

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Донецький національний університет економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського

Кафедра економіки

С.В. Волошина

Курс лекцій з дисципліни
МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ РІШЕНЬ

Кривий Ріг
2017

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Донецький національний університет економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського

Кафедра економіки

С.В. Волошина

Курс лекцій з дисципліни
МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ РІШЕНЬ

Затверджено на засіданні
кафедри економіки
Протокол № 6
від 30 листопада 2017 р.

Схвалено навчально-методичною радою
ДонНУЕТ
Протокол № 4
від 27.12.2017 р.

Кривий Ріг
2017

УДК 33.051 (042.3)

В 68

Рецензенти:

Н.С. Приймак, кандидат економічних наук, доцент

О.О. Зиза, кандидат економічних наук, доцент

Волошина, С.В.

В 68 Моделювання економічних рішень : курс лекцій для студентів ступеня «бакалавр» / М-во освіти і науки України, Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, каф. економіки ; С.В. Волошина. – Кривий Ріг : [ДонНУЕТ], 2017. – 72 с.

Навчальне видання покликано допомогти студентам усіх форм навчання ступеня «бакалавр» організувати вивчення дисципліни «Моделювання економічних рішень» завдяки повному викладу тем, за якими представлено план лекцій, розкриття програмних питань, наведено міні-лексикон, питання для самоперевірки і список рекомендованої літератури.

УДК 33.051 (042.3)

© Волошина С.В., 2017

© Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, 2017

ЗМІСТ

ВСТУП	5
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. КОНЦЕПТУАЛЬНІ АСПЕКТИ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ РІШЕНЬ	6
Тема 1. Змістовна характеристика процесу моделювання економічних процесів і прийняття рішень	6
1.1. Розуміння єдності і взаємозв'язку економічних процесів.....	6
1.2. Економічні моделі як формалізований опис економічних процесів.....	7
1.3. Зміст моделювання економічних процесів, його етапи.....	9
1.4. Історичний розвиток моделювання економічних процесів.....	11
Тема 2. Види економічних моделей, їх побудова та аналіз	14
2.1. Основні класифікації економічних моделей.....	14
2.2. Загальні вимоги до економічних моделей.....	15
2.3. Формалізація економічних процесів у моделях.....	16
2.4. Інформаційна характеристика моделі.....	18
2.5. Побудова числової економіко-математичної моделі задачі.....	18
2.6. Аналіз результатів моделі та їх застосування.....	21
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ ПРИКЛАДНИХ МІКРОЕКОНОМІЧНИХ МОДЕЛЕЙ	22
Тема 3. Моделювання оптимальної виробничої програми підприємства ... 3.1. Основні поняття і структура економіко-математичної моделі оптимального планування.....	22 22
3.2. Визначення оптимального варіанту виробничої програми підприємства... Тема 4. Методи і моделі оцінювання ритмічності роботи підприємства	24 28
4.1. Ритмічність виробництва: сутність, фактори, наслідки неритмічної роботи, напрямки забезпечення ритмічності.....	28
4.2. Основні показники і методи оцінки ритмічності виробництва.....	30
4.3. Модель комплексного оцінювання ритмічності виробництва.....	30
Тема 5. Багатофакторна модель вимірювання продуктивності підприємства	32
5.1. Продуктивність підприємства як сучасна економічна категорія та система показників її оцінювання.....	32
5.2. Поняття управління продуктивністю та методи її вимірювання.....	34
5.3. Багатофакторна модель вимірювання продуктивності: побудова і призначення.....	34
Тема 6. Фінансова модель оцінювання економічного потенціалу підприємства	42
6.1. Загальна характеристика фінансової моделі оцінювання економічного	

потенціалу підприємства.....	42
6.2. Інтерпретація результатів фінансової моделі.....	44
Тема 7. Моделювання економічних рішень на основі кореляційного аналізу.....	47
7.1. Завдання кореляційного аналізу.....	47
7.2. Характеристика етапів кореляційного аналізу.....	47
7.3. Застосування результатів кореляційного аналізу в моделюванні економічних рішень.....	49
Тема 8. Прогнозні моделі для розробки економічних рішень.....	50
8.1. Загальна характеристика прогнозування.....	50
8.2. Основні методи прогнозування.....	52
8.3. Розробка та аналіз окремих видів прогнозних моделей.....	54
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	70

ВСТУП

Дисципліна «Моделювання економічних рішень» відноситься до циклу професійної дисциплін підготовки бакалаврів за усіма формами навчання.

Для вивчення дисципліни «Моделювання економічних рішень» потрібні знання дисциплін циклу загальної і професійної підготовки, зокрема таких як: політекономія, вища математика, статистика, мікроекономіка, макроекономіка, економіка підприємства, менеджмент, економічний аналіз, фінанси, гроші та кредит, планування і контроль на підприємстві, економіка праці і соціально-трудова відносина тощо.

Метою вивчення дисципліни є формування системи теоретичних знань і практичних навичок щодо моделювання та аналізу економічних процесів та прийняття економічних рішень.

Завдання:

- формування знань щодо характеристики процесу моделювання економічних рішень і видів економічних моделей;
- оволодіння підходами до моделювання оптимальної виробничої програми підприємства та аналізу її можливих варіантів;
- опанування методами і моделями оцінювання ритмічності роботи підприємства;
- набуття вмінь побудови та аналізу багатофакторної моделі вимірювання продуктивності підприємства й прийняття управлінських рішень щодо поліпшення використання економічних ресурсів;
- формування навичок побудови та аналізу фінансової моделі оцінювання економічного потенціалу підприємства і визначення шляхів підвищення ефективності формування й використання капіталу підприємства;
- набуття вмінь моделювання економічних рішень на основі кореляційного аналізу;
- опанування вміннями побудови та аналізу прогнозних моделей для розробки економічних рішень.

Предмет дисципліни: методи і моделі дослідження економічних процесів та обґрунтування основних типів управлінських рішень.

Загалом на підставі глибокого вивчення теоретичного матеріалу з дисципліни та аналізу конкретних мікроекономічних моделей студенти повинні навчитися творчо обмірковувати важливість прийняття актуальних економічних рішень для розвитку підприємства.

Метою підготовки даного навчального видання є допомога студентам в освоєнні програмного матеріалу цієї професійної дисципліни при підготовці до виконання усіх видів навчальних робіт.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. КОНЦЕПТУАЛЬНІ АСПЕКТИ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ РІШЕНЬ

Тема 1. Змістовна характеристика процесу моделювання економічних процесів і прийняття рішень

- 1.1. Розуміння єдності і взаємозв'язку економічних процесів
- 1.2. Економічні моделі як формалізований опис економічних процесів
- 1.3. Зміст моделювання економічних процесів, його етапи
- 1.4. Історичний розвиток моделювання економічних процесів

Список рекомендованої літератури [1-17;20;23;24]

Основні терміни і поняття теми: економічні процеси, модель, економічна модель, моделювання економічних процесів, верифікація моделі, валідація моделі.

1.1 Розуміння єдності і взаємозв'язку економічних процесів

Економічні процеси (фази) – це розвиток процесів безпосереднього виробництва, розподілу, обміну і споживання та дія зумовлених цими процесами виробництва спільних законів і властивих їм суперечностей.

Єдність і взаємозв'язок економічних процесів визначаються власне виробництвом. З виробництва беруть початок всі економічні процеси, воно стоїть над ними. Це зумовлено тим, що виробництво постачає продукт, подальший рух якого (розподіл, обмін і споживання) є стрижнем цих процесів. Крім того, воно детермінує відповідні способу виробництва способи розподілу, обміну і споживання, оскільки способи виробництва зумовлюють відповідні зміни в них.

З іншого боку, відбувається зворотний вплив названих фаз на безпосереднє виробництво. Так, обмін прискорює або гальмує виробничий процес, виявляє його ресурси. Розподіл об'єктивний, коли активно стимулює виробництво й обмін. Споживання не лише завершує виробництво, а й формує потребу в продукті, мету виробництва, обміну і розподілу.

Економічні процеси охоплюють усе, що дає реальна практика функціонування економічної системи, бо господарське життя не знає інших процесів, окрім виробництва, розподілу, обміну і споживання. Таким чином, легко підлягає вивченню кожна конкретна історична система економічних відносин, відносин на макро- і мікроекономічному рівнях, досягається єдність якісного і кількісного (оскільки стрижнем економічних відносин як системи є рух через економічні фази суспільного продукту) аналізу.

Не підміняючи інших ракурсів систематизації економічних відносин, пофазна систематизація не може не бути основною. Послідовність економічних процесів змінюється залежно від форми економічних відносин. У натуральному і планомірному господарствах розподіл передує обміну, у товарному – навпаки.

Економічні процеси розгортаються, переплітаються і тісно взаємодіють один з одним, відображаючи рух економічного базису суспільства. Життєві блага, знаходячись кожного разу на певній фазі відтворення, і виробляються, і розподіляються, і обмінюються, і споживаються, щоб зумовити новий репродуктивний цикл. Систематизація економічних відносин через фази відтворення дає дещо спрощене уявлення про них, оскільки в процесі виробництва не лише створюється продукт, який згодом розподіляється, обмінюється і споживається, а й формуються фактори його розподілу, обміну і споживання. Економічний закон розподілу за працею, закон вартості, наприклад, мають своїми причинами (сторонами причинно-наслідкового зв'язку) безпосередньо працю, тобто початок процесу виробництва. Таким чином, розчленовуючи органічно єдину систему економічних відносин на економічні процеси, пізнання повинно

розривати єдину їх тканину, що, однак, неминуче. Врахування того, що йдеться не про ізольовані процеси і фази, а про органічно пов'язані між собою, зумовлює істотно менші втрати від такого розривання. Систему виробничих відносин перехідних суспільств найповніше і найдоступніше розкриває по-фазний підхід.

Дослідження економічних відносин через взаємозв'язок економічних процесів створює найсприятливіші умови для їх пізнання як системи. Воно дає змогу охопити всю діалектику предмета, вивчити всі його сторони і зв'язки.

1.2 Економічні моделі як формалізований опис економічних процесів

Економічні процеси являють собою складне переплетіння самих різних за змістом і мірою впливу факторів: соціально-економічних, географічних, фізіологічних, психологічних, соціально-політичних і інших, та їх взаємодію. Все це під впливом часу приводить до накопичення великих обсягів інформації, яку треба обробити і проаналізувати. В природничих науках проблеми можуть бути спрощені експериментами, які допускають неодноразове дослідження впливу факторів, що постійно змінюються. У суспільних науках, до числа яких відносять економіку, використання експериментів обмежене. Для виявлення та визначення кількісної міри впливу великої кількості факторів на результативний показник економічна наука орієнтується на моделі.

