне значення результативної змінної,
$\hat{Y}_i$ — значення, отримане з моделі.

Алгоритм побудови регресійної моделі через МНК:

1. Зібрати вибіркові дані (Xi,Yi).

2. Обчислити статистики (середнє, відхилення, коваріацію).
3. Побудувати систему нормальних рівнянь (при множинній регресії — матричний запис).
4. Розв’язати систему для визначення коефіцієнтів aj.
5. Побудувати рівняння регресії.
6. Обчислити оцінки якості моделі.

Інтерпретація коефіцієнтів регресії

Коефіцієнт регресії aj означає, на скільки одиниць зміниться залежна змінна Y при зміні факторної змінної Xj на одну одиницю, за незмінності інших змінних.

Приклад: у моделі

Прибуток = 50 + 1,2·Кількість працівників + 0,8·Бюджет реклами

коефіцієнт 1,2 означає, що збільшення чисельності персоналу на 1 працівника дає приріст прибутку в середньому на 1,2 одиниці, за фіксованого рекламного бюджету.

Оцінка якості моделі

Для оцінки ефективності побудованої моделі застосовуються такі показники:

Коефіцієнт детермінації (R^2)

Показує, яку частку варіації результативної змінної пояснюють незалежні змінні:

$$R^2 = \frac{\text{Пояснена варіація}}{\text{Загальна варіація}}$$

$R^2 \to 1$ — висока якість моделі;
$R^2 < 0.5$ — слабке пояснення.

Стандартна помилка регресії (SE)

Характеризує середню величину відхилень між фактичними і прогнозованими значеннями:

$$SE = \sqrt{\frac{\sum(Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n - k - 1}}$$

де k — кількість незалежних змінних.

t-критерій Стьюдента

Перевіряє статистичну значущість окремих коефіцієнтів:

$$t = \frac{a_j}{SE(a_j)}$$

Зіставляється з критичним значенням t із таблиці. Якщо |t|>tкр, коефіцієнт значущий.

F-критерій Фішера

Перевірка значущості всієї моделі:

$$F = \frac{R^2/k}{(1 - R^2)/(n - k - 1)}$$

Якщо $F > F_{\text{кр}}$, модель є статистично значущою.

Вимоги до побудови коректної регресійної моделі

- Наявність достатньої кількості спостережень (не менше 5–10 на одну змінну);
- Відсутність сильного мультиколінеарного зв’язку;
- Стаціонарність та незалежність змінних;
- Математично обґрунтоване включення змінних (не лише з міркувань кореляції, а з економічного сенсу);
- Перевірка гіпотез щодо значущості та правильності функціональної форми моделі.

Методи побудови та оцінювання регресійних моделей є фундаментальними інструментами аналітичного менеджменту. Вони дають змогу виявити закономірності, кількісно оцінити вплив факторів, здійснити прогнозування та обґрунтувати управлінські рішення.

Таким чином, у менеджменті та економетриці найчастіше застосовується множинна лінійна регресія завдяки її простоті та універсальності, а також моделі часових рядів для прогнозування та нелінійні моделі, коли економічні закони вимагають більш складної форми залежності.

4. Інтерпретація результатів регресійно-кореляційного аналізу та перевірка адекватності моделей

Інтерпретація результатів регресійного аналізу – це процес перекладу математичних результатів у зрозумілі управлінські висновки, що дозволяють ухвалювати практичні рішення.

У центрі уваги – не лише числові значення коефіцієнтів, а їхній економічний зміст, знаковість, статистична значущість і реалістичність. Цей етап вимагає системного мислення, критичного підходу до моделі та здатності поєднувати кількісні дані з якісними чинниками середовища.

Інтерпретація параметрів моделі

Аналіз коефіцієнтів кореляції

Парний коефіцієнт кореляції (r): Вимірює силу та напрямок лінійного зв'язку між двома змінними (X і Y).

$r \approx +1$: Сильний прямий зв'язок (зростання X спричиняє зростання Y).

$r \approx -1$: Сильний обернений зв'язок (зростання X спричиняє зменшення Y).

$r \approx 0$: Зв'язок відсутній або дуже слабкий.

Множинний коефіцієнт кореляції (R): Показує силу зв'язку між залежною змінною (Y) та всією сукупністю факторів (X1,X2,…,Xk). Завжди додатній і лежить у межах [0,1].

Коефіцієнти регресії

– Показують, на скільки зміниться результативна змінна Y при зміні незалежної змінної Xj на 1 одиницю за фіксованих значень інших змінних.

– Знак коефіцієнта (+ або −) вказує на напрям впливу (прямий чи зворотний).

– Модуль коефіцієнта вказує на силу впливу — більші значення означають сильніший вплив.

Для рівняння множинної лінійної регресії Y=a+b1X1+b2X2+…:

– Коефіцієнт a (вільний член): Теоретичне середнє значення Y, коли всі факторні ознаки Xi дорівнюють нулю (у багатьох економічних моделях інтерпретація може бути безглуздою, тому він слугує переважно для корекції рівняння).

– Коефіцієнти bi (чисті коефіцієнти регресії): Показують, на скільки одиниць зміниться Y при зміні Xi на одну одиницю, за умови, що вплив усіх інших факторів фіксований (постійний). Це дозволяє кількісно оцінити вплив кожного фактора.

– Стандартизовані коефіцієнти (бета-коефіцієнти): Використовуються для порівняння сили впливу різних факторів Xi. Вони розраховуються для стандартизованих змінних і показують, який фактор має найбільший вплив на Y.

Приклад у моделі

$$\text{Прибуток} = 25 + 0{,}8 \cdot \text{Інвестиції} - 1{,}5 \cdot \text{Собівартість}$$

коефіцієнт 0,8 означає, що збільшення інвестицій на 1 млн грн дає очікуване зростання прибутку на 0,8 млн грн, а збільшення собівартості — зменшення прибутку на 1,5 млн грн.

Коефіцієнт детермінації (R^2)

Показує, **яку частину варіації залежної змінної пояснює модель:**

- $R^2 = 0.85$ → 85% змін значення Y пояснюється змінами в X.
- $R^2 \approx 1$ → модель добре пояснює змінність;
- $R^2 \approx 0$ → пояснювальна здатність відсутня.

Коефіцієнт детермінації (R2): Найважливіший показник. Він вказує, яка частка варіації (мінливості) залежної змінної Y пояснюється варіацією факторів, включених у модель. Вимірюється у відсотках (після множення на

100). Наприклад, R2=0.85 означає, що 85% змін Y пояснюються факторами моделі, а 15% — неврахованими факторами та випадковими впливами.

Статистична значущість (p-value):

- Якщо p < 0,05, то коефіцієнт вважається статистично значущим.
- Це означає, що вплив змінної на результат не випадковий.

Практична інтерпретація моделі для менеджера

Прогнозування

- Вставлення у модель прогнозних значень X → отримання Y;
- Довіра до прогнозу визначається R^2, SE та перевіркою залишків.

Рекомендації для управління

- Ідентифікація факторів із найбільшим впливом → пріоритезація дій;
- Наприклад: якщо реклама впливає сильніше за ціну, акценти в бюджеті слід змінити.

Стратегічна аналітика

- За допомогою моделей можна оцінити ефективність маркетингових каналів, продуктивність виробництва, залежність прибутковості від інвестицій.

Типові помилки в інтерпретації та перевірці моделей

❖ Прийняття високого R^2 як ознаки «ідеальної» моделі — без перевірки залишків.

❖ Нехтування мультиколінеарністю → хибні висновки про вплив факторів.

❖ Плутанина між кореляцією і причинністю.

❖ Надмірне ускладнення моделі → переобучення (overfitting).

Перевірка адекватності моделі та правильна інтерпретація результатів – невід’ємна складова регресійного аналізу в менеджменті.

Модель, яка не проходить діагностичні перевірки, не може бути використана для прогнозування або прийняття рішень, навіть якщо її математична форма виглядає переконливо.

Адекватність моделі означає, що вона достовірно відображає реальні економічні процеси та має високу пояснювальну силу. Для цього перевіряють статистичну значущість рівняння регресії в цілому та кожного окремого коефіцієнта. Загальну значущість оцінюють за допомогою F-критерію Фішера, який показує, чи існує лінійний зв'язок між залежною змінною та сукупністю незалежних факторів. Значущість окремих параметрів визначається за допомогою t-критерію Стьюдента. Якщо отримане p-значення менше 0,05, вплив фактора вважається істотним.

Важливим показником якості моделі є коефіцієнт детермінації R^2, який відображає частку варіації результативної ознаки, пояснену моделлю. Чим ближче R^2 до 1, тим кращою є модель.

Після статистичної перевірки важливо правильно інтерпретувати отримані результати. Знак коефіцієнта показує напрям впливу факторної ознаки на результат, а його абсолютне значення — силу цього впливу. Остаточна оцінка адекватності моделі має включати не лише статистичну, а й економічну інтерпретацію. Навіть якщо модель формально відповідає всім критеріям, але суперечить логіці економічного процесу або практичним спостереженням, вона не може вважатися коректною.

Контрольні питання

1. У чому полягає суть кореляційного та регресійного аналізу?
2. Як тлумачити знак і величину коефіцієнта регресії?
3. Що показує коефіцієнт детермінації (R^2)?
4. У чому різниця між множинною та частковою кореляцією?
5. Які основні етапи побудови регресійної моделі?
6. Для чого використовують t- та F-критерії у регресійному аналізі?
7. Як перевірити наявність автокореляції залишків?
8. Як оцінити адекватність регресійної моделі?

Лекція 3. Оптимізаційні економіко-математичні методи та моделі

Мета лекції: Ознайомлення із теоретичними та методологічними основами оптимізаційних економіко-математичних методів, що застосовуються для підтримки управлінських рішень. Формування у здобувачів вищої освіти знань щодо класифікації, постановки та розв'язання задач оптимізації в управлінні ресурсами, процесами та стратегічними напрямами діяльності підприємства. Розвиток навичок вибору адекватної оптимізаційної моделі для конкретної управлінської ситуації та здатності до інтерпретації отриманих рішень у практичному контексті.

План лекції

1. Поняття оптимізації в економіці та менеджменті.
2. Лінійне програмування: сутність, формулювання, економічна інтерпретація.
3. Цілочислове, нелінійне, динамічне, стохастичне програмування.
4. Практичне застосування оптимізаційних моделей у менеджменті: приклади управлінських задач.

1. Поняття оптимізації в економіці та менеджменті

Оптимізація в економіко-математичному моделюванні – це процес знаходження найкращого (оптимального) рішення з множини можливих, яке забезпечує досягнення поставленої мети (наприклад, максимізація прибутку або мінімізація витрат) з урахуванням заданих обмежень.

У менеджменті оптимізація використовується для:

- раціонального розподілу ресурсів;
- управління виробництвом і запасами;
- логістики й транспортування;

- планування бюджету;
- формування оптимального асортименту;
- розподілу персоналу чи потужностей.

Оптимізаційні моделі дозволяють вирішувати задачі вибору найкращої стратегії або плану дій за наявності кількох альтернатив та ресурсних обмежень.

В економіці оптимізація відображає фундаментальний принцип раціональної поведінки: суб'єкти (споживачі, фірми, держава) прагнуть максимізувати свою корисність або результат (наприклад, прибуток, добробут) при обмеженості ресурсів (бюджет, час, капітал, сировина).

Оптимізація формулюється як математична модель, що складається з трьох ключових елементів:

Цільова функція (F): Математичний вираз, який потрібно максимізувати (наприклад, прибуток, виручка) або мінімізувати (наприклад, витрати, час, ризик).

$$\max F(X) \rightarrow \text{Прибуток}$$

$$\min F(X) \rightarrow \text{Витрати}$$

Керовані змінні (X): Змінні, значення яких може контролювати менеджер (наприклад, обсяг виробництва, ціна, рівень запасів, кількість працівників). Саме їхнє оптимальне значення потрібно знайти.

Обмеження (G): Умови, які не можуть бути порушені через фізичні, фінансові, технологічні або правові рамки (наприклад, обмеження на сировину, потужність обладнання, бюджет).

$$G(X) \leq B \rightarrow \text{Обмеження ресурсів}$$

Будь-яка оптимізаційна задача формалізується у вигляді:

Оптимізувати (мінімізувати або максимізувати):

$$f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$$

за умови:

$$\begin{cases} g_1(x_1, ..., x_n) \leq b_1 \\ g_2(x_1, ..., x_n) = b_2 \\ x_j \geq 0, \quad j = 1, ..., n \end{cases}$$

де:

$f(x)$ — **цільова функція** (залежить від змінних x_j);
$g_i(x)$ — **система обмежень** (нерівності або рівняння);
x_j — **керовані змінні** (рішення);
b_i — константи (ресурси, технологічні, фінансові межі).

Оптимізація в менеджменті

Управлінська оптимізація спрямована на підвищення ефективності діяльності компанії на різних рівнях:

1. Стратегічний рівень (довгострокові рішення)

- Оптимізація інвестиційного портфеля: Вибір проєктів для фінансування, щоб максимізувати очікувану дохідність при заданому рівні ризику.
- Оптимізація розташування підприємств: Вибір місця для нового заводу, щоб мінімізувати логістичні витрати (сировина + доставка готової продукції).

2. Тактичний рівень (середньострокові рішення)

- Оптимізація виробничого плану (Лінійне програмування): Визначення, які продукти і в якій кількості виробляти, щоб максимізувати загальний прибуток при обмежених ресурсах (матеріали, робочий час).
- Оптимізація ціноутворення: Встановлення ціни на продукт для максимізації виручки з урахуванням еластичності попиту.

3. Операційний рівень (короткострокові рішення)

- Оптимізація маршрутів (Транспортна задача): Складання графіків доставки, щоб мінімізувати кілометраж та витрати на паливо.
- Оптимізація запасів (EOQ-модель): Визначення оптимального розміру партії замовлення, щоб мінімізувати сумарні витрати на зберігання та розміщення замовлень.

Класифікація задач оптимізації

Задачі оптимізації класифікуються за кількома ключовими ознаками, що визначають вибір математичного інструментарію:

А. За видом цільової функції та обмежень

- Лінійне програмування (ЛП): Цільова функція та всі обмеження є лінійними. Це найпростіший і найбільш поширений тип (наприклад, оптимізація виробничого плану, транспортна задача).
- Нелінійне програмування (НЛП): Цільова функція або хоча б одне обмеження є нелінійним (наприклад, моделювання економіки з нелінійними функціями попиту чи виробничою функцією Кобба-Дугласа).
- Цілочисельне програмування: Додатково вимагається, щоб деякі або всі керовані змінні приймали лише цілі значення (наприклад, кількість вироблених одиниць обладнання, вибір "так/ні" для інвестиційного проєкту).

Б. За часовим фактором

- Статична оптимізація: Знаходження оптимального рішення на певний фіксований момент часу або період (наприклад, визначення оптимальної ціни сьогодні).
- Динамічна оптимізація: Знаходження послідовності оптимальних рішень у часі, що враховує вплив рішень минулого на майбутнє та навпаки. Вимагає використання динамічного програмування (наприклад, планування інвестицій на кілька років).

В. За характером інформації

- Детермінована оптимізація: Усі параметри моделі (коефіцієнти, обмеження) вважаються точно відомими (визначеними).
- Стохастична (імовірнісна) оптимізація: Враховує невизначеність деяких параметрів (наприклад, майбутній попит, ціни ресурсів) шляхом включення ймовірнісних розподілів. Мета — знайти рішення, оптимальне в середньому або з заданою ймовірністю (наприклад, оптимізація запасів при випадковому попиті).

Роль оптимізації в управлінні ризиками та стратегією

Оптимізація виходить за рамки простого пошуку максимального прибутку і стає невід'ємною частиною управління ризиками та стратегічного планування:

- *Багатокритеріальна оптимізація:* У реальному менеджменті рідко існує лише одна мета. Часто потрібно одночасно максимізувати прибуток і мінімізувати ризик, або максимізувати якість і мінімізувати час виконання. Такі задачі вирішуються шляхом побудови множини Парето, яка показує всі рішення, коли покращення одного критерію неможливе без погіршення іншого. Менеджер обирає компромісне рішення на цій множині.
- *Аналіз "Що, якщо" (What-if Analysis):* Оптимізаційні моделі дозволяють швидко оцінювати, як зміниться оптимальне рішення та цільова функція, якщо зміняться зовнішні умови (наприклад, зросте ціна сировини, зміниться попит). Це є основою для розробки гнучких стратегій.
- *Теорія ігор:* Хоча це окремий розділ, вона тісно пов'язана з оптимізацією. Вона знаходить оптимальну стратегію для економічного суб'єкта, враховуючи, що дії конкурентів також є оптимальними для них, максимізуючи свій власний виграш.

Таким чином, оптимізація – це не просто математична вправа, а фундаментальний підхід до раціоналізації економічної діяльності, що дозволяє менеджерам приймати обґрунтовані рішення в умовах обмежених ресурсів та багатофакторної невизначеності.