Поняття «моделі» є багатогранним та не має єдиного визначення. У найширшому сенсі під терміном «модель» розуміють деякий образ об'єкта (зокрема, умовний чи уявний), що нас цікавить, або, навпаки — прообраз деякого об'єкта чи системи об'єктів.

Більшість дослідників вважає, що *модель* — це спрощене відображення певного явища чи об'єкта або спрощений опис реальності. Іншими словами: *модель* – це деякий об'єкт-замінник об'єкта-оригіналу, що забезпечує вивчення деяких істотних властивостей оригіналу.

Усі моделі будуються за певними припущеннями і полегшують розуміння реального світу. В економічному аналізі використовується припущення: припустімо, або "ceterisparibus", що означає "за інших рівних умов" і свідчить про змінність одного параметра та незмінність усіх інших.

Створення моделі пов'язано із втратою інформації (рис. 1.1). Це дає змогу абстрагуватися від другорядних явищ, сконцентруватися на головних елементах системи і їх взаємозв'язку. Відомі величині, які вводяться в модель в готовому вигляді, називаються *екзогенними (зовнішніми)*; величини, які отримують в рамках моделі при вирішенні поставленої задачі, називаються *ендогенними (внутрішніми)*. Тобто екзогенні величини – це вихідна інформація, яка вводиться в модель як змінні, а ендогенні фактори – це результати розв'язання завдання за даною моделлю.

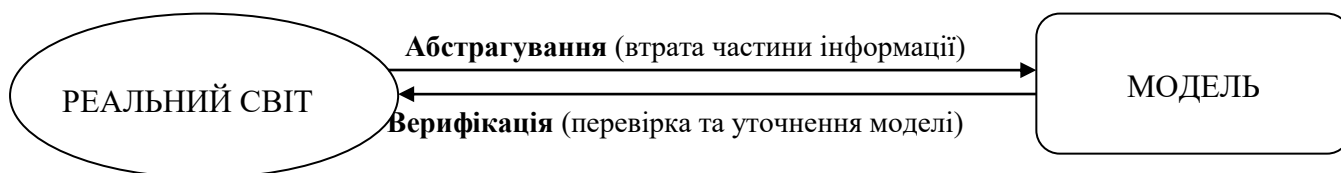


Рисунок 1.1 – Взаємозв'язок моделі і реального світу

Зв'язок моделі з об'єктивною дійсністю двояка: з одного боку, модель відображає реальний світ, є його умовним відтворенням, а з другого – слугує його перетворенню у відповідності з поставленими цілями. Тому в процесі верифікації моделі відбувається її конкретизація та уточнення.

Економічні моделі – це формалізований опис (логічний, графічний, алгебраїчний) різних економічних процесів та явищ для визначення функціональних взаємозв'язків між ними.

Такі моделі відображають проблеми економічних дисциплін — макроекономіки: валовий внутрішній продукт (ВВП), економічний цикл, зайнятість (безробіття), інфляцію,

макроекономічну політику держави, економічне зростання, макроекономічні процеси відкритої економіки; мікроекономіки: моделі поведінки споживача, фірми, їх взаємодію на ринку.

Економічну модель можна подати у вигляді (*форми представлення моделі*) вербальної моделі, рівняння, таблиці, схеми, графа, графіка, діаграми тощо, причому знакові утворення та їхні елементи завжди задаються разом із тими законами (правилами), відповідно до яких ними можна оперувати. Для моделювання економічних процесів використовують також агреговані величини (параметри) — сукупність специфічних економічних одиниць як одного цілого.

Побудова та аналіз економічних моделей відбувається на основі статистичного та економіко-математичного аналізу.

Найважливішим видом знакового моделювання є математичне моделювання, коли моделі будуються (описуються) засобами математики і логіки.

Дослідження математичної моделі дає змогу діставати характеристики реального економічного об'єкта чи системи. Тип математичної моделі залежить як від природи системи, так і від задач дослідження. У загальному випадку математична модель системи містить опис множини можливих станів останньої та закон переходу з одного стану до іншого (закон функціонування).

Велику практичну цінність становить економіко-математичне моделювання, спрямоване на дослідження економічних систем засобами математичного моделювання з урахуванням специфіки економіки та використанням здобутків економічних дисциплін (економічної теорії, макро- та мікроекономіки, менеджменту тощо).

Економіко-математичні моделі можуть бути призначені для дослідження як різних функціональних складових економіки (виробничо-технологічної, соціальної, територіальної структури), так і його окремих частин.

Таким чином, економічні моделі мають важливе значення для дослідження економічних проблем при необхідності глибокого проникнення у специфічність об'єктів, що вивчаються.

Між моделлю і досліджуванним економічним процесом завжди повинна існувати схожість, а не їх тотожність. Модель не повинна точно копіювати економічний об'єкт або процес і водночас не повинна надто відрізнятися від нього. Однак модель, відтворюючи реальний економічний процес, спрощує його, абстрагується від ряду його непринципових рис. Тому модель – це умовний образ, який абстрактно відображає основні взаємозв'язки, які існують в реальному економічному процесі. В моделях відбувається абстрагування не тільки від несуттєвих зв'язків, але і від якості предметів і конкретного значення величин.

Усі суттєві характеристики і властивості об'єкту чи процесу, що вивчається, записуються за допомогою алгебраїчних формул, частіше за все, це рівняння або нерівності. Запис всіх характеристик і властивостей економічного процесу у вигляді алгебраїчних формул називають економіко-математичною моделлю.

Таким чином, під структурною економіко-математичною моделлю слід розуміти концентрований вираз суттєвих зв'язків і закономірностей процесу функціонування економічної системи в математичній формі.

1.3 Зміст моделювання економічних процесів та його етапи

Заміщення одного об'єкта іншим із метою здобуття інформації про найважливіші властивості об'єкта-оригіналу за допомогою об'єкта-моделі називається *моделюванням*.

Таким чином, моделювання полягає в заміні об'єкта моделлю з метою отримання інформації про цей об'єкт, виконуючи експерименти з його моделлю. При цьому дослідження об'єктів пізнання відбувається не безпосередньо, а непрямим шляхом, вивченням деяких інших допоміжних об'єктів.

Якщо результати моделювання підтверджуються і можуть бути основою для прогнозування процесів, що відбуваються в об'єкті-оригіналі, то говорять, що модель адекватна об'єктові.

Моделювання економічних процесів – це відтворення або імітація поведінки будь-якої економічної системи на спеціально побудованому за певними правилами її аналогу або моделі.

Моделювання в економіці суттєво відрізняється від процесів моделювання техніки, це чисто теоретичний процес, який вимагає від дослідника глибоких знань проблеми, яка вивчається, уміння правильно врахувати і зафіксувати в моделі ті фактори, які відображають її економічну сутність. Окрім цього, дослідник повинен добре володіти знаннями і вмінням проводити математичний аналіз і вміти математично інтерпретувати зв'язки, залежності між результативними показниками і факторами, які на них впливають.

Моделювання ґрунтується на **принципі аналогії**, тобто можливості вивчення реального об'єкта не безпосередньо, а за допомогою відповідного йому аналога – моделі і перенесення здобутих у ході дослідження знань на об'єкт-оригінал.

Необхідність моделювання замість дослідження реального об'єкта, явища або процесу зумовлена такими причинами:

1) моделі значно простіші для дослідження, ніж самі об'єкти дослідження, наприклад, економіка країни;

2) часто об'єкти дослідити безпосередньо неможливо з різних причин: вони або недосяжні, наприклад глибини Всесвіту, або ще реально не існують, наприклад майбутній стан економіки;

3) дослідження іншими методами вимагає багато часу і коштів.

Мета моделювання – прогноз розвитку процесів або системи.

Практичними завданнями економіко-математичного моделювання є:

1) аналіз економічних об'єктів і процесів;

2) економічне прогнозування;

3) підтримка прийняття управлінських рішень.

Структурними елементами процесу моделювання є:

✓ об'єкт дослідження;

✓ суб'єкт (дослідник);

✓ модель, яка опосередковує відносини між суб'єктом і об'єктом.

Основні етапи моделювання економічних процесів:

1. Постановка економічної проблеми та її якісний аналіз.

На цьому етапі потрібно сформулювати сутність проблеми, визначити передумови й висловити припущення. Необхідно виокремити найважливіші властивості об'єкта моделювання, вивчити його структуру, дослідити взаємозв'язки між його елементами, а також хоча б попередньо сформулювати гіпотези, що пояснюють функціонування і розвиток об'єкта (динаміку руху), дослідити його зв'язки із зовнішнім середовищем тощо.

2. Побудова економіко-математичної моделі.

Цей етап полягає у формалізації економіко-математичної моделі, тобто вираженні її у вигляді конкретних математичних залежностей (функцій, рівнянь, нерівностей тощо). Процес побудови моделі складається з кількох стадій. Спочатку визначають тип економіко-математичної моделі, вивчають можливості її застосування в конкретному випадку, уточнюють перелік змінних та параметрів, форми зв'язку між ними. Для складних об'єктів доцільно будувати кілька різноаспектних моделей.

3. Математичний аналіз моделі.

На цьому етапі суто математичними прийомами досліджують загальні властивості моделей та розв'язків. На аналітичному етапі з'ясовують кількість розв'язків (єдиний чи неєдиний), визначають змінні та параметри, які можуть входити до розв'язку, а також межі та тенденції їх зміни. Однак, моделі складних економічних об'єктів дуже погано піддаються аналітичному дослідженню. У таких випадках переходять до чисельних методів дослідження.

4. Підготовка вихідної інформації.

В економічних задачах це, як правило, найбільш трудомісткий етап моделювання, оскільки тут замало самого лише пасивного збору даних. У процесі системного економіко-математичного моделювання результати функціонування одних моделей виступають вихідною інформацією для інших.

5. Числове моделювання.

Цей етап передбачає розробку алгоритмів числового розв'язання задачі, підготовку комп'ютерних програм та безпосереднє виконання розрахунків.

б. Аналіз результатів та їх застосування.