2. Лінійне програмування: сутність, формулювання, економічна інтерпретація

Лінійне програмування (Linear Programming, LP) – це оптимізаційний метод, який дозволяє знайти оптимальне значення лінійної цільової функції при лінійних обмеженнях.

Цей метод широко застосовується в менеджменті для раціонального розподілу обмежених ресурсів між альтернативними варіантами з метою досягнення найкращого економічного результату (максимізація прибутку, продуктивності чи мінімізація витрат, часу тощо).

Сутність ЛП полягає у моделюванні економічних, управлінських або виробничих завдань, де всі залежності між змінними є прямо пропорційними, тобто лінійними. Цей метод дозволяє приймати найбільш раціональні рішення в умовах обмеженості ресурсів.

Формулювання типової задачі лінійного програмування має три основні складові. По-перше, визначається **цільова функція** (наприклад, загальний прибуток або загальні витрати), яка має бути максимізована або мінімізована.

Ця функція є лінійною комбінацією керованих змінних Xj, де коефіцієнти Cj — це внесок однієї одиниці Xj у цільову функцію:

$$Z = \sum_{j=1}^{n} C_j X_j.$$

По-друге, формулюється система обмежень, які відображають ліміти наявних ресурсів (сировина, час, потужність), технологічні вимоги або інші умови. Кожне обмеження є лінійною нерівністю або рівнянням:

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} X_j \leq b_i$$

(де bi — запас i-го ресурсу, а aij — витрата i-го ресурсу на виробництво одиниці j-го продукту).

По-третє, обов'язково встановлюються умови невід'ємності для керованих змінних (Xj>=0), оскільки обсяги виробництва або використання ресурсів не можуть бути від'ємними.

Типова задача ЛП записується у вигляді:

Оптимізувати (максимізувати або мінімізувати):

$$Z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \cdots + c_n x_n$$

за умови:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \cdots + a_{1n}x_n \le b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{2n}x_n \le b_2 \\ \vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \cdots + a_{mn}x_n \le b_m \\ x_j \ge 0, \quad j = 1, ..., n \end{cases}$$

де:

x_j — змінні (керовані параметри),

c_j — коефіцієнти цільової функції (економічний ефект від 1 одиниці ресурсу),

a_{ij} — коефіцієнти витрат/використання ресурсів,

b_i — доступна кількість ресурсу i.

Етапи розв’язання задачі ЛП

1. Формулювання економічної задачі у кількісному вигляді.
2. Побудова математичної моделі (запис цільової функції та системи обмежень).
3. Графічний метод (для 2 змінних) або симплекс-метод (для загального випадку).
4. Аналіз результатів — інтерпретація оптимального плану.
5. Аналіз чутливості — як зміна параметрів вплине на рішення.

Методи розв'язання задач ЛП

Для знаходження оптимального плану в лінійному програмуванні використовуються специфічні математичні алгоритми:

Графічний метод: Застосовується виключно для задач, що мають лише дві керовані змінні (X1, X2). Він полягає у побудові області допустимих рішень (багатокутника обмежень) на площині та знаходженні точки екстремуму (кутової точки багатокутника) шляхом переміщення лінії рівня цільової функції.

Симплекс-метод: Універсальний алгоритм, розроблений Дж. Данцігом. Він використовується для розв'язання задач з будь-якою кількістю змінних та обмежень. Сутність методу полягає у послідовному переборі кутових точок

області допустимих рішень. На кожному кроці відбувається перехід до суміжної кращої точки доти, доки не буде знайдено оптимальне рішення. Це найбільш поширений і надійний метод розв'язання ЛП.

Транспортний метод (метод потенціалів): Спеціалізований та прискорений алгоритм для розв'язання транспортної задачі, який використовує особливу структуру її матриці обмежень.

Задача: Планування виробництва

Підприємство виготовляє два види продукції: **A** і **B**. На кожен вид продукції витрачається обмежена кількість ресурсів: праця (год) і матеріал (кг). Прибуток з одиниці продукції A – 40 грн, з продукції B – 30 грн.

Ресурс	**Продукт A**	**Продукт B**	**Обмеження**
Праця (год)	2	1	≤ 100
Матеріал (кг)	3	2	≤ 120

Необхідно визначити скільки одиниць продукції A та B виготовити, щоб максимізувати прибуток.

Математична модель:

Нехай:

x_1 — кількість продукції A

x_2 — кількість продукції B

Цільова функція:

$$\text{Maximize: } Z = 40x_1 + 30x_2$$

Обмеження:

$$\begin{cases} 2x_1 + 1x_2 \leq 100 & \text{(праця)} \\ 3x_1 + 2x_2 \leq 120 & \text{(матеріал)} \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Розв’язання:

Метод графічний (оскільки 2 змінні): будуємо обмеження на координатній площині, знаходимо допустиму область.

Перевіряємо значення цільової функції в вершинах багатокутника.

Наприклад, оптимальний план:

$$x_1 = 20, x_2 = 60 \rightarrow Z = 40 \times 20 + 30 \times 60 = 800 + 1800 = 2600\text{грн}$$

Економічна інтерпретація результатів ЛП виходить за рамки простого знаходження оптимальних обсягів виробництва (Xj). Ключовим елементом є аналіз двоїстої задачі, що дозволяє визначити тіньові ціни (двоїсті оцінки) ресурсів. Тіньова ціна ресурсу показує, на скільки одиниць збільшиться (максимізується) цільова функція (наприклад, прибуток), якщо запас цього ресурсу збільшити на одну одиницю (за умови збереження оптимальної бази). Це дає менеджменту важливу інформацію для прийняття рішень: про доцільність придбання додаткових ресурсів (якщо тіньова ціна перевищує ринкову ціну ресурсу) або про те, які ресурси є найбільш дефіцитними ("вузькими місцями") у виробничому процесі. Таким чином, лінійне програмування не тільки знаходить найкращий план, але й надає потужний інструмент для економічного аналізу ефективності використання обмежених ресурсів.

Лінійне програмування (ЛП) продовжує залишатися ключовим інструментом управління завдяки своїй здатності вирішувати складні розподільчі задачі. Його ефективність посилюється за рахунок широкого спектра застосувань, що охоплюють майже всі функціональні сфери менеджменту.

Застосування лінійного програмування у менеджменті

Задачі ЛП знаходять практичне втілення у різних галузях економіки та управління:

1. Управління виробництвом та операціями

- Оптимізація виробничої програми: Визначення оптимальних обсягів виробництва різних видів продукції з метою максимізації прибутку або

мінімізації виробничих витрат при обмежених ресурсах (сировина, час роботи машин, праця).

- Задача про суміші (Blending Problem): Визначення оптимального складу сировини для виробництва кінцевого продукту (наприклад, палива, кормів, сплавів), що відповідає заданим якісним стандартам і мінімізує витрати на сировину.

2. Логістика та управління ланцюгами поставок

- Транспортна задача: Знаходження найбільш економічного маршруту перевезення продукції від пунктів виробництва (постачання) до пунктів споживання (складів, клієнтів) з урахуванням потужностей постачальників та потреб споживачів.
- Задача про призначення: Призначення ресурсів (робітників, машин) на виконання завдань таким чином, щоб мінімізувати загальний час або загальну вартість виконання робіт.

3. Фінансовий менеджмент

- Оптимізація інвестиційного портфеля: Формулювання портфеля з різних активів (акцій, облігацій) для максимізації очікуваного доходу при дотриманні обмежень на рівень ризику або доступний бюджет.
- Управління оборотним капіталом: Оптимізація розподілу коштів між різними статтями (запаси, дебіторська заборгованість) для максимізації ліквідності або рентабельності.

Слід зазначити, що хоча ЛП ігнорує нелінійність та цілочисельність, воно є необхідною основою для більш складних методів, таких як цілочисельне програмування та нелінійне програмування, які виникли як його розширення. Завдяки високій ефективності та наявності потужного програмного забезпечення (Solver в Excel, Gurobi, CPLEX), ЛП залишається одним з найбільш затребуваних методів кількісного аналізу в сучасному бізнесі.

3. Цілочислове, нелінійне, динамічне, стохастичне програмування

Цілочислове програмування (Integer Programming, IP) - це математичне програмування, в якому деякі або всі змінні повинні набувати лише цілих значень.

Приклади задач:

- Розподіл обмежених ресурсів (кількість людей, транспортних засобів, одиниць продукції).
- Задачі комівояжера, ранжування, розкладу.

У задачах цілочислового програмування рішення повинні набувати цілих значень. Це характерно для ситуацій, коли змінні відображають кількість об'єктів, а не подільні ресурси:

Математична модель:

$$\begin{cases} \text{Оптимізувати: } Z = \sum c_j x_j \\ \text{за умови: } \sum a_{ij} x_j \leq b_i \\ x_j \in \mathbb{Z}_+ \end{cases}$$

Приклад у менеджменті:

Підприємство має обрати, які з 5 інвестиційних проєктів реалізовувати, маючи обмежений бюджет. Рішення — або 0 (не брати), або 1 (реалізувати). Модель → бінарне програмування (0–1 IP).

Нелінійне програмування (Nonlinear Programming, NLP) У нелінійному програмуванні цільова функція і/або обмеження мають нелінійну форму (наприклад, квадрат, логарифм, експонента).

$$\text{Оптимізувати: } Z = f(x_1, x_2, ..., x_n)$$

$$\text{за умов: } g_i(x) \leq b_i \quad \text{та} \quad x_j \geq 0$$

Випадки використання:

- ефект масштабу у виробництві (продуктивність зростає нерівномірно);
- ціноутворення з еластичним попитом;

- функції ризику у фінансовому менеджменті.

Розв’язання:

- методи Лагранжа;
- градієнтні алгоритми (Newton, SQP);
- обчислювальна складність вища, ніж у лінійному програмуванні.

Динамічне програмування (Dynamic Programming, DP) Метод етапного прийняття рішень, коли рішення приймається послідовно у часі. Кожний етап враховує наслідки попередніх рішень.

$$F_k(s) = \min_{x_k} \left[f_k(x_k, s) + F_{k+1}(s') \right]$$

$F_k(s)$ — функція вартості на етапі k,
s — стан системи,
x_k — рішення на етапі k,
s' — новий стан.

Стохастичне програмування (Stochastic Programming) Метод оптимізації, який враховує невизначеність параметрів. Моделі будуються з урахуванням ймовірнісного розподілу даних (наприклад, попиту, курсів валют, термінів постачання).

$$\min_x \mathbb{E}_\xi \left[f(x, \xi) \right] \quad \text{за умови:} \quad g(x, \xi) \leq 0$$

де
ξ — випадкові змінні.

Приклади:

- управління запасами при випадковому попиті;
- страхування ризиків у проєктах;
- планування бюджету з невизначеними надходженнями.

Методи розв’язання:

- сценарний підхід (знаходження рішення при різних сценаріях);
- Монте-Карло;
- методи випадкових підградієнтів.

Різні типи оптимізаційних моделей дозволяють:

- враховувати особливості задач (дискретність, нелінійність, динамічність, невизначеність),
- адаптувати рішення до реальних управлінських ситуацій,
- підвищити ефективність менеджменту навіть в умовах складних обмежень.

Ключем до успіху є правильна постановка задачі та вибір моделі, яка відповідає структурі проблеми.

4. Практичне застосування оптимізаційних моделей у менеджменті: приклади управлінських задач

Оптимізаційні моделі є ключовим інструментом у прийнятті управлінських рішень на всіх рівнях: стратегічному, тактичному та оперативному.

Завдяки їм керівники підприємств можуть:

- розподіляти обмежені ресурси з максимальною віддачею;
- мінімізувати витрати, час, втрати або ризики;
- планувати розвиток підприємства на основі кількісного аналізу;
- оцінювати ефективність сценаріїв до їх фактичної реалізації.

Менеджер отримує можливість ухвалювати виважені, раціональні рішення, базуючись не лише на інтуїції чи досвіді, а на результатах моделювання, які враховують обмеження, цілі й ризики системи.

Типові приклади задач менеджменту, що вирішуються оптимізаційними методами

1.Виробниче планування (лінійне програмування)

Задача:

Підприємство має обмежений ресурс (сировина, праця, обладнання) і виробляє кілька видів продукції. Потрібно максимізувати прибуток або мінімізувати витрати, дотримуючись технологічних обмежень.

Модель:

Цільова функція: прибуток = $c_1x_1 + c_2x_2 + \dots$

Обмеження:

$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 \leq b_1$ — сировина

$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 \leq b_2$ — праця

$x_j \geq 0$

2. Маршрутизація і транспортні задачі (транспортне, цілочислове програмування)

Задача:

Оптимізація перевезень між кількома складами і магазинами з метою мінімізації витрат на доставку при дотриманні попиту й пропозиції.

x_{ij} — кількість продукції, що транспортується зі складу i до магазину j

Цільова функція: мінімізувати $\sum c_{ij}x_{ij}$

Обмеження:

- баланси поставки й попиту
- максимальна кількість вантажу на транспорт

Зменшення логістичних витрат, підвищення швидкості доставки, ефективність розподілу.

3. Оптимізація асортименту та ціноутворення (нелінійне програмування)

Задача:

Визначити **оптимальний набір товарів і ціни**, що максимізують прибуток при врахуванні еластичності попиту, обмежень на обсяг виробництва та складу.

Модель:

- Нелінійна цільова функція (залежність прибутку від ціни й обсягу)
- Обмеження на ресурси, кількість SKU, взаємовиключення товарів

Оптимальне ціноутворення, покращення структури асортименту, адаптація до ринкових умов.

Практичне застосування оптимізаційних моделей у менеджменті:

- підвищує ефективність рішень завдяки математичному обґрунтуванню,
- допомагає впоратися з обмеженими ресурсами,
- передбачає наслідки управлінських дій ще до їх впровадження.

Знання і вміння формулювати, розв’язувати та інтерпретувати оптимізаційні задачі — це необхідна компетенція сучасного менеджера, що працює в умовах складних систем і динамічного ринку.

Контрольні питання

1. Що таке оптимізація в економіко-математичному моделюванні?
2. Які елементи включає будь-яка оптимізаційна модель?
3. Яку роль відіграє оптимізація у процесі прийняття управлінських рішень.
4. Як економічно інтерпретується цільова функція та обмеження у моделі ЛП?
5. Які етапи розв’язання задачі лінійного програмування?
6. У чому полягає різниця між графічним методом, симплекс-методом та методом потенціалів?
7. Що таке тіньова ціна ресурсу й як вона використовується в управлінських рішеннях?
8. У чому полягає специфіка цілочислового програмування і де воно використовується?
9. Чим відрізняється нелінійне програмування від лінійного?
10. Коли доцільно застосовувати динамічне програмування?

Лекція 4. Використання цифрових інструментів Google для моделювання, аналізу даних і планування досліджень

Мета лекції: Ознайомити здобувачів освіти з теоретичними основами та практичними підходами до моделювання процесу планування наукових досліджень у сфері менеджменту. Сформувати у них розуміння ролі моделей у забезпеченні ефективності дослідницької діяльності, навчити обирати оптимальні моделі залежно від мети, об’єкта та етапів дослідження, а також застосовувати їх для вирішення реальних управлінських задач.

План лекції

1. Цифрові сервіси Google у процесі аналізу даних і планування управлінських досліджень.
2.Сутність та значення планування досліджень у менеджменті.
3. Поняття та класифікація моделей планування досліджень.
4. Основні типи моделей планування у менеджменті.

1. Цифрові сервіси Google у процесі аналізу даних і планування управлінських досліджень

Цифрові інструменти екосистеми Google посідають важливе місце у сучасному освітньому та управлінському середовищі, оскільки забезпечують доступність, інтегрованість та зручність роботи з даними в режимі реального часу. Їх використання у процесі моделювання, аналізу даних і планування досліджень сприяє підвищенню аналітичної обґрунтованості управлінських рішень та розвитку цифрових компетентностей здобувачів вищої освіти.

Одним із ключових інструментів є **Google Sheets**, який дозволяє здійснювати обробку числових даних, побудову економіко-математичних моделей та виконання аналітичних розрахунків. За допомогою вбудованих функцій і формул можливо реалізувати регресійні, кореляційні та

оптимізаційні моделі, аналізувати динаміку показників, обчислювати середні значення, індекси, темпи зростання, а також візуалізувати результати у вигляді графіків і діаграм. Спільний доступ до таблиць забезпечує колективну роботу над моделями та результатами досліджень.

Для організації збору первинних даних широко застосовується **Google Forms**, що дає змогу швидко створювати анкети, опитувальники та тести для проведення соціально-економічних і маркетингових досліджень. Результати опитувань автоматично акумулюються у таблицях Google Sheets, що значно спрощує подальший статистичний аналіз, формування вибірок і перевірку гіпотез.

Інструмент **Google Drive** забезпечує централізоване зберігання даних, моделей і звітів, а також контроль доступу до них. Це особливо важливо при плануванні досліджень, коли необхідно систематизувати джерела інформації, проміжні результати та підсумкові матеріали. Хмарна інфраструктура дозволяє працювати з даними незалежно від місця перебування та технічного пристрою.

Для планування етапів дослідження та управління часовими ресурсами доцільно використовувати **Google Calendar** і **Google Tasks**, які допомагають структурувати процес дослідження, визначати ключові дедлайни, контролювати виконання окремих завдань і координувати роботу учасників дослідницької групи.

Аналітичні можливості можуть бути розширені за рахунок інтеграції Google Sheets із зовнішніми джерелами даних та використання вбудованих інструментів автоматизації. Це дозволяє створювати сценарні моделі, аналізувати альтернативні варіанти розвитку економічних процесів і здійснювати прогнозування показників на основі реальних даних.

Таким чином, цифрові інструменти Google формують цілісне середовище для моделювання, аналізу даних і планування досліджень, поєднуючи функції збору, обробки, візуалізації та управління інформацією. Їх застосування сприяє підвищенню ефективності дослідницької діяльності, розвитку

аналітичного мислення та впровадженню сучасних підходів до прийняття управлінських рішень.

2. Сутність та значення планування досліджень у менеджменті

Планування досліджень у менеджменті — це систематичний і цілеспрямований процес розроблення структури, послідовності та змісту наукового пошуку, спрямованого на вирішення актуальних управлінських проблем. Його сутність полягає у визначенні логічно обґрунтованої послідовності дій, необхідних для досягнення поставленої мети дослідження, з урахуванням ресурсних можливостей, часових обмежень та специфіки об’єкта управління.

Планування виступає базовим елементом науково-дослідного процесу, оскільки саме на цьому етапі формулюються ключові положення дослідження: проблема, мета, завдання, гіпотези, методи, очікувані результати та критерії їх оцінювання. Воно забезпечує цілісність, узгодженість та логічну завершеність усіх етапів наукової роботи, що особливо важливо для управлінських досліджень, які часто пов’язані зі складними соціально-економічними системами.

Значення планування полягає в тому, що воно:

1. **Створює наукову основу для прийняття управлінських рішень.** Чітко сплановане дослідження дозволяє отримати достовірні дані, які можуть бути використані для розробки стратегій, політик, інноваційних підходів до управління підприємствами чи організаціями.

2. **Підвищує ефективність дослідницької діяльності.** Завдяки плануванню можна оптимально розподілити ресурси (час, фінанси, людський потенціал), уникнути дублювання дій, своєчасно скоригувати методику дослідження.

3. **Забезпечує послідовність і системність наукового пошуку.** Планування допомагає уникнути хаотичності, забезпечуючи логічну побудову дослідження від постановки проблеми до інтерпретації результатів.

4. **Сприяє підвищенню наукової обґрунтованості рішень.** Правильно визначені етапи та методи дозволяють отримати надійні результати, що мають як теоретичну, так і практичну цінність.

5. **Дозволяє прогнозувати результати та ризики.** Планування включає аналіз можливих перешкод і передбачення альтернативних сценаріїв, що підвищує гнучкість і адаптивність дослідження до змін зовнішнього середовища.

6. **Сприяє інтеграції наукових результатів у практику менеджменту.** Завдяки чітко структурованому підходу результати дослідження легше трансформуються в управлінські рішення, рекомендації чи стратегії розвитку.

Сутність планування досліджень

У контексті менеджменту планування дослідження означає формування чіткої логіки руху від наукової проблеми до практичних рішень. Це включає

Формулювання проблеми – визначення сутності управлінської ситуації, що потребує наукового пояснення чи вдосконалення.

Постановку мети та завдань – окреслення кінцевого результату та конкретних етапів його досягнення.

Розроблення гіпотез – висунення припущень, які підлягають перевірці.

Вибір методології – визначення методів, підходів та інструментів збору та аналізу даних.

Планування ресурсів – оцінювання необхідних фінансових, часових, кадрових та інформаційних ресурсів.

Організацію контролю – встановлення проміжних результатів, показників ефективності та критеріїв успіху.

Таким чином, сутність планування полягає у створенні «дорожньої карти» дослідження, яка забезпечує його логічність, узгодженість і цілеспрямованість.

Управлінські дослідження мають прикладний характер: їх результати безпосередньо впливають на прийняття рішень, формування стратегій та конкурентоспроможність підприємства. Планування в цьому контексті має багатовимірне значення:

– **Орієнтація на практичний результат.** Без ретельного плану наукова робота може перетворитися на хаотичний збір даних без конкретного управлінського ефекту.

– **Підвищення якості управлінських рішень.** Планування дозволяє зібрати релевантну інформацію, глибоко проаналізувати її та прийняти науково обґрунтовані рішення.

– **Оптимізація часу та ресурсів.** Чітке планування забезпечує економію ресурсів, уникнення дублювання робіт і концентрацію зусиль на ключових аспектах проблеми.

– **Підтримка стратегічного розвитку.** Результати досліджень, проведених за чітким планом, можуть стати основою для розроблення довгострокових стратегій розвитку організації.

– **Підвищення наукового рівня управлінської діяльності.** Планування формує культуру наукового мислення, логіку дослідницького підходу до вирішення управлінських задач.

Роль планування у науково-практичному контексті

У сучасному менеджменті, який функціонує в умовах високої динаміки середовища, цифрової трансформації та глобальної конкуренції, планування досліджень виконує роль містка між теорією і практикою. Воно дозволяє:

- Адаптувати наукові підходи до конкретних управлінських проблем.
- Формувати науково обґрунтовані стратегії інноваційного розвитку.
- Розробляти моделі прогнозування та сценарії прийняття рішень.

- Підтримувати системний підхід до управління складними соціально-економічними процесами.

Отже, планування досліджень у менеджменті — це ключовий інструмент, що забезпечує ефективність усього дослідницького процесу. Воно не лише задає структуру і логіку наукового пошуку, а й значною мірою визначає якість, точність, релевантність і практичну цінність отриманих результатів. Без належного планування навіть найактуальніші дослідження можуть втратити наукову глибину та управлінську значущість.

3. Поняття та класифікація моделей планування досліджень

Модель планування дослідження — це логічна, структурована та формалізована схема організації наукового пошуку, яка відображає основні етапи, методи, послідовність дій і взаємозв'язки між ними для досягнення визначеної наукової мети. Іншими словами, це концептуальна «карта» дослідження, що дозволяє чітко визначити його структуру, прогнозувати результати, контролювати виконання і підвищити ефективність науково-дослідної роботи.

У сфері менеджменту моделі планування мають особливе значення, оскільки вони забезпечують:

- системність та послідовність наукового пошуку;
- узгодженість теоретичних та практичних аспектів дослідження;
- можливість адаптації дослідження до змін у зовнішньому середовищі;
- підвищення обґрунтованості управлінських рішень.

Модель не лише визначає логіку дослідження, а й виступає інструментом управління дослідницьким процесом — вона допомагає структурувати складну інформацію, оптимізувати використання ресурсів і забезпечити якість наукових результатів.

Моделі планування у менеджменті можуть відрізнятися за структурою, рівнем формалізації, метою, глибиною аналізу, типом об'єкта дослідження

тощо. У науковій літературі існує кілька підходів до їх класифікації. Найпоширеніші з них наведені нижче:

За характером організації дослідницького процесу

1. **Лінійні моделі**

- Характеризуються послідовним виконанням усіх етапів дослідження від визначення проблеми до аналізу результатів.
- Кожен етап починається лише після завершення попереднього.
- Переваги: чіткість, простота управління, легкість контролю.
- Недоліки: низька гнучкість, складність адаптації до змін середовища.

Приклад: класична академічна модель наукового дослідження (проблема → мета → гіпотеза → методи → збір даних → аналіз → висновки).

2. **Ітераційні (циклічні) моделі**

- Передбачають повторення окремих етапів для уточнення гіпотези, методів чи результатів.
- Дослідження відбувається як цикл з поступовим наближенням до цілі.
- Переваги: гнучкість, можливість корекції на основі проміжних результатів.
- Недоліки: більші витрати часу і ресурсів.

Приклад: модель «постійного вдосконалення» у дослідженні управлінських процесів.

3. **Паралельні моделі**

- Окремі етапи виконуються одночасно або з частковим перекриттям.
- Використовуються в складних міждисциплінарних або корпоративних дослідженнях.
- Переваги: скорочення часу, комплексність підходу.
- Недоліки: складність координації процесів.

За рівнем формалізації

1.Формалізовані моделі

Побудовані на математичних, статистичних чи логіко-структурних методах.

Включають алгоритми, схеми, діаграми, системні моделі.

Приклад: моделі оптимізації дослідницьких ресурсів або прогнозування результатів.

2. Неформалізовані моделі

Базуються на логічних міркуваннях, експертних оцінках, інтуїції дослідника.

Використовуються у гуманітарних або стратегічних дослідженнях.

Приклад: модель дослідження корпоративної культури.

За ступенем орієнтації на практику

1. **Теоретичні моделі**
    - Спрямовані на розробку нових концепцій, підходів і теорій у менеджменті.

Приклад: моделі побудови управлінських стратегій на основі теорії систем.

2. **Прикладні моделі**
    - Орієнтовані на розв’язання конкретних управлінських проблем і впровадження результатів у практику.

Приклад: модель дослідження ефективності маркетингових стратегій.

За функціональним призначенням

1. **Аналітичні моделі** – зосереджені на аналізі поточного стану об’єкта дослідження, діагностиці проблем.
2. **Прогнозні моделі** – використовуються для прогнозування тенденцій і сценаріїв розвитку.
3. **Оптимізаційні моделі** – спрямовані на пошук найкращих рішень у межах заданих параметрів.
4. **Інтеграційні моделі** – поєднують аналітичні, прогнозні та оптимізаційні підходи для комплексного управління дослідженням.

Практичне значення класифікації моделей

Розуміння різновидів моделей планування досліджень дозволяє:

- обрати оптимальну структуру дослідницького процесу відповідно до цілей і завдань;
- забезпечити ефективне використання ресурсів та часу;
- адаптувати дослідження до умов зовнішнього середовища;
- підвищити якість та прикладну цінність отриманих результатів.

Моделі планування досліджень у менеджменті — це не лише інструменти структуризації наукового процесу, а й засоби підвищення ефективності управлінських рішень. Вони допомагають трансформувати абстрактні наукові ідеї у практичні стратегії, забезпечуючи наукову обґрунтованість, цілеспрямованість та результативність дослідження. Вибір конкретної моделі залежить від складності проблеми, типу об’єкта, рівня деталізації, ресурсних можливостей та стратегічних цілей менеджменту.

4. Основні типи моделей планування у менеджменті

Планування наукових досліджень у сфері менеджменту має вирішальне значення для забезпечення їх ефективності, системності та практичної спрямованості. Одним із ключових етапів цього процесу є вибір оптимальної моделі планування, яка відповідає меті, завданням, ресурсним можливостям та специфіці об’єкта дослідження. Модель допомагає структурувати процес від постановки проблеми до впровадження результатів, забезпечуючи логічну послідовність дій.

Залежно від цілей, змісту, складності та характеру наукового пошуку в менеджменті виокремлюють кілька основних типів моделей планування:

1. Класична (послідовна) модель планування

Сутність:

Ця модель базується на чітко визначеній, логічній і послідовній структурі дослідницького процесу, де кожен етап починається лише після завершення попереднього.

Етапи класичної моделі:

1. Визначення проблеми та обґрунтування актуальності.
2. Формулювання мети, завдань і гіпотези дослідження.
3. Розроблення теоретичної бази.
4. Вибір методів та інструментів дослідження.
5. Збір і аналіз даних.
6. Інтерпретація результатів та формування висновків.
7. Практичні рекомендації та впровадження.

Переваги:

- Чітка логіка та послідовність.
- Легкість контролю за виконанням.
- Підходить для фундаментальних і теоретичних досліджень.

Недоліки:

- Низька гнучкість.
- Складність адаптації до змін середовища чи нових даних.

Приклад застосування: академічні дослідження, стратегічні проєкти, вивчення управлінських концепцій.

2. Ітераційна (еволюційна) модель

Сутність:

Ця модель ґрунтується на циклічному підході, коли певні етапи дослідження можуть повторюватися кілька разів для уточнення гіпотез, коригування методів або переосмислення результатів.

Особливості:

- Дослідження розвивається поступово, на кожному етапі уточнюються попередні результати.
- Мета може коригуватися у процесі виконання.

Переваги:

- Гнучкість і адаптивність до нових умов.
- Можливість швидкого реагування на проміжні результати.

Недоліки:

- Складність управління процесом.

- Вищі витрати часу та ресурсів.

Приклад застосування: дослідження в умовах швидкозмінного середовища, аналіз ефективності управлінських рішень, розробка інноваційних стратегій.

3. Проєктна модель

Сутність:

Проєктна модель розглядає дослідження як окремий проєкт з чітко визначеною структурою, термінами, ресурсами та етапами реалізації. Основна увага приділяється управлінню ресурсами та досягненню конкретного практичного результату.

Ключові характеристики:

- Встановлення цілей і очікуваних результатів.
- Формування проєктної команди.
- Детальний розподіл завдань і ресурсів.
- Чіткий контроль термінів і показників ефективності.

Переваги:

- Практична спрямованість і вимірювані результати.
- Високий рівень контролю та управління.
- Можливість паралельного виконання окремих завдань.

Недоліки:

- Потребує ретельного планування та управління.
- Ризик перевищення термінів або ресурсів.

Приклад застосування: прикладні дослідження, комерційні та інноваційні проєкти, оптимізація бізнес-процесів.

4. Системно-аналітична модель

Сутність:

Ця модель базується на системному підході та використанні аналітичних методів для вивчення складних управлінських процесів. Вона передбачає глибокий аналіз об’єкта як цілісної системи з урахуванням усіх її елементів і взаємозв’язків.

Основні етапи:

- Формулювання проблеми з позиції системного підходу.
- Побудова моделі досліджуваного об’єкта.
- Аналіз внутрішніх і зовнішніх факторів.
- Моделювання сценаріїв розвитку.
- Оцінка наслідків управлінських рішень.

Переваги:

- Комплексність і глибина аналізу.
- Можливість прогнозування розвитку системи.
- Висока точність результатів.

Недоліки:

- Складність побудови та реалізації.
- Високі вимоги до кваліфікації дослідників.

Приклад застосування: стратегічне управління, прогнозування ринкових тенденцій, аналіз конкурентоспроможності.

5. Модель управління змінами

Сутність:

Ця модель фокусується на плануванні дослідження як процесу, що безпосередньо підтримує впровадження змін у системі управління. Дослідження розглядається не лише як засіб отримання знань, а як інструмент трансформації організації.

Особливості:

- Постійний моніторинг зовнішнього середовища.
- Динамічна адаптація дослідження до стратегічних змін.
- Орієнтація на практичні результати у вигляді нових управлінських підходів чи технологій.

Переваги:

- Висока релевантність результатів.
- Підвищення конкурентоспроможності організації.
- Тісний зв’язок з управлінською практикою.

Недоліки:

- Складність прогнозування результатів.
- Високі вимоги до швидкості прийняття рішень.

Приклад застосування: дослідження організаційного розвитку, цифрової трансформації, впровадження інновацій.

Основні типи моделей планування досліджень у менеджменті відрізняються за структурою, рівнем деталізації, складністю та орієнтацією на результат. Класична модель забезпечує логіку та послідовність, ітераційна – гнучкість і адаптивність, проєктна – практичну результативність, системно-аналітична – глибину та точність, а модель управління змінами – стратегічну орієнтацію на трансформацію.

Вибір оптимальної моделі залежить від цілей дослідження, ресурсів, складності проблеми, очікуваних результатів і зовнішніх умов. У практиці менеджменту часто використовують комбінацію кількох моделей, що дозволяє забезпечити баланс між науковою обґрунтованістю та прикладною ефективністю дослідження.

Контрольні питання

1. Які основні функції виконує планування в організації дослідження?
2. Що розуміють під моделлю планування досліджень у менеджменті?
3. Які основні ознаки характеризують модель дослідницького процесу?
4. Які основні типи моделей планування використовуються у наукових дослідженнях менеджменту?
5. У чому полягає сутність класичної моделі планування?
6. Як ітераційна модель забезпечує адаптивність дослідження?

Лекція 5. Економіко-математичне моделювання станів та динаміки функціонування товарних ринків і обсягів пропозиції товарів та послуг

Мета лекції: формування у здобувачів освіти цілісного розуміння теоретичних основ і практичних підходів до моделювання станів та динаміки розвитку товарних ринків, а також процесів формування та зміни обсягів пропонування товарів і послуг. Здобувачі повинні засвоїти принципи побудови економіко-математичних моделей, які описують ринкову рівновагу, структуру попиту та пропозиції, фактори впливу на динаміку пропонування, а також навчитися застосовувати ці моделі для прогнозування ринкових процесів та ухвалення управлінських рішень у сфері менеджменту.

План лекції

1. Концептуальні основи та функції моделювання в системі аналізу товарних ринків.
2. Методологічні основи моделювання станів ринку.
3. Економіко-математичні моделі формування пропозиції на ринку товарів і послуг.
4. Динамічні моделі розвитку ринку.