На цьому етапі передусім з'ясовується найважливіше питання щодо правильності й повноти результатів моделювання та можливості їх практичного використання, а також досліджуються можливі напрямки подальшого вдосконалення моделі. Тому спершу перевіряють адекватність моделі за тими властивостями, що було взято за найістотніші. Тобто потрібно виконати верифікацію і валідацію моделі, оскільки головна мета моделювання полягає в розв'язуванні практичних задач (аналіз економічних об'єктів, економічне прогнозування, вироблення управлінських рішень і т. ін.).

Верифікація моделі – перевірка правильності структури (логіки) моделі. **Валідація моделі** – перевірка відповідності здобутих при моделюванні даних реальному процесу в економіці.

Перелічені етапи економіко-математичного моделювання перебувають у тісному взаємозв'язку, зокрема можуть існувати зворотні зв'язки між етапами. Так, на етапі побудови моделі може з'ясуватися, що постановка задачі суперечлива чи призводить до занадто складної математичної моделі. Тоді вихідну постановку доводиться коригувати.

Отже, моделювання являє собою циклічний процес. Після останнього етапу необхідно переходити до першого й уточнювати постановку задачі відповідно з отриманими результатами, потім — до другого й уточнювати (коригувати) математичний модуль, далі — до третього і т. д.

1.4 Історичний розвиток моделювання економічних процесів

Моделювання як метод наукового пізнання почали застосовувати в дослідженнях ще з глибокої давнини. Поступово воно охоплювало все ширше коло наукових знань: технічне конструювання і будівництво, фізику і хімію, біологію, суспільні науки, тобто від вивчення найпростіших фізичних явищ до складних соціально-економічних процесів.

Особливо широкого поширення моделювання набуло в XVII – XVIII ст., в епоху розквіту теоретичної механіки. У XIX ст. інтерес до моделювання зменшився і відродився знову в першій половині XX століття. У наш час важко назвати дослідження, де б не застосовувалось моделювання. Проте методологія моделювання довгий час розвивалася незалежно в окремих науках, і це не сприяло розробці єдиної термінології, системи понять і категорій, їх визначенню.

Першими спробами моделювання економічних процесів було намагання у 1576 р. французом Ж. Боденом обґрунтувати зміну рівня цін (інфляцію) як результат зміни співвідношення між кількістю грошей і товарів. Ця теорія стає основою монетарної теорії і першою інфляційною моделлю.

У 1758 р. французький фізіократ Ф. Кене (1694-1774 рр.) розробив першу макроекономічну модель господарського кругообігу - "Економічну таблицю" - за аналогією кругообігу людини. Він вважав, що оскільки хвороба є відхиленням від нормального стану людини, то й економічна криза є тимчасовим відхиленням від рівноваги в економіці.

А. Сміт (1723-1790 рр.) створив класичну макроекономічну модель, яка пояснює процеси саморегулювання ринку через механізм ціноутворення.

Д. Рікардо (1772-1823 рр.) запропонував модель міжнародної торгівлі.

К. Маркс (1818-1883 рр.) використав схематичні моделі для відображення процесу розширеного відтворення.

У XIX ст. свій внесок у моделювання економічних процесів зробили математики — представники неокласицизму англієць А. Пігу (1877-1959 рр.) - "ефект Пігу"; швейцарець Л. Вальрас (1834-1910 рр.) - закон загальної економічної рівноваги, теорія економічного добробуту; італієць В. Парето (1848-1923 рр.) - "оптимум за Парето"; австрієць К. Менгер (1840-1921 рр.) - теорія граничної корисності; англієць Ф. Еджворт (1845-1926 рр.) - "скринька Еджворта" - модель, яка ілюструє ефективність обміну. Ними створено інструментарій макрота мікроекономічного аналізу: еластичність попиту, граничний аналіз, коротко- та

довгостроковий періоди, взаємозалежність ринків, сформульовані основні принципи маржиналізму.

Наприкінці XIX — на початку XX ст. в економічній науці набуває розвитку статистичний напрям, який досліджує та прогнозує циклічний розвиток економіки на основі моделей і методів математичної статистики. Росіянин М. Кондратьєв (1892-1938 рр.) висунув теорію великих циклів кон'юнктури ("довгих хвиль") періодичністю 40-60 років.

В. Парето запропонував статистичні моделі по дослідженню доходів населення в різних країнах. Англійський статистик Гукер розглянув модель взаємозв'язку економічних показників і запропонував модель впливу кількості банкрутств на товарній біржі на ціну зерна. Р. Фішер запропонував моделі дисперсійного аналізу, Кобб і Дуглас проаналізували виробничі функції.

У 1910 р. львівськими вченим П.Чомпою, а пізніше незалежно від нього норвезьким вченим Р.Фрішем (1926р.) запропоновано термін «економетрія» - наука про виміри в економіці.

Визначним досягненням стала розробка першого у світі балансу народного господарства СРСР за 1923/24 рік. Модель економічного зростання росіянина Г. Фельдмана (1884-1958 рр.), яка була створена у 1928 р., розкрила взаємозв'язок темпів зростання національного доходу, зміни фондів і продуктивності праці. Праці Г.Фельдмана були оцінені у світі лише після Другої світової війни і опубліковані у США у 1964 р.

Світова економічна криза 1929-1933 рр. стає поштовхом створення нової макроекономічної теорії. Англієць Дж. М. Кейнс гостро критикував класичну теорію і висунув свої постулати: 1. У ринковій економіці може існувати рівновага за неповної зайнятості. 2. Для усунення останньої необхідне втручання держави. 3. Держава втручається в економічні відносини через грошову і бюджетно-податкову політику. 4. Держава впливає на сукупний попит. Фундаментальна праця Дж. Кейнса "Загальна теорія зайнятості, процента і грошей" (1936р.) стає підґрунтям для рівноважних моделей і базовою теорією державного регулювання економіки.

У 30-і роки Я. Танбергом, Л. Кляйном, Р. Стоуном розроблені моделі економіки, які складаються з багатьох рівнянь, так званої системи одночасних рівнянь в економетрії. Дж. фон Непманом була конструйована одна з перших макроекономічних моделей у економетрії, яка увійшла в літературу під назвою модель Неймана розширеної економіки.

У середині 30-40-х років XX ст. виникають лінійні методи оптимізації: лінійне програмування (Л.В.Канторович, Дж. Данціг) та теорія ігор (Дж. фон Нейман).

Досвід використання лінійних моделей показав, що вони далеко не завжди можуть бути використані для опису економічних процесів і явищ. Тому почитають розвиватися дослідження в інших напрямках нелінійного програмування: випуклого, геометричного, динамічного та ін.

У 1948 р. виникає нова наука кібернетика (у перекладі з грецької - мистецтво управління), засновником якої став американець Н. Вінер. З'являється економічна кібернетика, яка досліджує економічні системи, передусім на основі оптимізаційних моделей. Пізніше розвиваються такі напрямки економічної кібернетики як дослідження операцій (пошук шляхів раціонального використання ресурсів для реалізації поставлених цілей), теорія масового обслуговування (яка розглядає різні явища в економіці як процеси обслуговування, тобто задоволення будь-яких вимог, замовлень тощо).

У 50-60-х роках макроекономічні дослідження у економетрії проводять Я.Тінберген, Р.Фріш. Центром розвитку економетрії стала Комісія Коулса (США). Новий інструментарій економетрія отримала в результаті подальшої розробки моделей одночасних рівнянь (Т.Хаавельмо, Т.Купманс, Г.Гейл та ін.). Серед нових економетричних систем, за якими розрахунки починають вестись з використанням ЕОМ, виникають такі макроекономічні моделі: Брукінгська і Уортонська моделі (США) і Голандська модель, які використовують для прогнозування і розробки економічної політики, для аналізу попиту і споживання.

У 60-х роках в СРСР починають впроваджуватися в практику планування сітьові методи планування та управління, які лежать в основі сітьових моделей. Водночас отримують розвиток розділи прикладної математики, які пов'язані з вирішенням оптимізаційних задач: нелінійне математичне програмування; математична теорія оптимізаційних процесів (Є.Є.Слуцький,

Л.В.Канторович, В.С.Немчинов та ін.).

У 70-90-х роках економіко-математичне моделювання стало визнаним засобом аналізу економічних проблем. У вітчизняній практиці у 70-х роках з'являються автоматизовані системи управління (АСУ), призначені для оптимізації управління складними виробничими процесами та економічними системами.

Нині в Україні зростає роль використання економіко-математичних методів як одного із засобів розвитку динамічно розвинутої та стійкої економіки з науково обґрунтованими шляхами розвитку та прогнозами на майбутнє в ринкових умовах. При чому сучасні моделі вирізняються різноманітністю та потужним використанням математичного апарату.

Питання для самоперевірки:

1. Поясніть взаємозв'язок між економічними рішеннями та економічними процесами.
2. Дайте визначення моделі.
3. Які моделі називаються економічними?
4. Що розуміють під економічним моделюванням?
5. Охарактеризуйте етапи моделювання економічних процесів.

Тема 2. Види моделей економічних систем, їх побудова та аналіз

- 2.1. Основні класифікації економічних моделей
- 2.2 Загальні вимоги до економічних моделей
- 2.3 Формалізація економічних процесів у моделях
- 2.4 Інформаційна характеристика моделі
- 2.5 Побудова числової економіко-математичної моделі задачі
- 2.6 Аналіз результатів моделі та їх застосування

Список рекомендованої літератури [1-17;20;23;24]

Основні терміни і поняття теми: теоретичні моделі, прикладні моделі, макроекономічні моделі, мікроекономічні моделі, балансові моделі, трендові моделі, оптимізаційні моделі, числова економіко-математична модель.

2.1 Основні класифікації економічних моделей

Усі економічні моделі класифікують за наступними ознаками.

1. За загальним цільовим призначенням моделі поділяють на:

1.1) *теоретичні або теоретико-аналітичні моделі* досліджують загальні властивості економіки, застосовуючи дедуктивні методи і формальні припущення, наприклад, модель економічного кругообігу;

1.2) *прикладні моделі* аналізують функціонування конкретного економічного об'єкта та використовують результати дослідження на практиці. До прикладних належать економетричні та економіко-математичні моделі планування виробництва, моделі економічного аналізу, прогнозування, управління тощо.