1. Концептуальні основи та функції моделювання в системі аналізу товарних ринків

Моделювання у сфері дослідження товарних ринків – це науковий метод пізнання, який полягає у створенні спрощених, але логічно обґрунтованих відображень реальних ринкових процесів у вигляді математичних, графічних чи логіко-аналітичних моделей. Такі моделі відображають ключові взаємозв’язки між основними елементами ринку – попитом, пропозицією,

ціною, конкуренцією, еластичністю – і дозволяють досліднику аналізувати структуру, динаміку та тенденції розвитку ринкових систем.

У менеджменті моделювання виконує роль інтелектуального інструменту, який дає змогу не лише описати реальну економічну ситуацію, а й прогнозувати її розвиток, виявляти закономірності та будувати сценарії прийняття управлінських рішень. Моделі допомагають зробити складні ринкові процеси більш зрозумілими та керованими, що особливо важливо в умовах динамічного та конкурентного середовища.

Концептуальні основи моделювання товарних ринків

Побудова моделей товарних ринків базується на низці фундаментальних концепцій і підходів:

- **Системний підхід.** Ринок розглядається як цілісна система з багатьма взаємопов'язаними елементами (виробники, споживачі, конкуренти, державні інституції), зміни в одному з яких впливають на всю систему.
- **Мікро- та макроекономічний аналіз.** Моделі враховують як поведінку окремих суб'єктів (мікроекономіка), так і загальні ринкові тенденції (макроекономіка).
- **Динамічний підхід.** Стан ринку постійно змінюється під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів, тому моделі повинні враховувати часовий аспект і відображати динаміку змін.
- **Кібернетичний підхід.** Ринок розглядається як система зворотних зв'язків, де результати управлінських рішень впливають на поведінку суб'єктів ринку, а ті, своєю чергою, змінюють параметри самої системи.
- **Прогнозно-аналітична концепція.** Моделі не лише описують поточний стан ринку, а й дозволяють прогнозувати майбутні тенденції та наслідки управлінських рішень.

Основні функції моделювання в аналізі товарних ринків

Моделювання виконує комплекс взаємопов'язаних функцій, які підсилюють ефективність дослідження ринкових процесів:

1. *Аналітична функція* – забезпечує структурований аналіз ринку, виявлення взаємозалежностей між його елементами, визначення ключових факторів, що впливають на попит і пропозицію.
2. *Діагностична функція* – дозволяє оцінити поточний стан ринку, виявити дисбаланси, структурні проблеми чи потенційні ризики.
3. *Прогнозна функція* – забезпечує можливість моделювання майбутніх сценаріїв розвитку ринку залежно від змін зовнішніх і внутрішніх умов.
4. *Оптимізаційна функція* – дає змогу знаходити найефективніші рішення щодо цінової політики, обсягів виробництва, розподілу ресурсів тощо.
5. *Інформаційно-орієнтаційна функція* – надає керівникам, інвесторам та аналітикам систематизовану інформацію для прийняття управлінських рішень.
6. *Стратегічна функція* – допомагає формувати довгострокові стратегії розвитку підприємств і галузей на основі прогнозів ринкових тенденцій.

Значення моделювання для управління товарними ринками

Моделі аналізу товарних ринків є не лише теоретичним інструментом, а й практичним засобом підвищення ефективності менеджменту. Вони дозволяють:

- обґрунтовано оцінювати вплив управлінських рішень на попит і пропозицію;
- прогнозувати зміни ринкової кон’юнктури;
- визначати оптимальні обсяги виробництва та реалізації;
- будувати ефективні стратегії виходу на нові ринки або зміцнення позицій на існуючих;
- оцінювати реакцію ринку на зміни цін, доходів споживачів, технологій чи державного регулювання.

Концептуальні основи моделювання товарних ринків поєднують системність, науковість і практичність підходів до аналізу економічних процесів. Завдяки своїм багатогранним функціям моделювання є не лише способом пізнання ринку, а й важливим інструментом стратегічного

управління, який дозволяє підприємствам і державним інституціям ефективно адаптуватися до змін середовища, передбачати тенденції та приймати науково обґрунтовані рішення.

2. Методологічні основи моделювання станів ринку

Моделювання станів ринку виступає ключовим інструментом економічного аналізу, оскільки воно дозволяє глибше зрозуміти внутрішню логіку функціонування ринкової системи та її реакцію на зміни макро- й мікроекономічного середовища. У сучасних умовах глобалізації, цифровізації економіки та високої динамічності попиту й пропозиції саме моделі стають основою для прийняття стратегічно важливих управлінських рішень на рівні підприємств, галузей і держави.

Завдяки побудові моделей можна ідентифікувати фактори, які найбільше впливають на стан ринку, оцінити їх кількісний вплив і визначити силу взаємозв’язків між окремими економічними змінними. Наприклад, моделювання дозволяє визначити, як зміна рівня доходів споживачів позначиться на обсягах попиту, як коливання цін вплинуть на структуру пропозиції, або як зростання витрат виробництва змінить рівноважну ціну на ринку.

Важливою перевагою моделювання є можливість аналізу альтернативних сценаріїв розвитку. Створюючи кілька варіантів моделей із різними параметрами, дослідник може оцінити ймовірні наслідки управлінських рішень, передбачити потенційні ризики та обрати найефективніший варіант дій. Це особливо актуально для стратегічного планування та прогнозування в умовах невизначеності та швидких змін ринкової кон’юнктури.

Крім того, моделювання дає змогу поєднати теоретичні концепції з практичними аспектами ринкової діяльності. Теоретичні економічні закономірності, такі як закон попиту й пропозиції, принципи еластичності чи механізми ринкової рівноваги, набувають прикладного значення саме через моделі, що перетворюють їх на інструменти аналізу й прогнозування. Це

робить моделювання не лише методом наукового пізнання, а й практичним інструментом управління ринковими процесами.

Отже, моделювання станів ринку забезпечує:

- глибоке розуміння структури та механізмів функціонування ринкової системи;
- кількісну оцінку впливу факторів на основні економічні показники;
- можливість прогнозування динаміки попиту, пропозиції, цін і конкуренції;
- розроблення ефективних стратегій розвитку підприємств і галузей;
- зниження рівня ризиків у процесі прийняття управлінських рішень.

Методологічні принципи моделювання станів ринку

Методологія моделювання спирається на сукупність наукових принципів, які забезпечують точність, системність та практичну цінність побудованих моделей:

1. **Системність** – ринок розглядається як цілісна система з багатьма взаємозалежними елементами (споживачі, виробники, держава, посередники), де зміна одного з них впливає на стан усієї системи.
2. **Комплексність** – модель має враховувати взаємодію економічних, соціальних, технологічних, політичних і правових факторів, які формують ринкову ситуацію.
3. **Динамічність** – стан ринку не є статичним, тому моделі повинні враховувати часові зміни, адаптацію до нових умов і циклічність розвитку.
4. **Адекватність** – модель повинна максимально точно відображати реальні процеси, зберігаючи при цьому зрозумілу та доступну структуру.
5. **Цілеспрямованість** – процес моделювання має бути орієнтованим на вирішення конкретних завдань: прогнозування, аналіз конкурентоспроможності, оцінку ринкових ризиків тощо.

6. **Оптимальність** – модель повинна бути достатньо точною для аналізу, але не надмірно складною, щоб залишатися зручною для практичного застосування.

Основні етапи методології моделювання станів ринку

Методологічна побудова моделі ринку передбачає послідовне проходження кількох важливих етапів:

1. **Постановка проблеми та визначення цілей дослідження**
   - Формулювання питання, яке необхідно вирішити: аналіз рівноваги, оцінка впливу факторів, прогнозування динаміки тощо.
   - Визначення цільових показників (обсяг продажу, ціна, частка ринку тощо).
2. **Формування теоретичної бази**
   - Огляд існуючих теорій попиту та пропозиції, ринкової рівноваги, моделей поведінки споживачів і виробників.
   - Вибір економічних законів і закономірностей, які ляжуть в основу моделі.
3. **Визначення параметрів і факторів**
   - Ідентифікація основних змінних (ціна, дохід споживачів, виробничі витрати, еластичність, конкуренція).
   - Встановлення залежностей між ними (лінійні, нелінійні, стохастичні).
4. **Побудова моделі**
   - Формалізація взаємозв’язків у вигляді математичних рівнянь, графіків, економетричних функцій або алгоритмів.
   - Побудова базової та розширеної моделей для порівняння результатів.
5. **Перевірка моделі на адекватність**
   - Оцінка точності моделі шляхом порівняння прогнозованих результатів із реальними даними.
   - Уточнення параметрів і корекція структури моделі.

6. **Інтерпретація результатів і їх практичне застосування**
    - Аналіз отриманих висновків, визначення ключових факторів впливу.
    - Використання результатів для прогнозування ринкової динаміки чи прийняття управлінських рішень.

Підходи до моделювання станів ринку

Залежно від мети й об’єкта аналізу застосовуються різні підходи:

- **Аналітичні моделі** – використовують математичні функції попиту та пропозиції для опису стану рівноваги.
- **Економетричні моделі** – будуються на основі статистичних даних і дозволяють кількісно оцінити вплив факторів.
- **Імітаційні моделі** – відтворюють поведінку ринку шляхом комп’ютерного моделювання сценаріїв.
- **Системно-динамічні моделі** – враховують зворотні зв’язки між елементами ринку та дозволяють досліджувати його довгострокову еволюцію.

Практичне значення моделювання станів ринку

Моделі стану ринку мають важливе значення для:

- прогнозування змін попиту, пропозиції та цін;
- оцінювання впливу державного регулювання та податкової політики;
- планування виробничих обсягів і маркетингових стратегій підприємств;
- виявлення ринкових дисбалансів і ризиків;
- визначення оптимальних стратегій входу на нові ринки

Методологічні основи моделювання станів ринку поєднують теоретичні принципи, логіку наукового аналізу та прикладні інструменти економіко-математичного опису ринкових процесів. Грамотно побудована модель дає змогу глибоко зрозуміти механізми функціонування ринку, визначити ключові фактори впливу на його розвиток і забезпечити науково обґрунтоване прийняття управлінських рішень у сфері бізнесу та державної економічної політики.

Таким чином, моделювання виступає не лише засобом аналізу минулих і поточних тенденцій, а й інструментом активного управління майбутнім розвитком ринкової системи, що робить його невід'ємною складовою сучасного економічного менеджменту.

3. Економіко-математичні моделі формування пропозиції на ринку товарів і послуг

Економіко-математичні моделі формування пропозиції – це наукові інструменти, які відображають закономірності поведінки виробників та постачальників товарів і послуг на ринку, показуючи залежність обсягів пропозиції від ключових економічних чинників. Такі моделі дозволяють не лише описати існуючі ринкові процеси, а й прогнозувати зміни обсягів виробництва та постачання продукції залежно від коливань цін, вартості ресурсів, технологічних умов, державного регулювання та інших факторів.

Пропозиція як економічна категорія відображає бажання та здатність виробників поставляти товари або послуги на ринок за певного рівня ціни протягом визначеного часу. Тому моделі пропозиції є важливим інструментом для аналізу рівноваги на ринку, оцінки ефективності виробництва, планування обсягів випуску продукції та розробки стратегій управління виробничими ресурсами.

Основні фактори, що визначають пропозицію

Моделювання пропозиції ґрунтується на врахуванні комплексу економічних факторів, серед яких ключові такі:

- **Ціна товару (P)** – головний стимул для виробника: зі зростанням ціни обсяг пропозиції, як правило, збільшується.
- **Ціни на ресурси та фактори виробництва (C)** – зростання витрат зменшує прибутковість виробництва й обсяг пропозиції.
- **Рівень технологій (T)** – підвищення технологічної ефективності дозволяє виробляти більше продукції за тих самих витрат.

- **Податкова політика та державне регулювання (G)** – зміни податкового навантаження чи субсидії безпосередньо впливають на обсяги виробництва.
- **Ціни на альтернативні товари (Pa)** – можуть спричинити перерозподіл виробничих ресурсів на користь більш прибуткової продукції.
- **Прогноз очікувань виробників (E)** – очікування майбутнього підвищення чи зниження цін впливають на рішення про поточні обсяги виробництва.

Базові економіко-математичні моделі пропозиції

Найпростішою формою економіко-математичного опису є лінійна модель пропозиції, яка встановлює пряму залежність між обсягом пропозиції та ціною:

$$Q_s = a + bP$$

де:

Q_s — обсяг пропозиції;
P — ціна товару;
a — автономна пропозиція (обсяг, який пропонується незалежно від ціни);
b — коефіцієнт еластичності пропозиції за ціною (показує зміну пропозиції при зміні ціни на 1 одиницю).

Нелінійні моделі пропозиції

У реальній економіці залежність між обсягом пропозиції та ціною часто має нелінійний характер. Наприклад, на початкових етапах виробництва зростання ціни може призводити до стрімкого збільшення пропозиції, однак після досягнення певного рівня виробничих потужностей приріст стає повільнішим.

Приклад нелінійної моделі:

$$Q_s = a + bP + cP^2$$

де:

c — коефіцієнт, що враховує зміну темпів приросту пропозиції.

Такі моделі дають змогу точніше відобразити реальну поведінку виробників, особливо у випадках насичення ринку або обмежених виробничих потужностей.

Багатофакторні моделі пропозиції

У складніших випадках обсяг пропозиції залежить не лише від ціни, а й від сукупності інших факторів:

$$Q_s = a + bP + cC + dT + eG$$

C — витрати на ресурси,

T — рівень технологій,

G — податкова політика чи субсидії.

Такі моделі дозволяють врахувати взаємний вплив економічних змінних і більш точно прогнозувати пропозицію в динамічних умовах.

Динамічні моделі пропозиції

Оскільки пропозиція формується не миттєво, а з певним часовим лагом, важливе значення мають динамічні моделі, які враховують запізнення реакції виробників на зміни цін чи попиту:

$$Q_s(t) = a + bP(t-1)$$

де:

$Q_s(t)$ — пропозиція у поточному періоді;
$P(t-1)$ — ціна у попередньому періоді.

Такі моделі широко використовуються у прогнозуванні ринкової кон’юнктури та стратегічному плануванні виробництва.

Практичне значення моделей пропозиції

Економіко-математичні моделі пропозиції виконують важливі функції у сфері управління та стратегічного планування:

- *Аналітична:* дозволяють оцінити вплив різних факторів на обсяг виробництва.

- *Прогнозна:* допомагають передбачити майбутні зміни пропозиції залежно від сценаріїв розвитку ринку.
- *Оптимізаційна:* сприяють пошуку найефективніших стратегій розподілу ресурсів.
- *Рекомендаційна:* формують базу для прийняття управлінських рішень щодо виробничої політики, цінової стратегії чи інвестицій.

Економіко-математичні моделі формування пропозиції є потужним інструментом аналізу ринкових процесів, що дозволяє поєднати теоретичні засади економіки з практичними аспектами управління виробництвом і маркетингом. Вони забезпечують кількісне відображення закономірностей ринкової поведінки, дозволяють прогнозувати зміни кон'юнктури та формувати науково обґрунтовані управлінські рішення щодо розвитку бізнесу, стратегій ціноутворення та позиціонування товарів і послуг на ринку.

4. Динамічні моделі розвитку ринку

Динамічні моделі розвитку ринку дозволяють глибше зрозуміти механізми функціонування економічної системи, оскільки вони не лише фіксують зміну окремих показників, а й відображають логіку їхньої взаємодії у процесі еволюції ринку. Такі моделі показують, як зміни в одному елементі – наприклад, у ціні або рівні попиту – можуть з часом впливати на інші складові системи, такі як обсяги виробництва, ринкова частка підприємства, інвестиційна активність чи поведінка споживачів. Завдяки цьому вони стають ефективним інструментом аналізу складних і багатофакторних процесів, які не можна пояснити за допомогою статичних підходів.

Важливою особливістю динамічних моделей є їхня здатність враховувати часові лаги – тобто запізнення реакції учасників ринку на зміни зовнішнього середовища. Наприклад, збільшення попиту не завжди одразу призводить до зростання пропозиції, оскільки підприємствам потрібен час для нарощування виробничих потужностей. Аналогічно, зниження цін може впливати на

поведінку споживачів із певним запізненням, коли очікування майбутніх змін формують відкладений попит.

Крім того, динамічні моделі враховують циклічність економічного розвитку, що є невід'ємною рисою ринкової економіки. Вони дозволяють досліджувати фази зростання, спаду, стабілізації та кризи, прогнозувати перехід ринку з однієї фази в іншу та визначати чинники, що стимулюють або стримують цей процес. Урахування циклічності дає змогу не лише аналізувати минулі тенденції, а й передбачати майбутні зміни кон'юнктури.

Окреме значення динамічних моделей полягає у врахуванні нелінійних взаємозв'язків між ринковими змінними. У реальній економіці зміни не завжди відбуваються прямо пропорційно: наприклад, невелике підвищення цін може не вплинути на попит, тоді як певний поріг ціни може спричинити його різке падіння. Динамічні моделі дозволяють описати такі складні реакції системи та врахувати їх під час прогнозування.