2. За ступенем агрегування моделі поділяють на:

2.1) *макроекономічні моделі* описують економіку як єдине ціле, використовуючи агреговані величини: валовий внутрішній продукт, сукупний попит, пропозицію грошей тощо. Макроекономічні моделі поділяють на відкриті (для вивчення міжнародних економічних зв'язків) і закриті (для вивчення замкненої національної економіки); агреговані і деталізовані. Залежно від того, чи містять ці моделі просторові чинники та умови, чи ні, розрізняють моделі просторові та точкові;

2.2) *мікроекономічні моделі*. Мікроекономічне моделювання — основна складова економіко-математичного моделювання. Найбільші успіхи останніх років стосуються досліджень стратегічної поведінки фірм в умовах олігополії з використанням методів теорії ігор. Так, у 1994 р. Нобелівську премію одержали Джон Неш (США), Джон Харсаньї (США) і Рейнхард Зельтен (Німеччина) за теоретичний аналіз конкурентної поведінки і умови стратегії.

3. За конкретним цільовим призначенням моделі поділяють на п'ять типів:

3.1) *балансові моделі* характеризуються системою балансових таблиць, які відображають відповідність наявності ресурсів їх використанню;

3.2) *рівноважні моделі* ("витрати-випуск");

3.3) *трендові моделі*, у яких розвиток економічної системи, що моделюється, відображається через тренд (тривалу тенденцію) її основних показників;

3.4) *оптимізаційні моделі* призначені для вибору найкращого варіанта з їх певної кількості;

3.5) *імітаційні моделі* призначені для використання у процесі машинної імітації процесів, що вивчаються.

4. За розмірністю розрізняють:

4.1) малорозмірні моделі;

4.2) багаторозмірні моделі.

5. Відносно до чинника часу:

5.1) *статичні моделі*, в яких усі залежності стосуються одного моменту або періоду часу, тобто фактор часу не враховується;

5.2) *динамічні моделі* характеризують зміни економічних процесів у часі. Час в економіко-математичних моделях може змінюватися неперервно або дискретно. Тому розрізняють неперервні та дискретні моделі.

6. З урахуванням чинника невизначеності:

6.1) *детерміновані моделі*, в яких використовують жорсткі функціональні зв'язки між змінними;

6.2) *стохастичні моделі*, які враховують фактори випадковості і невизначеності. При дослідженні цих моделей використовують знаряддя теорії ймовірностей та математичної статистики.

7. За характеристикою математичних об'єктів (формою математичних залежностей):

7.1) *матричні моделі* (наприклад, модель міжгалузевого балансу);

7.2) *лінійні* (наприклад, кейнсіанська функція споживання $C = C(Y)$, де C — споживання, Y — дохід). Ці моделі найзручніші для аналізу й розрахунків, завдяки чому вони набули великого поширення;

7.3) *нелінійні* (наприклад, виробнича функція Кобба-Дугласа $Y = F(K,L)$, де Y — обсяг виробництва, K — капітал, L — праця). Причому відмінності між лінійними та нелінійними моделями істотні не лише з математичного, а й з теоретико-економічного погляду. Адже численні залежності в економіці як на макро-, так і на мікрорівні мають принципово нелінійний характер;

7.4) *кореляційно-регресійні моделі*,

7.5) *моделі теорії ігор*;

7.6) *моделі сіткового планування*.

8. За тривалістю періоду часу, що розглядається:

8.1) *моделі короткострокового прогнозування та планування* (до року);

8.2) *моделі середньострокового прогнозування та планування* (до 5 років);

8.3) *моделі довгострокового прогнозування та планування* (10—15 і більше років).

Крім того існують *комбіновані моделі* (наприклад, економіко-математична модель міжгалузевого балансу, яка є прикладною, макроекономічною, детермінованою, балансовою та матричною, при цьому вона може бути статичною та динамічною).

З розвитком економіко-математичних досліджень проблема класифікації застосовуваних моделей дедалі ускладнюється. Поряд з появою нових типів моделей (особливо змішаних типів) і нових ознак їх класифікації відбувається інтеграція моделей різних типів у складніші модельні конструкції.

2.2 Загальні вимоги до економічних моделей

Для великого кола задач в економіці вже побудовані типові математичні моделі. Досліднику часто залишається лише зрозуміти, яка з відомих моделей найбільш придатна для аналізу проблем, що його цікавлять, і адаптувати її до задачі, що розв'язується. Якщо такої моделі немає, то необхідно її побудувати, тобто здійснити математичну інтерпретацію економіко-виробничої системи, виразити економічну проблему у вигляді конкретних математичних залежностей і відношень (функцій, рівнянь, нерівностей тощо).

Спочатку визначається основна конструкція математичної моделі, а потім уточнюються деталі цієї конструкції (перелік змінних і параметрів, форма залежності). У процесі побудови моделі необхідно прагнути до того, щоб вона належала до добре вивченого класу математичних задач (методів). Процес переходу від реального об'єкта з притаманними йому властивостями, зв'язками, як всередині самого об'єкта, так і поза ним, до моделей, у значній мірі визначається досвідом та інтуїцією фахівця в даній конкретній області і є складним етапом застосування математичного апарата в економічних дослідженнях.

У той же час можна зазначити ряд загальних вимог до економіко-математичних моделей: достатня точність, гранична простота і наочність, типовість і специфічність.

Достатня точність моделі означає, що при ідеалізації реального об'єкта враховані всі істотні властивості та зв'язки, а неістотні, тобто другорядні, виключені з моделі. У той же час, як свідчить практика економіко-математичного моделювання, залежно від характеру об'єкта і поставленої задачі доцільно будувати в ряді випадків декілька різноаспектних моделей. При цьому кожна модель виділяє певні сторони об'єкта, інші ж можуть враховуватися приблизно або агреговано. Таке застосування різноаспектних моделей дозволяє вирішити різні задачі дослідження.

Важливою вимогою є **гранична простота і наочність** моделі. Модель повинна бути досить простою, оскільки подальша робота з переобтяженою неістотними чинниками і характеристиками моделлю не тільки складна, але іноді і практично неможлива. При моделюванні доцільно починати дослідження на основі найпростіших моделей, поступитися точністю в інтересах простоти, щоб проаналізувати хоча б деякі з проблем. Потім перейти до складніших моделей, що дозволить проаналізувати та уточнити результати, отримані на простих моделях. Однак завжди необхідно пам'ятати, що спрощення моделі допустиме лише в тих межах, в яких вона ще відображає істотні властивості реального об'єкта. Звичайно, все це не означає, що завжди і скрізь необхідно використовувати тільки найпростіші моделі. Якщо з їх допомогою не отримані бажані результати, моделі потрібно поступово ускладнювати.

Представляючи реальний об'єкт з достатньою точністю і, за можливостю, просто, необхідно в той же час домагатися типовості і специфічності моделі. **Типовість** моделі – це можливість її застосування для вивчення аналогічних об'єктів або процесів. Але оскільки жоден процес у чистому вигляді не повторюється, як і немає абсолютно однакових об'єктів, то модель повинна враховувати специфіку процесу (об'єкта). Це і визначає **специфічність** моделі.

2.3 Формалізація економічних процесів у моделях

Визначення економіко-математичної моделі як концентрованого виразу закономірностей і взаємозв'язків економічного явища в математичній формі передбачає використання математичних символів і знаків для побудови моделі. І хоча при побудові економіко-математичних моделей допускається довільна система позначень, все ж необхідно дотримуватись загальноприйнятих вимог.

Наведемо найбільш загальні символи і позначення, що застосовуються при конструюванні економіко-математичної моделі:

= – дорівнює;

≤ – менше або дорівнює (не перевищує);

≥ – більше або дорівнює (не менше);

∈ – належить, тобто приналежність частини загальному, наприклад, якщо множина **A** складається з різноманітних елементів **a1, a2, ..., an**, то записується так:

$$A = \{ a_1, a_2, \dots, a_n \}.$$

Приналежність елемента множині записується так:

$$a_1 \in A, a_2 \in A, \dots, a_n \in A \text{ або } a_1, a_2, \dots, a_n \in A.$$

Якщо **b** не є елементом множини **A**, то записується - **b ∉ A**.

Σ – знак суми. Якщо записано $\sum_{i=1}^m$, то це сума, в якій **i** змінюється від **1** до **m**; $\Sigma\Sigma$ –

позначення подвійної суми. Якщо записано $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n$, то перша сума змінюється по **i** від **1**

до **m**, а друга – по **j** від **1** до **n**;

f() – позначення функції, наприклад, **y = f(x)** – читається: **y** є функція від **x**;

i, j, l, r – позначення індексів змінних і постійних величин;

x_i, u_j, x_{ij} – позначення невідомих величин;

ai, dij, cijk – позначення коефіцієнтів витрат ресурсів або виходу продукції;

Ri, Bi, bi – ресурси (обсяги обмежень задачі);

max – позначення максимуму;

min – позначення мінімуму;

→ **min(max)** – прямує до мінімуму (максимуму).

У всіх випадках, коли вводяться додаткові позначення, символи, знаки, використовують відповідні пояснення.

Математична модель задачі, що розв'язується симплексним методом лінійного програмування, в загальній формі включає:

1) лінійну форму змінних або цільову функцію, що виражає цільову установку задачі:

$$F = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \text{extr},$$

2) обмеження змінних, що являють собою систему лінійних нерівностей або рівнянь, що формують умови задачі:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, (i=1, \dots, k);$$

$$\sum_{j=1}^n v_{ij} x_j \leq R_i, (i=k+1, \dots, r);$$

$$\sum_{j=1}^n v_{ij} x_j = B_i, (i=r+1, \dots, m),$$

3) умови невід'ємності всіх змінних величин, включених у задачу:

$$x_j \geq 0, (j=1, 2, \dots, n).$$

Прийняті позначення:

n – загальна кількість змінних величин;

j – порядковий номер змінної;

i – порядковий номер обмеження;

m – загальна кількість обмежень;

i=1, ..., k – обмеження щодо використання ресурсів;

i=k+1, ..., r – обмеження щодо гарантованого обсягу виробництва;

i=r+1, ..., m – обмеження щодо фіксованого обсягу виробництва;

aij – норма витрат і-го виду ресурсу на одиницю виробництва по j-му виду діяльності;

vij – обсяг виробництва продукту і-го виду у розрахунку на одиницю j-го виду діяльності;

bi – обсяг і-го виду виробничих ресурсів;

Ri – запланований обсяг виробництва продукту і-го виду;

Bi – фіксований обсяг виробництва продукту і-го виду;

cj – оцінка змінної в цільовій функції у розрахунку на одиницю виробництва по j-му виду діяльності;

xj – невідома (змінна) величина, що означає розмір j-го виду діяльності.

Представлена форма запису умов і цільової функції задачі компактна, зручна. Це так звана структурна модель задачі. У розгорнутому вигляді кожна умова задачі подана окремим лінійним співвідношенням, а цільова установка – лінійною функцією.

Застосування методів лінійного програмування в економіці передбачає, що на кожному витраті ресурсів, які є в розпорядженні виробництва, отримують рівну кількість продукції та між функцією та аргументом існує лінійна залежність.

Насправді, в економічних процесах майже немає лінійних залежностей. Проте в практиці планування та економічного аналізу традиційними методами в більшості випадків така залежність допускається. Це ж знаходить своє відображення і при складанні балансів.

Переваги оптимізаційних методів дослідження сприяють практичному застосуванню методів лінійного програмування, яке виправдане також тим, що більшість нелінійних

залежностей можна звести до лінійних. Широке впровадження саме лінійно-оптимізаційних моделей у той же час пояснюється існуванням універсального методу розв'язку таких задач – симплексного та доступного і простого аналізу отриманих розв'язків.

2.4 Інформаційна характеристика моделі

Математичне моделювання економічних процесів пов'язане з проблемою забезпечення економічною інформацією. Формування даних задачі включає визначення обсягу і структури інформації, її збирання, оцінку і попередню обробку (переробку).

Обсяг і структура інформації визначаються змістом задачі та математичним методом, за допомогою якого вона буде розв'язуватись. Для більшості економіко-математичних задач це:

- види виробничої діяльності;
- номенклатура продукції;
- технологічні способи виробництва окремих продуктів;
- види виробничих ресурсів і їх обсяги;
- нормативи витрат праці, матеріально-грошових та інших ресурсів;
- обсяги продукції;
- показники економічної діяльності;
- показники оцінки продукції тощо.

Збір інформації передбачає її фіксацію, накопичення і зберігання з подальшою обробкою та переробкою. Результатом останнього є техніко-економічні коефіцієнти (ТЕК), що представляють інформацію до задачі.

Отримана інформація повинна відповідати ряду важливих вимог: достовірність, достатність, доступність, однозначність, оперативність.

Достовірність інформації означає точність характеристики процесу або явища (об'єкта дослідження). Досягається вона своєчасністю, безперервністю та однократністю її реєстрації.

Достатність інформації – це такий її обсяг, який з потрібною мірою повноти характеризує об'єкт. На практиці прагнуть до того, щоб повнота характеристики об'єкта досягалася при невеликих обсягах інформації.

Доступність інформації досягається тим, що вона нагромаджується у такому вигляді, в якому її легко відтворити, сприйняти та обробити.

Однозначність інформації означає в кожному випадку єдине тлумачення і не допускає різночитання.

Загальною і важливою якістю інформації є також її **оперативність**, тобто своєчасність отримання.

Інформація, що використовується при розв'язанні лінійно-оптимізаційних задач, подається у вигляді матриці техніко-економічних коефіцієнтів (ТЕК) типу витрати-випуск, векторів обмежень і коефіцієнтів цільової функції. Ці дані називають інформаційною характеристикою задачі. Вони необхідні для складання числової економіко-математичної моделі, розробка якої здійснюється на наступному етапі.

2.5 Побудова числової економіко-математичної моделі задачі

Побудова числової економіко-математичної моделі є підсумком всієї підготовчої роботи дослідження за допомогою математичного моделювання.

Числова економіко-математична модель – це таке представлення задачі, в якому мета задачі виражена у вигляді цільової функції, а умови – у вигляді алгебричних рівнянь і нерівностей з числовими коефіцієнтами при невідомих.

Таким чином, числова економіко-математична модель відрізняється від розгорнутої математичної моделі конкретністю кількісного представлення об'єкта-оригіналу. Чітко встановлена послідовність виконання робіт на цьому етапі сприяє уникненню помилок і тим

самим скороченню часу і зусиль на розв'язання задачі. Ця послідовність може бути різною, однак, практика свідчить про доцільність таких кроків:

- 1) визначити перелік змінних, які характеризують основні невідомі задачі відповідно до видів виробничої діяльності;
- 2) встановити склад і обсяги обмежень;
- 3) розробити техніко-економічні коефіцієнти (ТЕК) типу витрати-випуск за всіма видами і способами виробничої діяльності;
- 4) з урахуванням мети задачі сформулювати (обґрунтувати) критерій оптимізації і побудувати цільову функцію.

Деталізуємо названі кроки.

Визначення переліку змінних. Склад видів і способів виробничої діяльності, що виражаються змінними, залежить від суті сформульованої задачі та міри деталізації процесу, що моделюється. Види діяльності представляють неподільні операції в моделі економічного процесу, які відрізняються один від одного за ресурсами, що використовуються і коефіцієнтами їх витрат, виходом продукції та коефіцієнтами її випуску, способами і часом використання кінцевої продукції.

Відмінність видів діяльності (за призначенням; ресурсами, що використовуються; кількістю та якістю продукції, яку отримують за технологічною схемою і т.п.) є передумовою багатоваріантності стану системи.

При визначенні переліку змінних у моделі необхідно враховувати їх відмінність за економічним значенням. Залежно від того, що означають змінні та яка їх роль при формалізації задачі, розрізняють *основні, додаткові і допоміжні змінні*.

Основні змінні відображають основні види діяльності, об'єкти, продукцію тощо. Так, залежно від мети планування або економічного аналізу, основними змінними позначаються види продукції, розміри основних засобів виробництва, оборотні активи виробництва тощо.

Додаткові змінні вводяться в задачу, як правило, для полегшення формалізації її умов. Залежно від постановки задачі вони можуть виражати приріст продуктивності праці тощо.

Додаткові змінні вводять також для перетворення нерівностей у рівняння. Так, якщо нерівність типу (\geq), то додаткові змінні означають перевищення лівої частини над правою частиною нерівності (наприклад, перевищення запланованого обсягу виробництва).

Допоміжні змінні вводяться в задачу з метою математичних перетворень при її записі або розв'язку. Наприклад, допоміжні змінні включають у задачу для визначення розрахункових величин (виробничих ресурсів, які можна придбати, показників економічної ефективності виробництва тощо).

Змінні можуть бути одно-, дво- і багатокomпонентними залежно від того, в якій кількості умов задачі вони представлені. Одночасно з визначенням змінних задачі встановлюються одиниці їх вимірювання. При цьому потрібно керуватися такими правилами:

- за одиницю вимірювання змінної потрібно приймати таку, що застосовується у звітності та плануванні;

- прийнята розмірність змінних не повинна передбачати додаткових розрахунків після розв'язування задачі;

- для змінних, що виражають однотипні види виробничої діяльності, розмірність повинна бути однаковою і різко не відрізнятися порядком числа.

Встановлення складу та обсягів обмежень. Після того, як види та способи виробничої діяльності позначені змінними, визначають обмеження економіко-математичної задачі. Обмеженнями називаються умови і вимоги задачі, що виражають у вигляді системи рівнянь і нерівностей можливості виробництва і баланс ресурсів.

Обмеження можуть бути трьох типів: дорівнює – ($=$); більше або дорівнює (обмеження знизу) – (\geq); менше або дорівнює (обмеження зверху) – (\leq).

За характером формулювання економічних вимог і математичним записом розрізняють *основні, додаткові і допоміжні обмеження*.

Основні обмеження накладаються на всі або більшість змінних задачі. Як правило, вони виражають і основні умови задачі.

Додаткові обмеження накладаються на невеликі групи або окремі змінні.

Допоміжні обмеження використовуються, як правило, для математичного запису системи співвідношень, або для правильного формулювання економічних вимог при використанні різноманітних прийомів моделювання. Наприклад, обмеження щодо встановлення пропорційного зв'язку між окремими змінними або їх групами. Паралельно з визначенням переліку обмежень відповідно до умов задачі встановлюють і обсяги обмежень (обсяги правої частини обмежень).

Обсяги обмежень – це постійні величини (константи), що виражають межі використання виробничих ресурсів або гарантований обсяг виробництва. Якщо обмеження відображають умови пропорційного зв'язку між змінними, то їх правими частинами будуть нулі. Одиниця вимірювання правої частини обмеження (bi) визначає розмірність кожного i -го обмеження. Наприклад, якщо b означає наявні в господарстві виробничі запаси у тоннах, то розмірність обмеження щодо використання матеріалів буде також у тоннах, або ж обидва показники оцінюються в кг.

Розробка техніко-економічних коефіцієнтів (ТЕК). Кількісне вираження норм витрат ресурсів або норм виходу продукції у розрахунку на одиницю виду виробничої діяльності здійснюється за допомогою техніко-економічних коефіцієнтів (ТЕК).

У числовій економіко-математичній моделі техніко-економічні коефіцієнти записуються при змінних у системі обмежень.

Розрізняють *коефіцієнти витрат ресурсів* та *виробництва продукції (випуску), коефіцієнти пропорційності*.

Коефіцієнти витрат (a_{ij}) вказують на те, яка кількість ресурсів i -го виду витрачається на одиницю j -го виду виробничої діяльності.

Коефіцієнти випуску (v_{ij}) вказують на те, яка кількість продукції i -го виду вироблена в розрахунку на одиницю j -го способу виробництва.

За допомогою **коефіцієнтів пропорційності** виражають певні співвідношення між змінними або їх групами щодо відношення один до одного або до величини обсягу обмеження.

Техніко-економічні коефіцієнти, що використовуються в економіко-математичних задачах, можуть бути *нормативними, розрахунково-прогнозованими і фактичними*.

При розробці коефіцієнтів числової економіко-математичної моделі важливо правильно встановити їх розмірність і пов'язати її з розмірністю змінних величин і правих частин обмежень. При цьому необхідно користуватися таким правилом: розмірність будь-якого коефіцієнта a_{ij} , що входить в i -е обмеження, повинна відповідати розмірності, прийнятій для цього обмеження (розмірності bi), поділеній на розмірність змінної x_j .

Формулювання (обґрунтування) критерію оптимізації та побудова цільової функції. Обґрунтування критерію оптимізації та побудова цільової функції задачі - найбільш відповідальна робота на етапі побудови числової економіко-математичної моделі. Це виражається передусім у дотриманні принципу оптимальності, тобто в досягненні заданої мети розвитку системи з найбільшою при заданих умовах ефективністю. Виходячи з поняття оптимальності системи – найкращого її стану, що відповідає цілям функціонування в процесі розвитку, на етапі постановки економіко-математичної задачі визначається її цільова установка (мета). Остання визначає якісну сторону бажаного економічного результату. Кількісна міра цього результату характеризується **критерієм оптимальності**.