У сучасній економіці динамічне моделювання відіграє надзвичайно важливу роль, оскільки ринкове середовище постійно змінюється під впливом науково-технічного прогресу, коливань попиту, державного регулювання, конкурентних стратегій і глобалізаційних процесів. Такі моделі дозволяють:

- прогнозувати майбутню кон'юнктуру ринку;
- оцінювати наслідки управлінських рішень у перспективі;
- планувати обсяги виробництва та продажу;
- будувати ефективні стратегії виходу на нові ринки;
- виявляти ризики, цикли та фази економічного розвитку.

Методологічні основи побудови динамічних моделей

Побудова динамічних моделей розвитку ринку базується на таких принципах:

Часовий аспект: змінні моделі виражаються як функції часу t, що дозволяє відстежувати їхню еволюцію.

Причинно-наслідкові зв'язки: враховується вплив різних факторів на зміни основних показників.

Запізнення реакції (лаг): ринкові процеси не реагують миттєво, тому моделі включають часові лаги.

Зворотні зв'язки: динаміка попиту впливає на пропозицію, а пропозиція — на ціни, створюючи саморегульовану систему.

Прогнозна спрямованість: метою моделі є не лише опис поточних тенденцій, а й передбачення майбутнього розвитку.

Основні типи динамічних моделей розвитку ринку

1. Моделі трендового зростання

Ці моделі описують поступове збільшення або зменшення ринкових показників під впливом часу. Найпростішою формою є лінійна трендова модель:

$$Q(t) = a + bt$$

де:

$Q(t)$ – обсяг продажу (або інший показник) у момент часу t;
a – початковий рівень показника;
b – темп зміни (приріст за одиницю часу).

Приклад: прогнозування продажів нового продукту в умовах стабільного зростання попиту.

2. Циклічні моделі розвитку ринку

Ринкові процеси часто підлягають коливанням (економічні цикли, сезонність, коливання попиту). Ці явища можна описати гармонічною моделлю:

$$Q(t) = a + b\sin(\omega t + \phi)$$

де:

a – середній рівень показника;

b – амплітуда коливань;

ω – частота циклів;

ϕ – початкова фаза.

Приклад: сезонні коливання попиту на сільськогосподарську продукцію або туристичні послуги.

3. Моделі рівноваги з лагом (адаптивні моделі)

Ці моделі враховують затримку реакції виробників на зміни цін або попиту. Наприклад, адаптивна модель пропозиції може виглядати так:

$$Q_s(t) = a + bP(t-1)$$

$Q_s(t)$ – пропозиція в період t;

$P(t-1)$ – ціна у попередньому періоді.

Такі моделі показують, як виробники реагують на минулі зміни, що часто спостерігається на ринках із тривалим виробничим циклом (наприклад, автомобільна промисловість, аграрний сектор).

4. Системно-динамічні моделі

Ці моделі описують взаємодію кількох змінних одночасно — наприклад, попиту, пропозиції та ціни. Вони можуть мати вигляд системи диференціальних рівнянь:

$$\frac{dQ_d}{dt} = f(P, I, t)$$

$$\frac{dQ_s}{dt} = g(P, C, t)$$

$$\frac{dP}{dt} = h(Q_d, Q_s, t)$$

Q_d – попит;
Q_s – пропозиція;
P – ціна;
I – дохід споживачів;
C – виробничі витрати.

Такі моделі дозволяють аналізувати поведінку ринку як цілісної системи, виявляти точки рівноваги, оцінювати стабільність і прогнозувати можливі сценарії розвитку.

5. Імітаційні (комп'ютерні) моделі ринку

Імітаційні моделі будуються з використанням комп'ютерного моделювання, коли реальні ринкові процеси відтворюються у вигляді симуляцій. Вони дозволяють враховувати десятки змінних, сценаріїв і варіантів розвитку подій.

Наприклад, у таких моделях можна проаналізувати:

- вплив зростання податків на обсяг продажів;
- реакцію споживачів на зміну цін;
- поведінку конкурентів при зміні ринкової стратегії.

Динамічні моделі розвитку ринку являють собою один із найважливіших інструментів стратегічного аналізу та управління економічними процесами, адже вони дають змогу не лише відтворити поточний стан ринку, а й глибоко проаналізувати логіку його трансформацій. Завдяки таким моделям можна простежити, як саме взаємодіють між собою різні економічні змінні, як зовнішні та внутрішні фактори впливають на поведінку учасників ринку, а також визначити можливі сценарії розвитку подій у коротко- та довгостроковій перспективі.

Їх застосування відкриває широкі можливості для прогнозування майбутніх тенденцій, оцінки потенційних ризиків та розроблення стратегій адаптації бізнесу до змін кон'юнктури. Динамічні моделі дозволяють виявити причинно-наслідкові зв'язки між рішеннями підприємств, змінами попиту, коливаннями цін та загальними умовами ринку, що створює основу для прийняття науково обґрунтованих управлінських рішень.

Крім того, використання таких моделей сприяє підвищенню ефективності стратегічного планування, оптимізації ресурсів та вибору оптимальної ринкової стратегії. Вони допомагають підприємствам швидше реагувати на зміни середовища, підвищувати свою гнучкість та конкурентоспроможність, а також формувати стійкі позиції на ринку. Для державних інституцій динамічне моделювання є важливим інструментом прогнозування макроекономічних тенденцій, розроблення політики регулювання та підтримки галузей економіки.

Таким чином, динамічні моделі розвитку ринку стають невід'ємною частиною сучасної економічної науки та практики. Вони забезпечують глибше розуміння ринкових механізмів, дозволяють своєчасно реагувати на зміни та приймати стратегічні рішення, спрямовані на стабільне зростання, розвиток і підвищення ефективності функціонування ринкової економіки в умовах глобальних викликів і трансформацій.

Контрольні питання

1. Які основні принципи лежать в основі побудови моделей товарного ринку?
2. Які функції виконує моделювання у процесі дослідження ринкових процесів?
3. Що таке моделювання станів ринку і яка його мета?
4. Які методологічні принципи враховуються при побудові моделей ринку?
5. Які основні етапи включає процес моделювання станів ринку?
6. Чому важливо враховувати часові лаги та зворотні зв'язки у моделях?
7. Яка роль економіко-математичних моделей у дослідженні пропозиції?
8. Які основні фактори впливають на формування пропозиції на ринку?
9. Як виглядає базова лінійна модель пропозиції та що означають її параметри?

Лекція 6. Кількісні методи аналізу та моделювання сегментної структури ринку

Мета лекції: формування у здобувачів знань про сутність, принципи, моделі та методи сегментування ринку як ключового інструменту стратегічного маркетингу. Після вивчення теми студенти повинні розуміти логіку процесу сегментації, вміти застосовувати різні моделі аналізу споживачів та їхніх потреб, обирати критерії поділу ринку, оцінювати привабливість сегментів і приймати обґрунтовані управлінські рішення щодо позиціонування товарів та послуг.

План лекції

1. Значення сегментації у стратегічному плануванні, її критерії та принципи.
2. Основні та динамічні моделі сегментування й розвитку ринку.
3. Методи сегментування ринку та їх практичне застосування в маркетинговій діяльності підприємства.
4. Оцінювання привабливості та вибір цільових сегментів.

1. Значення сегментації у стратегічному плануванні, її критерії та принципи

Сегментування ринку є одним із ключових інструментів стратегічного маркетингу, що забезпечує ефективне управління діяльністю підприємства в умовах конкурентного середовища. Його основна роль полягає в тому, щоб поділити сукупний ринок на більш однорідні групи споживачів, які мають схожі потреби, поведінкові характеристики та очікування. Такий підхід дозволяє компанії більш точно визначити свої цільові аудиторії, адаптувати маркетингові стратегії, оптимізувати ресурси та підвищити конкурентоспроможність продукції чи послуг.

Сегментація ринку забезпечує:

- *Стратегічну спрямованість* — дозволяє зосередитися на найперспективніших сегментах і розробити спеціалізовані пропозиції для кожного з них.
- *Оптимізацію маркетингових ресурсів* — сприяє ефективному використанню бюджету та комунікаційних каналів.
- *Покращення позиціонування* — забезпечує створення унікальної ціннісної пропозиції для конкретної групи споживачів.
- *Підвищення рівня задоволеності клієнтів* — завдяки точному врахуванню їхніх потреб і переваг.

Для здійснення сегментації необхідно дотримуватися певних критеріїв, які дозволяють чітко виокремити групи споживачів:

- ***Географічні*** — країна, регіон, кліматичні умови, густота населення.
- ***Демографічні*** — вік, стать, дохід, рівень освіти, сімейний стан.
- ***Психографічні*** — стиль життя, цінності, інтереси, особистісні характеристики.
- ***Поведінкові*** — мотиви купівлі, частота споживання, рівень лояльності, ставлення до продукту.

Водночас ефективність сегментації забезпечується дотриманням основних принципів, серед яких:

- ***Вимірюваність*** — можливість кількісно оцінити розмір та потенціал сегмента.
- ***Доступність*** — можливість охоплення сегмента за допомогою маркетингових інструментів.
- ***Істотність*** — достатній розмір і прибутковість сегмента для виправдання маркетингових зусиль.
- ***Диференційованість*** — наявність суттєвих відмінностей між сегментами.
- ***Реалізованість*** — здатність підприємства ефективно працювати з вибраним сегментом.

Сегментація ринку є не лише важливим інструментом стратегічного управління, а й фундаментом для побудови всього комплексу маркетингових рішень підприємства. Вона створює базу для розроблення продуктів, які максимально відповідають потребам конкретних груп споживачів, дозволяє більш точно визначити цінову політику, розробити ефективні канали розподілу та сформувати релевантні комунікаційні повідомлення. Саме завдяки цьому підприємство може досягти високого рівня конкурентоспроможності та закріпити свої позиції на ринку.

Процес сегментування зазвичай включає кілька послідовних етапів. На першому етапі проводиться аналіз ринку та поведінки споживачів із метою виявлення ключових факторів, що впливають на їхні рішення щодо купівлі. Наступним кроком є визначення критеріїв сегментування відповідно до стратегічних цілей компанії та специфіки ринку. Після цього здійснюється поділ споживачів на сегменти на основі обраних ознак і характеристик. Далі кожен сегмент оцінюється за привабливістю та потенціалом зростання, після чого приймається рішення щодо вибору цільових сегментів. Завершальним етапом є розроблення маркетингової стратегії для кожного сегмента та позиціонування товару або послуги на ринку.

2. Основні та динамічні моделі сегментування й розвитку ринку

Використання моделей сегментування дозволяє підприємствам отримати глибше розуміння ринку, виявити його приховані можливості та визначити, які саме групи споживачів мають найбільший потенціал для розвитку. Завдяки цьому компанії можуть не лише ефективніше планувати свою діяльність, а й зменшувати ризики, пов’язані з невдалим позиціонуванням продукту або неправильним вибором цільового сегмента. Крім того, моделі сегментування допомагають адаптувати товарну пропозицію під змінні потреби споживачів, своєчасно реагувати на нові тенденції та створювати конкурентні переваги.

У сучасних умовах динамічного ринкового середовища, коли споживчі запити швидко змінюються під впливом технологічного прогресу, цифровізації, глобалізації та соціально-економічних факторів, роль моделей сегментування значно зростає. Вони дозволяють не лише зафіксувати поточний стан ринку, а й передбачити його подальшу еволюцію, зокрема появу нових сегментів, зміну структури попиту та трансформацію споживчих пріоритетів.

Особливої ваги набувають **динамічні моделі**, які враховують часовий фактор і поведінкові зміни цільових груп. Вони допомагають прогнозувати життєвий цикл продуктів, оцінювати реакцію ринку на інновації, моделювати сценарії розвитку галузі та визначати стратегічні напрями зростання підприємства. У результаті бізнес отримує змогу діяти проактивно — не лише реагувати на зміни, а й передбачати їх, формуючи власні конкурентні переваги ще до появи нових викликів.

Основні моделі сегментування ринку відіграють ключову роль у процесі маркетингового аналізу, оскільки саме вони забезпечують ґрунтовне розуміння структури ринку, його потенціалу та особливостей поведінки споживачів. Їх застосування дає змогу підприємствам не лише виділити однорідні групи клієнтів, а й краще зрозуміти їхні мотиви, потреби, очікування та специфіку споживання. Це, у свою чергу, дозволяє створювати цільові маркетингові стратегії, що підвищують конкурентоспроможність компанії та забезпечують довгострокову лояльність клієнтів.

Основні моделі сегментування застосовуються для аналізу поточного стану ринку та виокремлення окремих груп споживачів за спільними характеристиками. Їх головне завдання – структурувати ринок таким чином, щоб підприємство могло максимально ефективно задовольнити потреби кожної групи, оптимізуючи при цьому витрати та підвищуючи прибутковість. Нижче розглянуто найбільш поширені з них:

- **Дескриптивні (описові) моделі.** Ці моделі ґрунтуються на поділі ринку за спостережуваними ознаками – географічними, демографічними,

психографічними та поведінковими. Вони дозволяють отримати загальну картину структури ринку, швидко визначити потенційні цільові аудиторії та сформувати базові маркетингові стратегії для кожного сегмента. Перевагою описових моделей є простота у використанні та зрозумілість результатів, що робить їх особливо корисними на початкових етапах дослідження.

- **Поведінкові моделі.** Ці підходи аналізують мотиви купівлі, частоту використання продукту, рівень лояльності, чутливість до ціни та інші аспекти поведінки споживачів. Вони дозволяють підприємству глибше зрозуміти споживчі звички та очікування, що забезпечує можливість точного позиціонування продукту й побудови персоналізованих маркетингових кампаній. Поведінкові моделі особливо ефективні у висококонкурентних галузях, де успіх залежить від розуміння деталей клієнтського досвіду.
- **Моделі на основі вигод (benefit segmentation).** Цей підхід базується на вивченні конкретних вигод, яких споживачі очікують від продукту чи послуги: якість, ціна, престиж, інноваційність тощо. Виявлення ключових факторів цінності для кожного сегмента дозволяє підприємству розробити пропозицію, яка максимально відповідає очікуванням споживачів і має високу ймовірність успіху на ринку.
- **Моделі на основі життєвого циклу споживача.** Ці моделі враховують стадію життєвого циклу клієнта або продукту — від потенційного покупця до постійного користувача. Такий підхід дає змогу адаптувати маркетингові заходи відповідно до потреб кожного етапу, забезпечуючи постійний інтерес до товару й підвищуючи рівень утримання клієнтів.
- **Кластерні моделі.** Використання статистичних методів, таких як кластерний, факторний чи дискримінантний аналіз, дозволяє автоматично групувати споживачів за подібністю характеристик. Кластеризація відкриває можливість виявити приховані сегменти, які не можна виділити традиційними методами, і формує підґрунтя для більш точного цільового маркетингу.

У сучасних умовах розвитку цифрової економіки все частіше застосовуються **гібридні моделі сегментування**, які поєднують елементи

описових, поведінкових та аналітичних підходів. Вони дають змогу створювати більш глибокі профілі споживачів, враховуючи не лише демографічні та соціальні характеристики, а й цифрові сліди, онлайн-активність, взаємодію з брендом у різних каналах комунікації.

Динамічні моделі розвитку ринку

Якщо основні моделі сегментування зосереджуються на аналізі поточного стану ринку та структурі попиту на конкретний момент часу, то динамічні моделі роблять акцент на **еволюції ринкових процесів у часі**, враховуючи зміни поведінки споживачів, появу нових технологій, зміну економічних умов та конкурентного середовища. Їх головна мета полягає не лише у відображенні теперішньої ситуації, а й у передбаченні майбутніх тенденцій, прогнозуванні розвитку сегментів і стратегічному плануванні дій підприємства.

Такі моделі мають важливе практичне значення, адже вони дають змогу:

- своєчасно реагувати на зміни ринкової кон'юнктури;
- адаптувати маркетингові стратегії відповідно до очікуваної динаміки попиту;
- оцінювати ризики та можливості, пов'язані з виходом на нові сегменти або ринки;
- ефективно управляти життєвим циклом продуктів і брендів;
- підвищити гнучкість підприємства та його здатність до інновацій.

До ключових динамічних моделей, що застосовуються в маркетинговому аналізі, належать:

- **Моделі життєвого циклу товару (PLC).** Вони описують зміни рівня попиту на продукт протягом його існування на ринку — від впровадження до спаду. Кожна стадія (виведення на ринок, зростання, зрілість, спад) має свої особливості та потребує адаптованих стратегій сегментації, ціноутворення, просування й комунікації. Використання цих моделей дозволяє планувати оновлення асортименту, виведення нових продуктів та підтримання конкурентоспроможності.