Найпоширенішими критеріями оптимальності в економічних задачах є такі показники:

- товарна або реалізована продукція у вартісному виразі;
- операційний або чистий прибуток;
- виробнича бо повна собівартості та ін.

Залежно від мети задачі знаходять максимальне або мінімальне значення конкретних економічних показників.

При побудові числової економіко-математичної моделі критерій оптимальності виражають цільовою функцією (функціоналом, функцією мети) задачі, тобто аналітичною формою. При цьому коефіцієнти цільової функції (c_j) своєю розмірністю повинні відповідати розмірності змінних (x_j).

2.6 Аналіз результатів та їх застосування

На цьому етапі дослідження необхідно дати відповідь на питання про правильність і повноту результатів моделювання, про міру їх практичного застосування. Передусім необхідно здійснити перевірку балансів і умов задачі. Якщо доведена коректність побудови моделі, проводять неформальний аналіз теоретичних висновків і чисельних результатів, отриманих за допомогою моделі, і зіставлення їх із наявними знаннями та фактами дійсності. Це повинно сприяти виявленню недоліків постановки економічної задачі, сконструйованої математичної моделі та використаної інформації.

При виявленні недоліків здійснюється корегування в постановці задачі, формалізації умов економіко-математичної моделі або застосовуваної інформаційної бази та здійснюються нові розрахунки на комп'ютері.

Отриманий внаслідок розв'язування задачі за скорегованою моделлю результат повинен бути ретельно проаналізований методами економічного та економіко-математичного аналізу.

Невід'ємною частиною моделювання економічних процесів є **економіко-математичний аналіз результатів** розв'язку побудованих моделей.

Суть економіко-математичного аналізу полягає в перевірці обґрунтованості як сформульованої моделі, так і отриманого на її основі оптимального розв'язку. Економіко-математичний аналіз розв'язку здійснюється у вигляді варіантних розрахунків за моделями із зіставленням різних варіантів плану та у вигляді аналізу внутрішньої структури кожного з отриманих розв'язків.

Варіантні розрахунки можуть здійснюватися при незмінній структурі самої моделі, але зі зміною чисельної величини конкретних її показників, або при зміні елементів моделі: критерію оптимізації, системи обмежень, способів та видів виробничої діяльності тощо.

Для прийняття вибору проекту розвитку економічного процесу або економічного рішення на основі варіантних розрахунків необхідний подальший аналіз з використанням традиційних методів.

Питання для самоперевірки:

1. Поясніть види моделей за різними ознаками їхньої класифікації.
2. Що побудова економічної моделі?
3. Яким принципам має відповідати інформація, яка застосовується у моделюванні?
4. Як проводиться аналіз результатів економічного моделювання?
5. Як здійснюється формалізація економічних процесів у моделях?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ ПРИКЛАДНИХ МІКРОЕКОНОМІЧНИХ МОДЕЛЕЙ

Тема 3. Моделювання оптимальної виробничої програми підприємства

- 3.1. Основні поняття і структура економіко-математичної моделі оптимального планування
- 3.2. Визначення оптимального варіанту виробничої програми підприємства

3.1 Основні поняття і структура економіко-математичної моделі оптимального планування

Список рекомендованої літератури [1; 8; 10;13; 19].

Основні терміни і поняття теми: оптимальне планування, цільова функція, система обмежень, адекватність моделі, оптимальний план, оптимальна виробнича програма підприємства.

Оптимальне планування – це система методів обґрунтування найкращого з точки зору поставленої мети та об'єктивних умов плану розвитку національної економіки, галузей та окремих підприємств. Оптимальне планування будується на основі економіко-математичних моделей об'єктів усіх рівнів, алгоритмів і машинних програм, методів аналізу та оцінок результатів. При оптимальному плануванні широко застосовуються оптимізаційні економіко-математичні методи та ЕОМ.

При оптимальному плануванні будується економіко-математична модель, яка включає систему обмежень, які задають множину можливих варіантів плану і цільову функцію, за допомогою якої один з варіантів визнається оптимальним.

Складання оптимального плану включає в себе:

- 1) постановку задачі;
- 2) розробку моделі, алгоритму і програм для розрахунку на ЕОМ;
- 3) проведення розрахунків;
- 4) аналіз результатів.

В оптимальному плануванні використовуються моделі з різним часовим аспектом. Існують моделі поточного, середньострокового і довгострокового планування.

Відомо, що підприємство є виробничою системою, яке споживає ресурси задля випуску продукції. Характеристиками такої системи є ресурси **у_j**, їх витрачання **с_k**, продукція як результат виробництва **х_i**. Усі параметри виробничої системи прийнято описувати виробничо-технічними показниками (в натуральних одиницях виміру). Наприклад, параметрами промислового виробництва виступають запаси матеріалів, чисельність працівників, кількість обладнання, норми витрат ресурсів, кількість випущеної продукції тощо.

Між тим при прийнятті рішень для забезпечення ефективного функціонування підприємства доцільно усі елементи (параметри) виробництва представляти у вартісному виразі, що характеризує вартість закуплених ресурсів, розмір понесених у виробництві витрат, вартість випущеної продукції тощо. Тобто маємо трансформувати уявлення про виробничу систему в уявлення економічної системи, в якій кожен її елемент – це економічний показник.

Частина параметрів певної економічної системи може бути сталими величинами, наприклад, норми витрачання матеріалів, а частина — змінними, тобто залежатиме від певних умов, як, скажімо, продуктивність праці, собівартість продукції, відпускні ціни на продукцію.

Змінні величини бувають незалежними чи залежними, дискретними чи неперервними, детермінованими або випадковими. Наприклад, залежною змінною є собівартість продукції, незалежною від процесу функціонування підприємства величиною є початковий розмір статутного фонду, дискретною – кількість обладнання, неперервною – виробнича площа,

детермінованою – норма витрачання матеріалу, випадковою – обсяг попиту на продукцію у плановому періоді.

Вхідні змінні економічної системи бувають двох видів: керовані u_j ($j=1,2, \dots, m$), значення яких можна змінювати в деякому інтервалі; і некеровані змінні x_i ($i=1,2, \dots, n$), значення яких не залежать від волі людей і визначаються зовнішнім середовищем.

Наприклад, кількість працюючого обладнання – керована, а обсяг попиту – некерована змінна. Залежно від реальної ситуації керовані змінні можуть переходити у групу некерованих і навпаки. Наприклад, у разі насиченого ринку обсяги придбання дизельного палива є керованою змінною величиною, а за умов дефіциту цього ресурсу – некерованою.

Кожна економічна система має певну мету свого функціонування. Це може бути, наприклад, отримання максимуму чистого прибутку. Ступінь досягнення мети, здебільшого, має кількісну міру, тобто може бути описаний математично.

Нехай F – вибрана мета (ціль). За цих умов вдається, як правило, встановити залежність між величиною F , якою вимірюється ступінь досягнення мети, вхідними змінними та параметрами системи:

$$F = f(x_1, x_2, \dots, x_n; y_1, y_2, \dots, y_m; c_1, c_2, \dots, c_l). \quad (1)$$

Функцію F називають *цільовою функцією, або функцією мети, або ж критерієм оптимальності*. Для економічної системи це є функція ефективності її функціонування та розвитку, оскільки значення F відображує ступінь досягнення певної мети.

Цільовою функцією при оптимальному плануванні слугує різниця результатів і витрат, розрахованих в оптимальних цінах. Наприклад, якщо результат задано, то критерій оптимальності плану - мінімізація витрат виробничих ресурсів.

У загальному вигляді задача економіко-математичного моделювання формулюється так: Знайти такі значення керованих змінних x_i , щоб цільова функція набувала екстремального (максимального чи мінімального значення).

Отже, потрібно відшукати значення

$$\min (\max) F = f(x_1, x_2, \dots, x_n; y_1, y_2, \dots, y_m; c_1, c_2, \dots, c_l) \quad (2)$$

Можливості вибору x_i завжди обмежені зовнішніми щодо системи умовами, параметрами виробничо-економічної системи тощо.

Наприклад, площа посіву озимої пшениці обмежена наявністю ріллі та інших ресурсів, сівозмінами, можливістю реалізації зерна, необхідністю виконання договірних зобов'язань тощо. Ці процеси можна описати системою математичних рівностей та нерівностей виду:

$$g_i(x_1, x_2, \dots, x_n; y_1, y_2, \dots, y_m; c_1, c_2, \dots, c_l) \{ \leq, =, \geq \} 0; \quad (i = 1, 2, \dots, S). \quad (3)$$

Тут набір символів (\geq , $=$, \leq) означає, що для деяких значень поточного індексу i виконуються нерівності типу \geq , для інших – рівності ($=$), а для решти – нерівності типу \leq .

Система (3) називається *системою обмежень*, або системою умов задачі. Вона описує внутрішні технологічні та економічні процеси функціонування й розвитку виробничо-економічної системи, а також процеси зовнішнього середовища, які впливають на результат діяльності системи. Для економічних систем змінні x_i мають бути невід'ємними:

$$x_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

Залежності (2)-(4) утворюють економіко-математичну модель економічної системи. Розробляючи таку модель, слід дотримуватись певних правил:

1. Модель має адекватно описувати реальні технологічні та економічні процеси.
2. У моделі потрібно враховувати все істотне, суттєве в досліджуваному явищі чи процесі, нехтуючи всім другорядним, неістотним у ньому. Як правило, прості моделі не забезпечують відповідної точності, і «оптимальні» розв'язки за такими моделями не відповідають реальним ситуаціям, дезорієнтують користувача, а переускладнені моделі важко реалізувати на ЕОМ як з огляду на неможливість їх інформаційного забезпечення, так і через відсутність відповідних методів оптимізації.
3. Модель має бути зрозумілою для користувача, зручною для реалізації на ЕОМ.
4. Необхідно, щоб множина змінних x_i була не порожньою. З цією метою в економіко-

математичних моделях за змоги слід уникати обмежень типу «=», а також суперечливих обмежень. Наприклад, ставиться обмеження щодо виконання контрактів, але ресурсів недостатньо, аби їх виконати. Якщо система (3), (4) має єдиний розв'язок, то не існує набору різних планів, а отже, й задачі вибору оптимального з них.