- **Моделі життєвого циклу ринку.** Ці моделі розглядають розвиток не окремого продукту, а самого ринку, включаючи його зародження, розширення, насичення і можливий спад. Завдяки ним підприємство може прогнозувати появу нових сегментів, зникнення застарілих груп споживачів, зміну структури попиту та конкурентного середовища. Вони є незамінними під час планування виходу на нові ринки або розроблення довгострокових стратегій.
- **Моделі дифузії інновацій (модель Роджерса).** Вони пояснюють, як нові технології чи продукти поширюються серед споживачів із часом. Поділ на групи — новатори, ранні послідовники, рання більшість, пізня більшість та консерватори — дозволяє точніше визначити стратегії просування на кожному етапі. Розуміння динаміки дифузії допомагає не лише прогнозувати темпи прийняття інновацій, а й ефективно управляти продуктом у процесі його ринкової адаптації.
- **Системно-динамічні моделі.** Ці моделі ґрунтуються на взаємозв'язках між економічними, технологічними, соціальними та поведінковими факторами, що впливають на розвиток ринку. Вони дають змогу аналізувати комплексні сценарії, оцінювати наслідки управлінських рішень у довгостроковій перспективі та будувати прогнози з урахуванням невизначеності. Такі підходи особливо цінні в умовах швидких змін зовнішнього середовища.
- **Моделі попиту та еластичності.** Вони дають можливість прогнозувати реакцію споживачів на зміну ключових параметрів, таких як ціна, рівень доходів, конкурентні пропозиції чи макроекономічні фактори. Аналіз еластичності попиту дозволяє підприємству своєчасно змінювати цінову політику, адаптувати асортимент і підвищувати рентабельність діяльності.

Сучасна маркетингова практика також активно застосовує динамічні моделі, засновані на аналізі великих даних (Big Data) та машинному навчанні, які дають змогу в реальному часі відстежувати зміну споживчих переваг,

будувати прогнозні сценарії та автоматично адаптувати маркетингові стратегії.

Практичне значення моделей

Поєднання основних і динамічних моделей сегментування ринку має надзвичайно важливе практичне значення для стратегічного управління діяльністю підприємства. Використання цих підходів дозволяє не лише глибше зрозуміти структуру ринку, але й побудувати ефективну систему прийняття управлінських рішень, яка базується на аналітиці, прогнозуванні та адаптації до змін ринкового середовища.

Завдяки комплексному підходу підприємство отримує можливість:

- **Точніше визначати та оцінювати цільові сегменти.** Моделі допомагають ідентифікувати найперспективніші групи споживачів, оцінити їхній потенціал, рівень прибутковості, розмір, доступність та стабільність. Це дає змогу концентрувати ресурси на тих напрямах, які приносять найбільшу вигоду.
- **Передбачати еволюцію сегментів у часі.** Завдяки динамічним моделям компанія може прогнозувати, як змінюватимуться потреби та поведінка споживачів, які нові сегменти можуть з’явитися, а які — втратити актуальність. Це дозволяє заздалегідь планувати оновлення асортименту, зміну позиціонування чи вихід на нові ринки.
- **Розробляти адаптивні маркетингові стратегії.** На основі аналізу моделей підприємство може будувати гнучкі стратегії, що враховують стадії розвитку продукту, ринку чи технологій. Такий підхід забезпечує ефективне використання бюджету, підвищення рівня лояльності клієнтів і зростання конкурентоспроможності.
- **Своєчасно реагувати на зміни зовнішнього середовища.** Постійний моніторинг динаміки ринку дозволяє підприємству швидко адаптуватися до нових умов: економічних криз, технологічних проривів, змін у законодавстві або споживчих трендів. Це знижує ризики та дозволяє зберегти стабільність бізнесу.

- **Оптимізувати ресурсну та інвестиційну політику.** Аналітична інформація, отримана за допомогою моделей, допомагає ухвалювати обґрунтовані рішення щодо розподілу ресурсів між сегментами, планування маркетингових кампаній, ціноутворення та розроблення нових продуктів.
- **Підвищити конкурентоспроможність і стратегічну стійкість підприємства.** Глибоке розуміння ринкових тенденцій та здатність прогнозувати зміни дозволяють компанії діяти не реактивно, а проактивно — випереджати конкурентів, формувати нові потреби та встановлювати стандарти на ринку.

Отже, практичне значення моделей сегментування полягає не лише у вдосконаленні маркетингових рішень, а й у створенні довгострокових конкурентних переваг. Вони перетворюються на інструмент стратегічного планування, який забезпечує підприємству стійке зростання, гнучкість у мінливому середовищі та можливість формувати власні правила гри на ринку.

3. Методи сегментування ринку та їх практичне застосування в маркетинговій діяльності підприємства

Сегментація виконує стратегічну функцію — вона стає основою для розроблення товарної політики, ціноутворення, формування комунікацій та вибору каналів збуту. Саме від її якості залежить точність позиціонування продукції на ринку, ефективність маркетингових стратегій і здатність підприємства задовольняти потреби клієнтів краще, ніж конкуренти. Глибоке та системне сегментування забезпечує підприємству гнучкість у прийнятті рішень, допомагає адаптуватися до змін середовища та підвищує ймовірність досягнення стратегічних цілей.

Основні методи сегментування ринку

1. Дескриптивні (описові) методи

Ці методи базуються на поділі споживачів за спостережуваними соціально-економічними або демографічними ознаками: вік, стать, рівень

доходів, освіта, місце проживання, сімейний стан тощо. До них також належать географічне, психографічне та поведінкове сегментування. Такий підхід є базовим і дозволяє швидко структурувати ринок, виокремити ключові групи споживачів та сформувати загальну маркетингову стратегію для кожної з них.

2. Методи статистичного аналізу

Вони застосовуються для глибшого розуміння структури ринку та виявлення прихованих закономірностей.

- **Кластерний аналіз** — групує споживачів на основі подібності їхніх характеристик, що дозволяє знайти неочевидні сегменти.
- **Факторний аналіз** — визначає ключові чинники, які впливають на рішення про купівлю.
- **Дискримінантний аналіз** — дозволяє прогнозувати, до якого сегмента належатиме новий споживач за певними параметрами.

Ці методи є особливо корисними для складних ринків або продуктів з високим рівнем диференціації, де звичайні підходи не дають достатньої точності.

3. *Методи багатовимірного групування*

Застосовуються, коли сегментація враховує кілька критеріїв одночасно — демографічні, поведінкові та психографічні. Такий підхід забезпечує високий рівень точності поділу ринку та дозволяє створити чітко окреслені сегменти з глибоким розумінням їхніх характеристик.

4. Методи моделювання поведінки споживачів

Ці методи ґрунтуються на аналізі реальних дій споживачів: їхніх мотивацій, реакцій на маркетингові стимули, рівня лояльності, емоційних чинників тощо. Вони допомагають прогнозувати зміни попиту, планувати асортимент і адаптувати маркетингові стратегії до трансформацій споживчої поведінки.

5. Методи на основі вигод (benefit segmentation)

Цей підхід орієнтується на ключові вигоди, яких споживач очікує від продукту — якість, ціну, престиж, зручність, інноваційність тощо. Benefit-сегментація дозволяє створювати максимально релевантні пропозиції для кожної групи клієнтів і забезпечує високий рівень їхнього задоволення.

6. Аналітичні методи із використанням Big Data та ШІ

Сучасні цифрові технології відкривають нові можливості для сегментації. Використання алгоритмів машинного навчання, штучного інтелекту та аналітики великих даних дозволяє:

- обробляти великі обсяги інформації з різних джерел (CRM, соцмережі, онлайн-поведінка);
- виявляти нові сегменти, які раніше були непомітні;
- автоматично оновлювати профілі клієнтів;
- прогнозувати зміни споживчих патернів і адаптувати маркетингові дії в реальному часі.

Практичне застосування методів сегментування в діяльності підприємства

Методи сегментування мають комплексне практичне значення і застосовуються на всіх етапах маркетингової діяльності підприємства. Їх використання дозволяє:

- *Розробляти цільові маркетингові стратегії.* Підприємство може формувати окремі пропозиції для різних сегментів, адаптуючи товар, ціну, комунікації та канали збуту відповідно до специфіки кожної групи споживачів.
- *Забезпечувати ефективне позиціонування продуктів.* Глибоке розуміння потреб та очікувань сегментів дозволяє створювати унікальну торгову пропозицію (УТП), підвищувати впізнаваність бренду та формувати позитивний імідж компанії.
- *Оптимізувати асортимент та структуру пропозиції.* Сегментація дає змогу визначити найбільш прибуткові та затребувані товари для кожного

сегмента, скоротити витрати на неефективні продукти та зосередитися на тих, що приносять найбільший прибуток.

- *Формувати гнучку цінову політику.* Аналіз платоспроможності й цінової чутливості різних сегментів дає змогу встановлювати оптимальні ціни, створювати індивідуальні пропозиції та розробляти систему знижок для окремих груп клієнтів.
- *Підвищувати ефективність маркетингових комунікацій.* Розуміння каналів комунікації, які найкраще сприймають певні сегменти, дозволяє проводити більш результативні рекламні кампанії, таргетувати аудиторію та збільшувати рівень конверсії.
- *Планувати вихід на нові ринки та зменшувати ризики.* Методи сегментації допомагають оцінити потенціал нових регіонів або груп споживачів, прогнозувати ризики, розробляти стратегії виходу на нові ринки та підвищувати ефективність інвестиційних рішень.

Методи сегментування ринку це не лише інструменти аналізу, а й потужні засоби стратегічного управління. Їхнє практичне застосування дозволяє підприємствам діяти цілеспрямовано, зменшувати невизначеність, підвищувати ефективність маркетингових зусиль і створювати довгострокові конкурентні переваги. Сучасні підходи до сегментації, особливо на основі даних і технологій штучного інтелекту, стають ключовим чинником успішного функціонування бізнесу в умовах швидко змінюваного ринкового середовища.

4. Оцінювання привабливості та вибір цільових сегментів

Після проведення сегментації ринку та визначення його структури наступним стратегічно важливим етапом маркетингового планування є оцінювання привабливості сегментів і вибір цільових ринків, на які підприємство буде спрямовувати свою діяльність. Цей етап є ключовим для

забезпечення ефективного позиціонування товарів і послуг, раціонального використання ресурсів та досягнення конкурентних переваг.

1. Сутність оцінювання привабливості сегментів

Оцінювання привабливості — це процес аналізу кожного виявленого сегмента з метою визначення його потенційної вигоди для підприємства. У ході цього аналізу враховується не лише розмір сегмента, а й його прибутковість, темпи зростання, рівень конкуренції, доступність, стабільність та інші стратегічні чинники.

Головна мета оцінювання полягає в тому, щоб обрати ті сегменти, які відповідають стратегічним цілям компанії, її ресурсним можливостям і забезпечать найбільшу віддачу від маркетингових зусиль.

2. Основні критерії оцінювання привабливості сегментів

Для всебічного аналізу використовують систему кількісних і якісних показників, серед яких:

- *Розмір та місткість сегмента.* Чим більший обсяг сегмента, тим вищий потенціал продажів і можливість отримання прибутку.
- *Темпи зростання сегмента.* Важливо оцінити динаміку розвитку: сегмент, який активно зростає, може бути більш перспективним навіть за менших поточних обсягів.
- *Прибутковість сегмента.* Визначається рівнем маржі, очікуваним доходом і співвідношенням витрат до прибутку.
- *Рівень конкуренції.* Сегменти з високою конкуренцією можуть бути менш привабливими через значні витрати на маркетинг і нижчі маржі.
- *Доступність сегмента.* Чи може підприємство ефективно охопити сегмент за допомогою наявних каналів збуту, ресурсів та маркетингових інструментів.
- *Стабільність і прогнозованість попиту*. Сегменти з високою стабільністю та передбачуваною поведінкою споживачів знижують ризики.

- *Відповідність стратегічним цілям підприємства*. Сегмент повинен відповідати місії компанії, її довгостроковій стратегії та можливостям розвитку.

3. Методи оцінювання привабливості сегментів

Підприємства можуть використовувати як прості, так і складні методики:

- ***Бальна оцінка.*** Кожному критерію надається вага та оцінка за шкалою. Підсумковий бал показує загальну привабливість сегмента.
- ***Матриця привабливості / конкурентних позицій*** (матриця GE/McKinsey). Дозволяє проаналізувати взаємозв'язок між привабливістю сегмента (місткість, зростання, прибутковість) і конкурентними позиціями підприємства (ресурси, частка ринку, технологічні переваги).
- ***SWOT-аналіз сегментів.*** Оцінює сильні й слабкі сторони підприємства щодо кожного сегмента, а також можливості та загрози зовнішнього середовища.

4. Вибір цільових сегментів

Після оцінювання привабливості підприємство має ухвалити рішення про те, які сегменти будуть цільовими — тобто тими, на які спрямовуватимуться маркетингові зусилля. На цьому етапі важливо враховувати не лише привабливість сегмента, а й власні ресурси, конкурентні переваги та стратегічні цілі бізнесу.

Основні підходи до вибору цільових сегментів:

- *Недиверсифікований (масовий) маркетинг*. Орієнтація на весь ринок із єдиною пропозицією. Застосовується для товарів широкого вжитку.
- *Диференційований маркетинг.* Розроблення окремих пропозицій для кожного вибраного сегмента. Цей підхід потребує більших витрат, але забезпечує глибше охоплення ринку.
- *Концентрований маркетинг.* Фокусування на одному або кількох найперспективніших сегментах. Дозволяє сконцентрувати ресурси та досягти високої ефективності.

• *Мікромаркетинг (індивідуалізований)*. Максимальна персоналізація пропозиції під конкретного клієнта або невелику групу (наприклад, у B2B-секторі).

5. Практичне значення вибору цільових сегментів

Вибір цільових сегментів має стратегічне значення, адже він визначає напрям маркетингової діяльності підприємства на тривалий період. Грамотний вибір дозволяє:

- зосередити ресурси на найприбутковіших напрямках;
- підвищити точність позиціонування та ефективність комунікацій;
- мінімізувати ризики невдалих інвестицій;
- створити довгострокові конкурентні переваги.

Оцінювання привабливості та вибір цільових сегментів це фундаментальний етап стратегічного маркетингу, від якого залежить успіх усієї маркетингової діяльності. Поєднання глибокого аналізу, сучасних методів оцінювання та чітко сформульованих критеріїв дозволяє підприємству приймати обґрунтовані рішення, ефективно використовувати ресурси й забезпечити стабільне зростання на конкурентному ринку.

Контрольні питання

1. У чому полягає сутність сегментування ринку та яку роль воно відіграє у стратегічному маркетингу?
2. Які основні цілі та завдання сегментування для підприємства?
3. Назвіть основні критерії сегментування ринку та поясніть їх значення.
4. Які принципи ефективного сегментування ринку ви знаєте?
5. Охарактеризуйте основні моделі сегментування ринку та наведіть приклади їх практичного застосування.
6. У чому полягає суть дескриптивних, поведінкових та кластерних моделей сегментування?
7. Які основні типи динамічних моделей розвитку ринку та в чому полягає їх значення для прогнозування споживчої поведінки?

Лекція 7. Моделювання попиту і поведінки споживачів у системі економічного прогнозування та прийняття рішень

Мета лекції: формування у здобувачів знань про сутність, принципи, моделі та методи сегментування ринку як ключового інструменту стратегічного маркетингу. Після вивчення теми студенти повинні розуміти логіку процесу сегментації, вміти застосовувати різні моделі аналізу споживачів та їхніх потреб, обирати критерії поділу ринку, оцінювати привабливість сегментів і приймати обґрунтовані управлінські рішення щодо позиціонування товарів та послуг.

План лекції

1. Роль моделювання у дослідженні ринкових процесів.
2. Фактори, що визначають попит і поведінку споживачів.
3. Типи моделей попиту.
4. Побудова та інтерпретація моделей еластичності.
5. Прогнозування попиту та управління споживчою поведінкою.

1. Роль моделювання у дослідженні ринкових процесів

Моделювання відіграє ключову роль у системі дослідження ринкових процесів, оскільки дозволяє перетворити складні економічні явища на логічно впорядковані та математично описані моделі. Завдяки цьому стає можливим не лише опис і пояснення закономірностей функціонування ринку, але й прогнозування його розвитку, а також обґрунтування управлінських рішень.

Моделі виступають спрощеним відображенням реальних економічних процесів, у яких виділяються головні зв’язки та залежності. Вони допомагають дослідникам:

- **систематизувати знання** про поведінку ринку, взаємодію попиту, пропозиції та цін;

- **виявляти основні чинники впливу**, визначати, які змінні мають найбільше значення для функціонування певного ринкового сегмента;
- **перевіряти економічні гіпотези**, що неможливо зробити лише емпіричними спостереженнями.

За допомогою моделювання можна кількісно оцінити вплив різних факторів на ринкові результати. Наприклад, зміна цін, доходів споживачів або маркетингових витрат може бути змодельована для визначення еластичності попиту чи оптимальної цінової політики.

Такі моделі дозволяють:

порівнювати різні сценарії розвитку подій;

оцінювати економічну ефективність стратегічних рішень;

ідентифікувати можливі ризики та «вузькі місця» у ринковій системі.

Моделювання є основою ринкового прогнозування, тобто передбачення змін у попиті, пропозиції, цінах, обсягах продажу чи споживчій поведінці. За допомогою динамічних і статистичних моделей можна:

- прогнозувати тенденції розвитку ринку на коротко-та довгострокову перспективу;
- оцінювати наслідки макроекономічних або політичних змін;
- обґрунтовувати стратегії позиціонування та виходу підприємства на нові ринки.

Для бізнесу моделювання — це інструмент прийняття рішень. Воно допомагає:

- визначити оптимальні ціни, асортимент і обсяги виробництва;
- планувати маркетингові кампанії на основі прогнозів попиту;
- обґрунтовувати інвестиційні проєкти, враховуючи поведінку споживачів та конкурентів.

У державному управлінні моделювання використовується для аналізу макроекономічних процесів, регулювання ринку праці, податкової політики, підтримки певних галузей економіки.

Моделі створюють основу для міждисциплінарного аналізу — вони поєднують елементи економіки, статистики, математики, психології та маркетингу. Це забезпечує комплексний підхід до вивчення ринку й поведінки його учасників.

Приклади моделей, що застосовуються у дослідженні ринкових процесів

1. Модель попиту (Demand Function Model)

Використовується для опису залежності між кількістю товару, яку споживачі готові купити, та ціною цього товару.

Загальна форма:

$$Q_d = a - bP$$

Q_d — обсяг попиту,

P — ціна,

a, b — параметри, що визначають базовий попит і його еластичність.

Такі моделі допомагають визначити, як змінюється попит у відповідь на зміну ціни, доходу чи інших факторів.

2. Регресійна модель попиту

Ґрунтується на статистичному аналізі взаємозв'язку між попитом та кількома незалежними змінними (ціна, реклама, доходи споживачів, сезонність тощо).

Приклад багатофакторної моделі:

$$Q = \beta_0 + \beta_1 P + \beta_2 Y + \beta_3 A + \varepsilon$$

Y — дохід споживачів,

A — витрати на рекламу,

ε — випадкова похибка.

Модель дозволяє оцінити вплив кожного фактора на обсяг продажу та прогнозувати майбутній попит.

3. Модель еластичності попиту

Застосовується для вимірювання чутливості споживачів до зміни ціни чи доходу.

Формула цінової еластичності:

$$E_p = \frac{\Delta Q/Q}{\Delta P/P}$$

Якщо $E_p > 1$ — попит еластичний;
якщо $E_p < 1$ — попит нееластичний.

Такі моделі допомагають формувати оптимальну цінову політику підприємства.

4. Моделі поведінки споживачів (Consumer Behavior Models) Включають як кількісні, так і якісні підходи.

- **Економічні моделі** базуються на припущенні про раціональність споживача (наприклад, теорія корисності).
- **Поведінкові моделі** враховують емоційні, соціальні та культурні чинники (модель AIDA: Attention → Interest → Desire → Action).
- **Психографічні моделі** дозволяють сегментувати споживачів за стилем життя, цінностями, мотиваціями.

5. Моделі ринкової рівноваги (Market Equilibrium Models)

Використовуються для аналізу взаємодії попиту та пропозиції.

Приклад:

$$Q_d = a - bP, \quad Q_s = c + dP$$

Рівновага досягається, коли $Q_d = Q_s$.

Такі моделі показують, як зміна одного з факторів (наприклад, підвищення цін на ресурси) впливає на рівноважну ціну та обсяг продажу.

6. Імітаційні та когнітивні моделі

Застосовуються для аналізу складних ринкових систем, де взаємодіють численні учасники.

- **Імітаційні моделі (Agent-based models)** відтворюють поведінку окремих споживачів і фірм, що дозволяє досліджувати колективні ефекти.
- **Когнітивні моделі** відображають процес прийняття рішень споживачем, з урахуванням його знань, досвіду та емоційного стану.

7. ***Моделі прогнозування попиту (Forecasting Models)***

Застосовуються для передбачення майбутніх тенденцій ринку.

- **Методи екстраполяції:** аналіз часових рядів (ковзне середнє, експоненціальне згладжування).
- **Економетричні моделі:** поєднання економічної теорії та статистики.
- **Нейронні мережі:** сучасні інтелектуальні системи, що здатні виявляти приховані залежності між факторами попиту.

Моделювання дозволяє не лише відтворити закономірності ринку, а й зробити його керованим. Правильно побудовані моделі забезпечують підприємству стратегічні переваги — точніше прогнозування, оптимізацію маркетингових дій та підвищення ефективності управління попитом.

Крім того, моделювання створює аналітичну основу для стратегічного планування. Завдяки використанню моделей підприємство може заздалегідь оцінити наслідки своїх управлінських рішень, обрати найбільш вигідну стратегію розвитку та мінімізувати ризики. Це особливо важливо в умовах мінливої ринкової кон’юнктури, коли своєчасне прийняття рішень визначає конкурентоспроможність бізнесу.

Застосування моделей у маркетингу дозволяє:

- визначити оптимальну структуру асортименту, виходячи з прогнозованого попиту на окремі групи товарів;
- розрахувати доцільний рівень цін і знижок, що забезпечить баланс між прибутковістю і привабливістю для споживача;
- оцінити ефективність рекламних кампаній та інших інструментів стимулювання збуту;
- виявити приховані закономірності споживчої поведінки, що допомагають точніше сегментувати ринок.

З управлінської точки зору, моделювання є інструментом, який перетворює інтуїтивне прийняття рішень на обґрунтований, доказовий процес. Воно дозволяє кількісно вимірювати ефект від змін у стратегії компанії, адаптувати виробничі потужності до очікуваного попиту, знижувати витрати на зберігання запасів та уникати дефіциту або надвиробництва.

На макрорівні моделювання допомагає урядовим і аналітичним структурам:

- оцінювати стан галузей,
- аналізувати вплив податкової та монетарної політики на ринок,
- формувати програми підтримки підприємництва,
- передбачати соціально-економічні наслідки кризових явищ.

Отже, моделювання ринкових процесів — це не лише засіб аналітики, а й механізм управління розвитком ринку, який поєднує наукову теорію, практичний досвід і сучасні цифрові технології. У сучасних умовах цифрової трансформації воно стає основою для створення інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень, здатних швидко реагувати на зміни середовища й забезпечувати стабільність функціонування підприємств у довгостроковій перспективі.

2. Фактори, що визначають попит і поведінку споживачів

Попит і поведінка споживачів формуються під впливом багатьох чинників, які взаємодіють між собою і визначають, що, скільки, коли і за якою ціною готовий придбати покупець. Ці фактори поділяються на цінові, нецінові, економічні, соціальні, культурні, психологічні та особистісні, і кожен із них по-своєму впливає на рішення про покупку.

1. Цінові фактори

Ціна — це ключовий елемент, який безпосередньо впливає на величину попиту. Зазвичай між ціною і попитом існує обернений зв’язок: зі зростанням ціни попит зменшується, і навпаки.

Приклади:

- Підвищення ціни на пальне призводить до скорочення використання автомобілів або переходу споживачів на громадський транспорт.
- Зниження ціни на смартфон може спричинити збільшення обсягів його продажу.

Цінові фактори також включають:

- Еластичність попиту за ціною — чутливість покупців до змін цін. Наприклад, на предмети розкоші попит більш еластичний, ніж на товари першої необхідності.
- Акції, знижки, розпродажі — короткострокові інструменти, які тимчасово підвищують попит.

2. Економічні фактори

Це чинники, що пов'язані з фінансовими можливостями споживачів та загальним економічним станом країни.

Основні з них:

- Рівень доходів населення. Чим вищі доходи, тим більший попит на якісні та престижні товари.

Наприклад: зі зростанням середньої заробітної плати зростає попит на туристичні послуги або автомобілі.

- Кредитна доступність. Зниження процентних ставок стимулює споживчі кредити і, відповідно, збільшує купівельну активність.
- Податкове навантаження. Високі податки зменшують реальні доходи населення, що знижує попит на непродовольчі товари.
- Рівень безробіття. За умов економічної нестабільності споживачі схильні скорочувати витрати, віддаючи перевагу базовим потребам.

3. Соціально-демографічні фактори

Вони пов'язані з характеристиками споживачів — вік, стать, освіта, професія, сімейний стан, місце проживання.

Приклади:

- Молодь активніше купує техніку, гаджети, модний одяг, тоді як старші покоління частіше орієнтуються на якість і практичність.
- У великих містах попит зосереджений на інноваційних послугах (онлайн-освіта, доставка, smart-пристрої), тоді як у сільських районах — на базових товарах побуту.
- Сім'ї з дітьми формують стійкий попит на продукти харчування, дитячі товари, одяг, освітні послуги.

4. Культурні фактори

Культура визначає систему цінностей, традицій і норм поведінки, які впливають на споживчі уподобання.

Приклади:

- У мусульманських країнах не спостерігається попиту на алкоголь або свинину.
- В Україні зростає попит на екологічні товари, оскільки формується культура свідомого споживання.
- У період національних свят (наприклад, Різдво, Великдень) підвищується попит на символічні товари — подарунки, продукти, сувеніри.

5. Психологічні фактори

Це внутрішні мотиви та емоції, що визначають, *чому саме* споживач купує певний товар.

До них належать:

- **Мотивація.** Бажання задовольнити потребу — у безпеці, престижі, комфорті, самовираженні.

Наприклад: купівля брендових речей часто мотивується не функціональністю, а статусом.

- **Сприйняття.** Люди по-різному оцінюють той самий товар залежно від власного досвіду.
- **Емоційний стан.** Хороший настрій може сприяти імпульсивним покупкам.

- **Ставлення до ризику.** Консервативні споживачі уникають новинок, тоді як інноватори готові випробовувати нові продукти.

6. Соціальні фактори

Поведінка споживачів часто визначається їхнім оточенням. До них належать:

- **Сім'я.** Основний осередок споживання. Наприклад, рішення про купівлю автомобіля або житла приймаються колективно.
- **Референтні групи.** Люди, чию думку споживач цінує (друзі, колеги, лідери думок).

Наприклад: рекомендації блогерів суттєво впливають на вибір косметики чи техніки.

- **Соціальний статус.** Особи з вищим соціальним становищем обирають престижні бренди, щоб підкреслити свій рівень.

7. Технологічні фактори

У сучасних умовах цифрової трансформації технології суттєво змінюють споживчу поведінку.

Приклади:

- Розвиток інтернет-торгівлі та мобільних застосунків призвів до зростання онлайн-покупок.
- Соціальні мережі стали каналом формування попиту через таргетовану рекламу.
- Технології big data дозволяють підприємствам прогнозувати індивідуальні потреби споживачів.

8. Сезонні та часові фактори

Попит може коливатись залежно від пори року або періоду. **Приклади:**

- Попит на кондиціонери зростає влітку, а на опалювальні прилади — взимку.
- Напередодні свят (Новий рік, День закоханих) різко зростає купівельна активність у сегменті подарунків і прикрас.

Отже, попит і поведінка споживачів — результат складної взаємодії економічних, соціальних, культурних і психологічних факторів. Їхнє розуміння є основою для ефективного маркетингового управління, адже саме аналіз цих чинників дозволяє підприємствам розробляти продукцію, формувати цінову політику, обирати канали збуту та комунікації, максимально орієнтуючись на потреби цільової аудиторії.

Більш того, глибоке вивчення факторів попиту сприяє побудові довгострокових відносин із клієнтами, формуванню їхньої лояльності та підвищенню рівня задоволеності. Компанії, які системно досліджують поведінку споживачів, здатні передбачати зміни у вподобаннях покупців і вчасно адаптувати асортимент, цінову та комунікаційну політику.

У сучасних умовах цифрової економіки важливим стає індивідуальний підхід до споживача. Використання технологій аналітики великих даних (Big Data), систем CRM та інструментів штучного інтелекту дозволяє формувати персоналізовані пропозиції, відстежувати споживчу активність і навіть прогнозувати наміри покупки. Це перетворює маркетинг із реактивного на проактивний, де рішення ухвалюються на основі прогнозів, а не лише минулих результатів.

Розуміння поведінки споживачів також має значення для розроблення нових товарів і послуг. Аналіз тенденцій ринку допомагає підприємствам визначати незадоволені потреби, створювати унікальні конкурентні переваги й уникати надмірного ризику при виведенні інноваційних продуктів. Наприклад, компанії, які враховують соціальні тренди — екологічність, етичне споживання, цифровізацію — мають вищі шанси на успіх, адже відповідають очікуванням сучасного споживача.

Крім того, дослідження поведінки покупців дає змогу сегментувати ринок за ключовими характеристиками — демографічними, поведінковими, географічними, психографічними. Це забезпечує точніше позиціонування товару та дозволяє ефективно розподіляти ресурси маркетингу між різними цільовими групами.

Таким чином, глибоке розуміння взаємозв'язку між факторами попиту та поведінкою споживачів створює підґрунтя для системного управління ринковою діяльністю підприємства. Це дає можливість не лише задовольнити поточні потреби споживачів, але й формувати нові, впливаючи на ринкові тенденції та зміцнюючи конкурентні позиції компанії у довгостроковій перспективі.

3.Типи моделей попиту

Моделі попиту – це інструменти, які дозволяють описати, пояснити й передбачити поведінку споживачів на ринку залежно від зміни різних чинників: ціни, доходів, смаків, реклами, сезонності тощо. Вони є важливою складовою економіко-математичного моделювання, адже забезпечують кількісну оцінку взаємозв'язків між основними ринковими змінними.

Типологія моделей попиту може бути побудована за різними критеріями – за способом опису залежностей, за кількістю факторів, за часовим горизонтом, за рівнем деталізації. Нижче наведено основні типи моделей, що застосовуються в економічних дослідженнях і маркетинговій практиці.

1. Аналітичні (теоретичні) моделі попиту

Ці моделі ґрунтуються на економічній теорії і виражають попит у вигляді функціональної залежності між ціною та кількістю товару. Загальна форма функції попиту:

$$Q_d = f(P)$$

Q_d — обсяг попиту,
P — ціна товару,
$f(P)$ — функціональна залежність, що показує, як змінюється попит при зміні ціни.

Лінійна модель:

$$Q_d = a - bP$$

проста і зручна для практичного застосування, показує рівномірне зниження попиту при зростанні ціни.

Приклад: якщо ціна підвищується на 10%, кількість покупок зменшується на певну фіксовану величину.

Експоненціальна модель:

$$Q_d = aP^{-b}$$

відображає не лінійну, а відсоткову зміну попиту. Використовується, коли реакція споживачів на зміну ціни поступово зменшується.

Логарифмічна модель:

$$\ln Q_d = a + b \ln P$$

зручна для вимірювання еластичності попиту, адже параметр b безпосередньо показує ступінь еластичності.

Аналітичні моделі допомагають виявити загальні закономірності, проте вони часто ігнорують вплив нецінових факторів.

2. Статистичні (емпіричні) моделі попиту

Такі моделі будуються на основі реальних даних (спостережень або опитувань). Вони враховують одночасний вплив кількох змінних, що визначають попит.

$$Q_d = \beta_0 + \beta_1 P + \beta_2 Y + \beta_3 A + \beta_4 S + \varepsilon$$

Y — дохід споживачів,
A — витрати на рекламу,
S — сезонний чинник,
ε — випадкова похибка.

Приклад: Для ринку кави можна побудувати модель, у якій попит залежить від ціни кави, доходів населення та температури повітря (взимку попит вищий).

Такі моделі широко застосовуються у маркетинговій аналітиці, прогнозуванні продажу, оцінюванні еластичності попиту.

3. Імітаційні моделі попиту

Імітаційні моделі відтворюють поведінку споживачів у змодельованому середовищі. Вони застосовуються, коли ринок надто складний для точного математичного опису.

- Агент-орієнтовані моделі (Agent-Based Models) описують дії окремих споживачів (“агентів”), які ухвалюють рішення за певними правилами. *Наприклад:* моделюється ринок смартфонів, де кожен агент має власні уподобання, бюджет і схильність до новинок.
- Сценарні моделі дозволяють перевірити, як зміна політики цін, рівня доходів чи конкурентного середовища вплине на сукупний попит.

Імітаційні моделі особливо корисні для аналізу нових або нестабільних ринків, де немає достатньої кількості статистичних даних.

4. Когнітивні та поведінкові моделі

Ці моделі зосереджуються на психологічних механізмах прийняття рішень споживачем. Вони враховують не лише економічні фактори, а й соціальні, культурні, емоційні аспекти.

Основні підходи:

- Модель "чорної скриньки" (Black Box Model): вхід — маркетингові стимули (ціна, реклама, продукт), вихід — поведінка (покупка чи відмова), внутрішні мотиви залишаються прихованими.
- Модель AIDA (Attention → Interest → Desire → Action): показує послідовність етапів, через які проходить споживач від зацікавлення до покупки.
- Модель Н. Шета — Дж. Ньюмана — Б. Гросса: враховує вплив досвіду, очікувань та оцінки альтернатив під час прийняття рішення.