Будь-який набір змінних x_1, x_2, \dots, x_n , що задовольняє умови (3) і (4), називають допустимим планом, або планом. Очевидно, що кожний допустимий план є відповідною стратегією економічної системи, програмою дій. Кожному допустимому плану відповідає певне значення цільової функції, яке обчислюється за формулою (2).

Сукупність усіх розв'язків системи обмежень (3) і (4), тобто множина всіх допустимих планів утворює область існування планів.

План, за якого цільова функція набуває екстремального значення, називається оптимальним. Оптимальний план є розв'язком задачі економіко-математичного моделювання (2)-(4).

3.2 Визначення оптимального варіанту виробничої програми підприємства

Виробнича програма (план виробництва) підприємства повинна одночасно відповідати запитам споживача та виробничим можливостям підприємства, яке зацікавлене у найкращому використанні своїх ресурсів.

Оптимальною виробничою програмою підприємства називається той її варіант, який у найбільшій мірі відображає структуру ресурсів підприємства і забезпечує найкращі результати діяльності відповідно до визначеної мети.

Формування оптимальної виробничої програми відбувається у 2 етапи:

I – Визначення номенклатури річної виробничої програми і обсягу випуску у натуральному виразі по кожній позиції (розробка номенклатурного плану).

II – Розподіл випуску виробів по кварталах (розробка номенклатурно-календарного плану).

Перелік робіт на першому етапі:

1. Вибір критерію діяльності підприємства у плановому періоді (мінімізація собівартості, максимізація прибутку, максимізація випуску).

2. Встановлення видів і розмірів ресурсів, що обмежують виробничі можливості підприємства, норм витрат цих ресурсів на одиницю кожного виду продукції.

3. Визначення мінімально необхідного і максимально можливого обсягів випуску продукції.

Загальний вигляд економіко-математичної моделі оптимізаційної задачі:

1. Функція цілі:

$$F = \sum_{i=1}^n x_i f_i \longrightarrow \max (\min) \quad (5)$$

2. Обмеження:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{x=1}^n x_i a_{ij} \leq A_j \quad (j=1,m) \end{array} \right. \quad (6)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} N \min_i \leq x_i \leq N \max_i \end{array} \right. \quad (7)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x_i \geq 0 \end{array} \right. \quad (8)$$

де F – сумарне значення показника, який прийнято за критерій оптимізації;

n – число найменувань продукції, що виготовляється;

x_i – кількість виробів i -го найменування у плані;

f_i – оцінка i -го найменування виробу у відповідності до критерію оптимізації;

a_{ij} – витрати – го ресурсу, що є у розпорядженні підприємства;

A_j – розмір – го ресурсу, що є у розпорядженні підприємства.

N_{\min}, N_{\max} – допустимі межі випуску i -го виробу.

Обмежувачами випуску продукції виступають частіше за все наявні виробничі ресурси: обладнання, висококваліфіковані робітники, матеріали, енергоресурси.

Ефективність роботи підприємства оцінюється системою показників, тому виробнича програма, яка визнана оптимальною по одному критерію, може бути неоптимальною по іншим. Варто вести розрахунки по декільком критеріям оптимальності і на основі їх аналізу вибрати найкращий варіант виробничої програми.

На другому етапі оптимізаційних розрахунків слід додержуватись наступних вимог:

- 1) дотримання договірних строків випуску виробів;
- 2) скорочення номенклатури виробів, що одночасно виготовляються, з метою спрощення планування і оперативного регулювання виробництвом;
- 3) забезпечення рівномірного комплексного завантаження обладнання і площини за рахунок набору виробів з різною структурою трудомісткості.

Критерії оптимальності: мінімальна номенклатура або рівномірне завантаження обладнання.

Приклад. Підприємство спеціалізується на виготовленні та реалізації електроплит і морозильних камер. Припустимо, що збут продукції необмежений, проте обсяги ресурсів (праці та основних матеріалів) обмежені. Завдання полягає у визначенні такого плану виробництва продукції на місяць, за якого виручка була б найбільшою. Порівняти з існуючим планом, при якому виручка становить 16800 ум. од.

Норми використання ресурсів та їх загальний запас, а також ціни одиниці кожного виду продукції наведені в табл. 3.1.

Побудуємо економіко-математичну модель даної задачі. Позначимо через x_1 кількість вироблених морозильних камер, а через x_2 — електроплит. Виразимо математично умови, що обмежують використання ресурсів.

Таблиця 3.1 - Інформація, необхідна для складання виробничої програми

Вид продукції	Норми витрат на одиницю продукції			Ціна одиниці продукції, ум. од.
	робочого часу, люд.-год.	листового заліза, м 2	скла, м 2	
Морозильна камера	9,2	3	-	300
Електрична плита	4	6	2	200
Загальний запас ресурсу на місяць	520	240	40	-

Виходячи з нормативів використання кожного з ресурсів на одиницю продукції, що наведені в табл. 1, запишемо сумарні витрати робочого часу: $9,2x_1 + 4x_2$. За умовою задачі ця величина не може перевищувати загальний запас даного ресурсу, тобто 520 люд.-год. Ця вимога описується такою нерівністю:

$$9,2 x_1 + 4 x_2 \leq 520$$

Аналогічно запишемо умови щодо використання листового заліза та скла:

$$3 x_1 + 6 x_2 \leq 240$$

$$0 x_1 + 2 x_2 \leq 40$$

Необхідно серед множини всіх можливих значень x_1 та x_2 знайти такі, за яких сума виручки максимальна, тобто:

$$\max F = 300 x_1 + 200x_2.$$

Отже, умови задачі, описані в прикладі, можна подати такою економіко-математичною моделлю:

$$\begin{cases} \max F = 300 x_1 + 200x_2. \\ 9,2 x_1 + 4 x_2 \leq 520 \\ 3 x_1 + 6 x_2 \leq 240 \\ 0 x_1 + 2 x_2 \leq 40 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Остання умова фіксує неможливість набуття змінними від'ємних значень, тому що кількість виробленої продукції не може бути від'ємною. Розв'язавши задачу певним методом математичного програмування, маємо такий розв'язок: для максимальної виручки від реалізації продукції необхідно виготовляти морозильних камер - 50 штук, електроплит - 15 ($x_1 = 50$, $x_2 = 15$).

Перевіримо виконання умов задачі:

$$9,2 \times 50 + 4 \times 15 = 520;$$

$$3 \times 50 + 6 \times 15 = 240;$$

$$2 \times 15 = 30 < 40.$$

Всі умови задачі виконуються, до того ж оптимальний план дає змогу повністю використати два види ресурсів з мінімальним надлишком третього.

Виручка становитиме: $F = 300 \times 50 + 200 \times 15 = 18000$ ум. од.

Отриманий оптимальний план у порівнянні з першим варіантом виробничої програми уможливорює збільшення виручки на 1200 ум.од. ($18000 - 16800$), тобто на 7,1% ($1200/16800 \times 100$).

Зауважимо, що оскільки не існує єдиного універсального критерію економічної ефективності, то досить часто вдаються до розгляду багатокритеріальної оптимізації. Хоча задача економіко-математичного моделювання передбачає одну цільову функцію, розроблено математичні методи, що дають змогу будувати компромісні плани, тобто здійснювати багатокритеріальну оптимізацію.

Питання для самоперевірки:

1. Що є оптимальним плануванням?
2. Назвіть основні поняття економіко-математичної моделі оптимального планування.
3. Що розуміють під цільовою функцією?
4. Які критерії цільової функції?
5. Що включають до системи обмежень?

Тема 4. Методи і моделі оцінювання ритмічності роботи підприємства

- 4.1. Ритмічність виробництва: сутність, фактори, наслідки неритмічної роботи, напрямки забезпечення ритмічності
- 4.2. Основні показники і методи оцінки ритмічності виробництва
- 4.3. Модель комплексного оцінювання ритмічності виробництва

Список рекомендованої літератури [1; 10; 19; 21]

Основні терміни і поняття теми: ритмічність роботи підприємства, фактори ритмічної роботи, наслідки неритмічної роботи, причини неритмічної роботи, модель комплексного оцінювання ритмічності виробництва.

4.1 Ритмічність виробництва: сутність, фактори, наслідки неритмічної роботи, напрямки забезпечення ритмічності

Важливим економічним процесом є оперативно-виробниче планування, завданням якого виступає забезпечення чіткої і безперебійної роботи підприємства і внутрішньозаводських підрозділів при найбільш ефективному використанні виробничих ресурсів.

Наукова організація оперативного планування виробництва, яка, в свою чергу, є складовим елементом оперативного управління виробництвом, ґрунтується на забезпеченні ритмічної, узгодженої роботи усіх виробничих підрозділів підприємства за єдиним графіком і рівномірному випуску продукції.

Ритмічність роботи підприємства та його підрозділів полягає в рівномірному здійсненні всього технологічного процесу по виробництву і відвантаженню продукції, відповідно до місячних планів і добових завдань.

Ритмічною потрібно вважати таку працю і таку роботу, коли за рівні проміжки часу на тому чи іншому робочому місці, дільниці, у цеху й у цілому на підприємстві виконується однаковий обсяг робіт або ж такий, що рівномірно збільшується. Під рівномірним випуском продукції варто розуміти систематичне повторення випуску продукції рівними чи рівномірно зростаючими частинами відповідно до встановленого графіка роботи.

Отже, ритмічність характеризує ступінь точності виконання планових завдань за окремі відрізки часу, на які вони (завдання) встановлені, а рівномірність характеризує ступінь рівності обсягів продукції, що випускаються, в однакові відрізки робочого часу.

Значення ритмічності різко зростає в умовах інтенсифікації виробництва, коли головним показником оцінки діяльності є задоволення суспільних потреб, виконання зобов'язань та постачання продукції у відповідності з укладеними договорами.

Ритмічна робота є одним із найважливіших умов раціонального використання виробничих ресурсів. Особливо зростає значення цього чинника на сучасному етапі розвитку. Чим складніше техніка на підприємстві, тим актуальніше задача забезпечення ритмічності виробництва, тому що найменші збої в роботі високопродуктивного устаткування викликають великі втрати.

Приймаючи до уваги перелік основних факторів виробничого процесу, на рис. 4.1 представлено систему **факторів, які впливають на забезпечення ритмічності** роботи підприємства та його підрозділів.

Неритмічна робота полягає в тому, що в окремі періоди не забезпечується плановий випуск продукції. Порушення виробничого ритму характеризується простоями в роботі устаткування і робітників, неповним використанням виробничої потужності, зниженням продуктивності праці в окремі періоди. В інші ж періоди для забезпечення виконання планів у підрозділах має місце понадурочна робота, зниження якості продукції.