Такі моделі незамінні у маркетингових дослідженнях, де потрібно зрозуміти емоційні та когнітивні мотиви споживача.

5. Моделі еластичності попиту

Вони оцінюють ступінь реакції покупців на зміну одного з чинників.

- Цінова еластичність (Ep):

$$E_p = \frac{\Delta Q/Q}{\Delta P/P}$$

Показує, на скільки відсотків зміниться обсяг попиту при зміні ціни на 1%.

- Еластичність за доходом: відображає, як зміна доходу впливає на купівельну активність.
- Перехресна еластичність: визначає, як зміна ціни одного товару впливає на попит на інший (наприклад, кава та чай).

Моделі еластичності дають можливість оптимізувати цінову політику підприємства та передбачити реакцію ринку.

6. Динамічні моделі попиту

Такі моделі враховують зміни попиту в часі. Вони використовуються для аналізу трендів, сезонності, ефекту відкладеного попиту. Приклади:

- **Модель тренду:**

$$Q_t = a + bt$$

описує зростання або спад попиту з часом.

Модель із лагом (запізненням):

$$Q_t = a + bP_{t-1} + \varepsilon_t$$

враховує, що споживачі реагують на зміну ціни не миттєво, а з певною затримкою.

Динамічні моделі особливо важливі для прогнозування майбутнього попиту та планування виробництва.

7. Комплексні (гібридні) моделі

Поєднують елементи кількох підходів: аналітичного, статистичного, поведінкового. Наприклад, економетричні моделі з поведінковими змінними, що враховують як цінові фактори, так і вплив реклами, бренду, психології сприйняття.

Такі моделі найчастіше використовуються в маркетинговій аналітиці великих компаній, оскільки дозволяють отримати багатовимірну картину попиту.

Різні типи моделей попиту дають змогу поєднати теоретичне розуміння ринку з практичними інструментами аналізу. Аналітичні моделі дозволяють описати загальні закономірності, статистичні — кількісно оцінити вплив факторів, імітаційні — змоделювати поведінку споживачів у змінному середовищі, а поведінкові — зрозуміти психологічні мотиви купівлі.

Комплексне використання цих моделей забезпечує підприємствам високу точність прогнозів, зниження ризиків і можливість приймати ефективні стратегічні рішення на конкурентному ринку.

4. Побудова та інтерпретація моделей еластичності

Еластичність попиту — це показник, який відображає ступінь чутливості покупців до зміни чинників, що впливають на попит: ціни, доходу, цін на інші товари тощо. Моделі еластичності дозволяють кількісно оцінити, наскільки сильно змінюється попит при зміні цих факторів, що робить їх надзвичайно корисними для маркетингових і управлінських рішень.

Еластичність показує, наскільки відсотково зміниться обсяг попиту, якщо певний фактор зміниться на 1%.

- Якщо еластичність більша за 1 — попит еластичний, тобто споживачі гостро реагують на зміни.
- Якщо менша за 1 — нееластичний, тобто споживачі майже не змінюють свій обсяг покупок.
- Якщо дорівнює 1 — одинична еластичність, коли відсоток зміни ціни дорівнює відсотку зміни попиту.

Еластичність є важливою характеристикою, яка допомагає:

- визначати оптимальну цінову політику;
- прогнозувати зміни попиту при зміні доходів або цін;

- аналізувати поведінку споживачів;
- оцінювати ефективність реклами або маркетингових кампаній.

Види еластичності

Моделі еластичності будуються для різних факторів:

1. **Цінова еластичність (E_p):**

Визначає реакцію попиту на зміну ціни.

$$E_p = \frac{\Delta Q/Q}{\Delta P/P} = \frac{\Delta Q}{\Delta P} \times \frac{P}{Q}$$

Якщо Ep>1: попит еластичний (люкс-товари, техніка).

Якщо Ep<1: попит нееластичний (товари першої необхідності, ліки).

2. Еластичність за доходом (E_γ):

Показує, як змінюється попит при зміні доходу споживача.

$$E_y = \frac{\Delta Q/Q}{\Delta Y/Y}$$

$E_y > 1$: товар розкоші.

$0 < E_y < 1$: звичайний товар.

$E_y < 0$: товар нижчої категорії (наприклад, дешеві продукти, які витісняються дорожчим при зростанні доходу).

3. Перехресна еластичність (E_x):

Вимірює взаємозв'язок між попитом на один товар і ціною іншого.

$$E_x = \frac{\Delta Q_a/Q_a}{\Delta P_b/P_b}$$

$E_x > 0$: товари-субститути (кава та чай).

$E_x < 0$: товари-комплементи (авто і пальне).

Етапи побудови моделей еластичності

Крок 1. Визначення змінних

Потрібно вибрати залежну змінну (обсяг попиту) та незалежні змінні (ціна, дохід, реклама, тощо).

Наприклад:

$$Q = f(P, Y, A)$$

де

Q — обсяг продажу,

P — ціна,

Y — дохід,

A — витрати на рекламу.

Крок 2. Збір і підготовка даних

Для побудови моделі необхідно зібрати статистичні дані — наприклад, щомісячні обсяги продажів і відповідні ціни протягом року. Після цього дані нормалізують (переводять у відносні величини або логарифми) для зручності розрахунків.

Крок 3. Вибір форми моделі

Найчастіше використовують **лінійні або логарифмічні** моделі:

Лінійна модель:

$$Q = a + bP$$

Похідна b показує, як змінюється Q при зміні P на одиницю.

Логарифмічна (популярна для еластичності):

$$\ln Q = a + b \ln P$$

У цій формі коефіцієнт b безпосередньо показує еластичність попиту за ціною, тобто Ep=b.

Крок 4. Оцінювання параметрів моделі

Зазвичай параметри a,b обчислюють методом найменших квадратів (МНК) на основі емпіричних даних. Отримане рівняння відображає фактичну залежність між ціною і попитом.

Приклад:

Якщо в результаті аналізу отримано модель

$$\ln Q = 5.2 - 1.3 \ln P$$

то коефіцієнт еластичності Ep = −1,3.

Це означає, що при підвищенні ціни на 1% попит зменшується на 1,3%.

Крок 5. Інтерпретація результатів

Після побудови моделі потрібно оцінити, наскільки реалістично вона відображає ринкову поведінку.

- **Знак коефіцієнта** показує напрям зв'язку: негативний — зворотна залежність (ціна ↑ → попит ↓).
- **Модуль коефіцієнта** показує силу реакції (еластичність).
- **Коефіцієнт детермінації (R^2)** показує, яку частку варіації попиту пояснює модель (чим ближче до 1 — тим краще).

Розглянемо приклад з реального ринку.

Підприємство досліджує попит на каву. За результатами аналізу побудовано модель:

$$\ln Q = 3.8 - 0.7 \ln P + 0.5 \ln Y$$

де Q — кількість проданої кави, P — ціна, Y — дохід споживачів.

Інтерпретація:

Ep = −0.7: попит нееластичний — при зростанні ціни на 10%, попит знизиться лише на 7%.

Ey =0.5: попит помірно зростає із підвищенням доходу — товар належить до звичайних.

Отже, підприємству не слід очікувати значного скорочення продажів при невеликому підвищенні ціни.

Моделі еластичності використовуються для:

- **Обґрунтування ціноутворення.** Компанія може знайти оптимальну ціну, за якої прибуток буде максимальним.
- **Сегментації ринку.** Різні групи споживачів мають різну еластичність — це дозволяє гнучко керувати цінами.
- **Прогнозування обсягів продажу.** Знаючи еластичність, можна передбачити реакцію споживачів на зміну зовнішніх факторів.

- **Оцінки ефективності реклами.** Еластичність за витратами на рекламу показує, на скільки відсотків зросте попит при збільшенні рекламного бюджету.

Моделі еластичності є важливим аналітичним інструментом у системі управління попитом. Вони допомагають підприємствам не лише розуміти закономірності ринку, але й активно впливати на нього — визначати доцільність зміни цін, прогнозувати продажі, планувати виробництво та маркетингову політику.

Правильна побудова й інтерпретація моделі еластичності забезпечують обґрунтованість управлінських рішень, зменшення ризиків і підвищення конкурентоспроможності підприємства.

5. Прогнозування попиту та управління споживчою поведінкою

Прогнозування попиту та управління споживчою поведінкою – це ключові складові системи маркетингового аналізу та стратегічного управління підприємством. Вони дають змогу завчасно оцінювати майбутні тенденції ринку, адаптувати асортимент, цінову політику, обсяги виробництва та маркетингові заходи до потреб споживачів, що постійно змінюються під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів.

Прогнозування попиту — це процес оцінювання майбутнього обсягу реалізації товарів чи послуг на основі аналізу минулих і поточних тенденцій. Його мета – забезпечити підприємство достовірною інформацією для планування виробництва, збуту та фінансів.

Завдяки прогнозуванню підприємство може:

- уникати дефіциту або надлишку продукції;
- оптимізувати запаси та логістику;
- планувати витрати й доходи;
- своєчасно реагувати на зміни в попиті;
- підвищити конкурентоспроможність і прибутковість.

Основні методи прогнозування попиту

Методи прогнозування поділяються на кількісні (математичні) та якісні (експертні).

Кількісні методи

Базуються на аналізі статистичних даних про попит у минулі періоди.

1) Методи аналізу часових рядів

Використовуються, коли є дані про продажі за попередні періоди.

Метод ковзного середнього (Moving Average) — прогноз базується на усередненні даних кількох останніх періодів.

Приклад: прогноз продажу на наступний місяць = середнє за останні 3 місяці.

Експоненціальне згладжування (Exponential Smoothing) — надає більшу вагу останнім спостереженням, що забезпечує точніше реагування на зміни попиту.

Модель тренду — використовується, коли попит має сталу тенденцію до зростання або зниження.

Наприклад:

$$Q_t = a + bt$$

де Qt – попит у момент часу t; b — швидкість зміни тренду.

Сезонні моделі – враховують циклічні коливання (наприклад, підвищення попиту на морозиво влітку або подарунки взимку).

2. **Причинно-наслідкові (каузальні) моделі**

Описують залежність попиту від кількох факторів: ціни, доходу, реклами, конкуренції, макроекономічних умов тощо.

Регресійний аналіз:

$$Q = a + bP + cY + dA + \varepsilon$$

де Q — обсяг попиту; P — ціна; Y — дохід; A — реклама.

Економетричні моделі: використовують складні взаємозв’язки (системи рівнянь) для моделювання взаємодії ринкових змінних.

Нейронні мережі та машинне навчання: аналізують великі масиви даних (Big Data) і виявляють приховані закономірності попиту, недоступні класичним методам.

Якісні методи

Застосовуються, коли статистичної інформації недостатньо або ринок швидко змінюється.

- **Метод експертних оцінок:** залучення фахівців, які оцінюють можливі зміни попиту.
- **Метод Делфі:** кілька раундів опитувань експертів із зворотним зв'язком і досягненням консенсусу.
- **Опитування споживачів:** визначення рівня зацікавленості у новому товарі або намірів здійснити покупку.
- **Аналіз поведінки конкурентів:** прогнозування попиту на основі реакцій споживачів на аналогічні товари.

Управління споживчою поведінкою

Прогнозування попиту має тісний зв'язок з управлінням поведінкою споживачів, адже мета підприємства — не просто передбачити реакцію ринку, а й впливати на неї.

1. Сутність управління поведінкою

Це система заходів, спрямованих на формування, підтримку або зміну споживчих переваг шляхом комунікацій, маркетингових стимулів і розвитку бренду.

2. Основні інструменти управління поведінкою

❖ **Маркетингові комунікації:**

- реклама, PR, digital-маркетинг, соціальні мережі;
- контент-маркетинг (створення інформаційної цінності для споживача);
- стимулювання продажів (знижки, програми лояльності, бонуси).

❖ **Цінова політика:**

- використання еластичності попиту для визначення оптимальних цін;
- стратегія "ціна–якість" для різних сегментів споживачів.

❖ **Асортиментна політика:**

- оновлення продуктового портфеля відповідно до прогнозованих змін уподобань;
- створення лінійок товарів під конкретні потреби (наприклад, екологічні, безглютенові, преміум-сегмент).

❖ **Персоналізація:**

- аналіз поведінки клієнтів у CRM;
- формування індивідуальних пропозицій через e-mail або push-сповіщення;
- рекомендаційні системи (як на маркетплейсах чи в e-commerce).

❖ **Поведінкові стимули:**

- використання принципів поведінкової економіки (ефект дефіциту, якорі ціни, соціальні докази);
- створення "емоційної цінності" бренду.

Прогнозування попиту не лише описує, що станеться, а й слугує основою для прийняття рішень, як діяти, щоб спрямувати поведінку споживача у бажаному напрямі.

Наприклад:

- якщо прогноз показує спад попиту, підприємство може активізувати рекламу, знизити ціну або ввести новий продукт;
- якщо прогнозується піковий попит — варто наростити запаси, оптимізувати логістику та підготувати персонал.

Таким чином, прогнозування є аналітичним етапом, а управління поведінкою — практичним етапом реалізації отриманих результатів.

Сучасні технології прогнозування та управління

➢ *Big Data та аналітика споживацьких даних (Data Mining)* — дозволяють виявляти приховані закономірності в поведінці покупців.

➢ *Штучний інтелект і машинне навчання* — підвищують точність прогнозів, враховуючи сотні факторів одночасно.

- *CRM-системи (Customer Relationship Management)* — фіксують індивідуальні дії клієнтів і допомагають формувати персоналізовані пропозиції.
- *Predictive Marketing* — передбачення поведінки споживачів для проактивних дій.
- *Нейромаркетинг* — аналіз підсвідомих мотивів вибору товарів за допомогою біометричних технологій.

Прогнозування попиту й управління споживчою поведінкою — це взаємопов'язані процеси, які забезпечують підприємству науково обґрунтовану основу для стратегічних рішень.

Ефективне прогнозування дозволяє передбачити зміни ринку, а грамотне управління поведінкою споживачів — впливати на ці зміни, формуючи стабільний попит і довгострокову лояльність до бренду.

В умовах цифрової економіки ці процеси спираються на дані, аналітику та автоматизацію, що перетворює маркетинг із реактивного на проактивний, роблячи бізнес гнучким, адаптивним і орієнтованим на клієнта.

Контрольні питання

1. У чому полягає роль моделювання у вивченні ринкових процесів?
2. Які основні завдання вирішує моделювання попиту?
3. Як моделювання сприяє прийняттю управлінських рішень на підприємстві?
4. Які основні групи факторів впливають на попит і поведінку споживачів?
5. Як цінові та нецінові фактори визначають рівень попиту?
6. Яким чином психологічні й культурні чинники формують споживчі переваги?
7. У чому полягає різниця між аналітичними та статистичними моделями попиту?
8. Що характеризує динамічні моделі попиту і коли доцільно їх застосовувати?
9. Які основні методи прогнозування попиту ви знаєте?
10. Як відрізняються кількісні та якісні методи прогнозування?

Список використаних джерел

1. Волонтир Л.О, Потапова Н.А., Ушкаленко І.М., І.А. Чіков Оптимізаційні методи та моделі в підприємницькій діяльності: Навчальний посібник. / Волонтир Л.О, Потапова Н.А., Ушкаленко І.М., І.А. Чіков – Вінницький національний аграрний університет. Вінниця: ВНАУ, 2020. 334 с.

2. Григорків В.С., Григорків М.В., Ярошенко О.І. Оптимізаційні методи та моделі : підручник. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2022. 440 с.

3. Кузьмін О. Є., Новаківський І. І. Економіко-математичні методи і моделі у науково-дослідних роботах. Навчальний посібник / за заг. ред. д-ра екон. наук, проф. О. Є. Кузьміна. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2021. 284 с.

4. Козьменко О.В. Економіко-математичні методи та моделі (економетрика): навчальний посібник / О.В. Козьменко, О.В. Кузьменко. Суми : Університетська книга, 2021. 406 с.

5. Копич І. М., Сороківський В. М., Стефаняк В. І. Математичні моделі в менеджменті та маркетингу: навчальний посібник. Львів: Новий світ-2000, 2021. 376 с.

6. Мельник Л. Г., Карінцева О. І., Кубах А. І. Математичне моделювання економічних процесів: навчальний посібник. Суми: СумДУ, 2021. 284 с.

7. Покотило С. О., Грицай І. О. Економіко-математичне моделювання: навчальний посібник. Київ: КНЕУ, 2022. 312 с.

8. Савчук В. С., Іваненко І. В. Оптимізаційні методи і моделі в економіці та менеджменті. Київ: КНЕУ, 2022. 340 с.

9. Шевченко Л. С., Гнатенко І. А. Економетрія та економіко-математичні методи в менеджменті. Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2023. 256 с.

10. Яковенко Р. В. Моделювання соціально-економічних систем: навчальний посібник. Дніпро: ДНУ, 2021. 298 с.

МУШЕНИК Ірина Миколаївна

«Математичні методи і моделі в менеджменті»

Конспект лекцій
для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня
вищої освіти
за спеціальністю 073 «Менеджмент»