Наслідки неритмічної роботи. Неритмічність погіршує всі техніко-економічні показники діяльності окремих структурних підрозділів та підприємства в цілому, зокрема:

- збільшується кількість браку і відходів сировини та матеріалів;
- знижується якість продукції;
- збільшуються обсяг незавершеного виробництва і понадпланові залишки готової продукції на складах і як наслідок уповільнюється оборотність капіталу;
- не виконуються поставки по договорах і підприємство сплачує штрафи за невчасне відвантаження продукції;
- невчасно надходить виручка;
- перевитрачається фонд оплати праці в зв'язку з тим, що на початку місяця робітникам сплачують за простої, а наприкінці – за понаднормові роботи;
- погіршується виробничий клімат і посилюється плинність кадрів;
- зростає собівартість продукції;
- зменшується розмір прибутку;
- погіршується фінансовий стан підприємства тощо.



Рисунок 4.1 – Фактори, які впливають на ритмічність роботи підприємства

Порушення ритмічності виробництва прямо впливає на втрату підприємствами ринкової частки і репутації надійних партнерів, а це загрожує потенційно втратою прибутку, а можливо й банкрутством.

Основні причини неритмічної роботи:

- невідповідність пропускну́ї спроможності устаткування по дільницях, цехах;
- поява „вузьких” місць, некомплектність заділів;
- позапланові простої устаткування через високий знос, незадовільне обслуговування;
- низький рівень технології виробництва;
- помилки в організації виробництва, праці, плануванні, контролю;
- перебої в матеріально-технічному постачанні;
- низький рівень трудової і виробничої дисципліни;
- важкий фінансовий стан підприємства;
- незадовільна підготовка виробництва;
- нестача робітників потрібних спеціальностей та кваліфікації;
- брак у виробництві тощо.

Значна частка причин, що викликають неритмічну роботу, приходиться на власне виробництво підприємств, на недоліки в техніці, технології, організації та управлінні виробничим процесом, менша – на зовнішні фактори (зокрема, на постачальників ресурсів).

Причинами неритмічної роботи можуть бути збої у будь-якій частині виробничого процесу, стосуються вони можуть будь-якого виробничого фактора: трудових ресурсів, засобів праці, предметів праці та інших факторів, як це представлено на рис. 4.1. Слід розуміти, що на конкретних підприємствах вирішальним може виявитися навіть лише один з указаних чинників.

Виявлення причин збоїв, які викликають порушення ритму в роботі, варто починати з кінцевих етапів випуску продукції і переміщати об’єкт дослідження у бік початкових операцій, до з’ясування першопричин. **Напрямки реалізації умов забезпечення ритмічної роботи підприємства та його підрозділів** наведено на рис. 4.2.



Рисунок 4.2 - Напрямки реалізації умов забезпечення ритмічної роботи підприємства

4.2 Основні показники і методи оцінки ритмічності виробництва

Моделі оцінювання ритмічності виробництва відносяться до мікроекономічних моделей динамічного виду. Форма представлення таких моделей є переважно кратною, оскільки основні оціночні показники являють собою співвідношення значень обсягів випуску продукції.

Основні показники ритмічності виробництва:

- Коефіцієнт ритмічності (Критм) – це відношення фактичного випуску продукції в межах плану до планового випуску продукції.
- Коефіцієнт неритмічності (Кнер) або варіації – це середнє квадратичне відхилення від планового завдання за певний період.
- Коефіцієнт невиконання завдання (Кн.з.) – це різниця між 1 і коефіцієнтом виконання планового завдання (факт/план) або ж відношення кількості часових інтервалів, в яких фактичні рівні ряду менше планованих, до загальної кількості рівнів ряду.
- Коефіцієнт ритмічності Н.Н.Юр'єва (Критм,ю) – це відношення мінімальних обсягів випуску до середніх за певний часовий проміжок.
- Міра аритмічності (Мнер) або загальне число аритмічності – це (N) – це загальна сума додатних та від'ємних відносних відхилень фактичних рівнів ряду від запланованих, які взяті за модулем.
- Відносне відхилення значень (Ni) – це відносне відхилення фактичного рівня певного періоду від його запланованого рівня.
- Додатне число аритмічності (N+) – це сума додатних відносних відхилень фактичних рівнів ряду від запланованих.
- Від'ємне число аритмічності (N-) - це сума від'ємних відносних відхилень фактичних рівнів ряду від запланованих.

Інтерпретація значень показників ритмічності. Рівні ряду є тим ритмічніше, чим:

- ближче до 0 значення коефіцієнта неритмічності;
- ближче до 1 коефіцієнт ритмічності;
- ближче до 100% коефіцієнт ритмічності Н.Н. Юр'єва;
- ближче до 0 значення коефіцієнта невиконання завдання;
- ближче до 0 значення міри аритмічності.

Оцінка ритмічності за відносними відхиленнями значень і числами аритмічності дає змогу зробити висновки щодо неритмічності рівнів ряду.

Основними методами оцінки ритмічності виробництва вважаються наступні:

- 1) *розподільний*, за яким розраховуються процентні відношення фактичних значень періоду (місяцю) до загального фактичного підсумку (за рік), процентні відношення планових значень по періоду часу до загального запланованого підсумку, абсолютні відхилення між попередніми показниками, середнє лінійне відхилення, ритмічність ряду динаміки;
- 2) *порівняльний метод*, при якому помісячно визначаються процентні відношення фактичних значень ряду до запланованих і величина відхилень процентних відношень від 100%;
- 3) *графічний метод* – наочне подання динаміки виконання плану випуску (ритмічності виробництва).

4.3 Модель комплексного оцінювання ритмічності виробництва

Для поглибленого аналізу ритмічності виробництва сучасні економісти часто використовують комплексні моделі, які ґрунтуються на поєднанні основних методів оцінювання об'єкту дослідження. Практична значущість таких моделей підвищується у разі побудови відповідної комп'ютерної програми.

Вище зазначені показники і методи оцінки ритмічності виробництва покладені в основу

побудови прикладної комп'ютерної програми „Оцінка ритмічності”, яка дає змогу всебічно дослідити тенденції щодо ритмічності випуску і подати їх у графічному вигляді.

Вихідною інформацією для програми слугують ряди динаміки щодо планових і фактичних обсягів виробництва продукції у натуральному виразі. Вихідна інформація вноситься у формі табл. 4.1 як місячні значення в загальному значенні за рік.

Таблиця 4.1 – Значення ряду динаміки

Задане (планове) значення, Упл	Фактичне значення, Уф

Результати розрахунків представляються у вигляді таблиць: „Розподільний метод оцінки” (табл. 4.2), „Порівняльний метод оцінки” (табл. 4.3), „Оцінка ритмічності та показники ритмічності” (табл. 4.4); у вигляді графіка – графічний метод оцінки ритмічності (рис. 4.3); у вигляді значень числа аритмічності.

Таблиця 4.2 – Розподільний метод оцінки

Процентні відношення фактичних значень періоду до загального фактичного підсумку	Процентні відношення планових значень по періоду часу до загального запланованого підсумку	Абсолютне відхилення
Середнє лінійне відхилення		
Ритмічність ряду динаміки		

Таблиця 4.3 – Порівняльний метод оцінки

Процентні відношення фактичних значень ряду до запланованих	Величина відхилень процентних відношень від 100%

Таблиця 4.4 – Оцінка ритмічності та показники ритмічності

Коефіцієнт неритмічності (Кнер)	
Коефіцієнт ритмічності (Критм)	
Коефіцієнт ритмічності Н. Н. Юр`єва (Критм,ю)	
Коефіцієнт невиконання завдання (Кн.з.)	
Міра аритмічності (Мнер)	

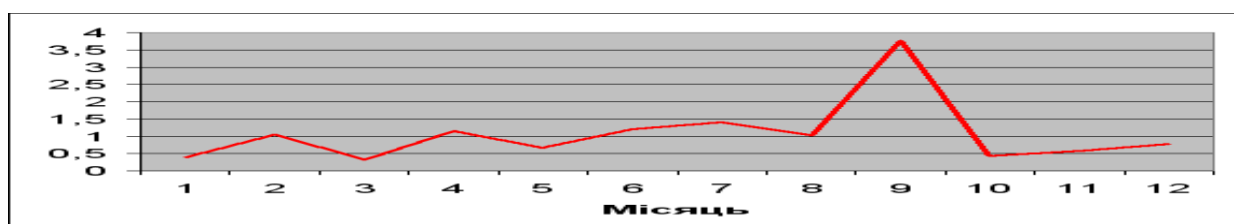


Рисунок 4.3 – Графік ритмічності (графічний метод оцінки ритмічності)

Після вимірювання рівня ритмічності мають бути з'ясовані всі причини, які заважають нормальній роботі підприємства. Їх усунення передбачає розробку відповідних організаційно-технічних заходів (економічних рішень).

Питання для самоперевірки:

1. Що таке ритмічність виробництва?
2. Назвіть причини і наслідки неритмічної роботи підприємства.
3. Охарактеризуйте фактори ритмічної роботи підприємства.
4. Якими показниками оцінюють ритмічність виробництва?
5. Поясніть модель комплексного оцінювання ритмічності виробництва.

Тема 5. Багатофакторна модель вимірювання продуктивності підприємства

5.1. Продуктивність підприємства як сучасна економічна категорія та система показників її оцінювання

5.2. Поняття управління продуктивністю та методи її вимірювання

5.3. Багатофакторна модель вимірювання продуктивності: побудова і призначення

Список рекомендованої літератури [1; 15; 18; 21].

Основні терміни і поняття теми: продуктивність, продуктивність підприємства, управління продуктивністю, етапи, багатофакторна модель вимірювання продуктивності.

5.1 Продуктивність підприємства як сучасна економічна категорія та система показників її оцінювання

Важливим економічним процесом, який потребує ретельного дослідження і відтак виступає об'єктом моделювання, виступає оцінювання продуктивності підприємства.

Загалом категорія «продуктивність» розглядається з двох позицій:

1) як раціональність використання лише одного виробничого фактору, зокрема живої праці (це так звана факторна продуктивність, наприклад, продуктивність праці);

2) як ефективність використання в процесі виробництва усіх ресурсів, інакше результативність усіх виробничих факторів (це – загальна або ж сукупна продуктивність).

Загальне поняття продуктивності можна з'ясувати з рис.5.1.

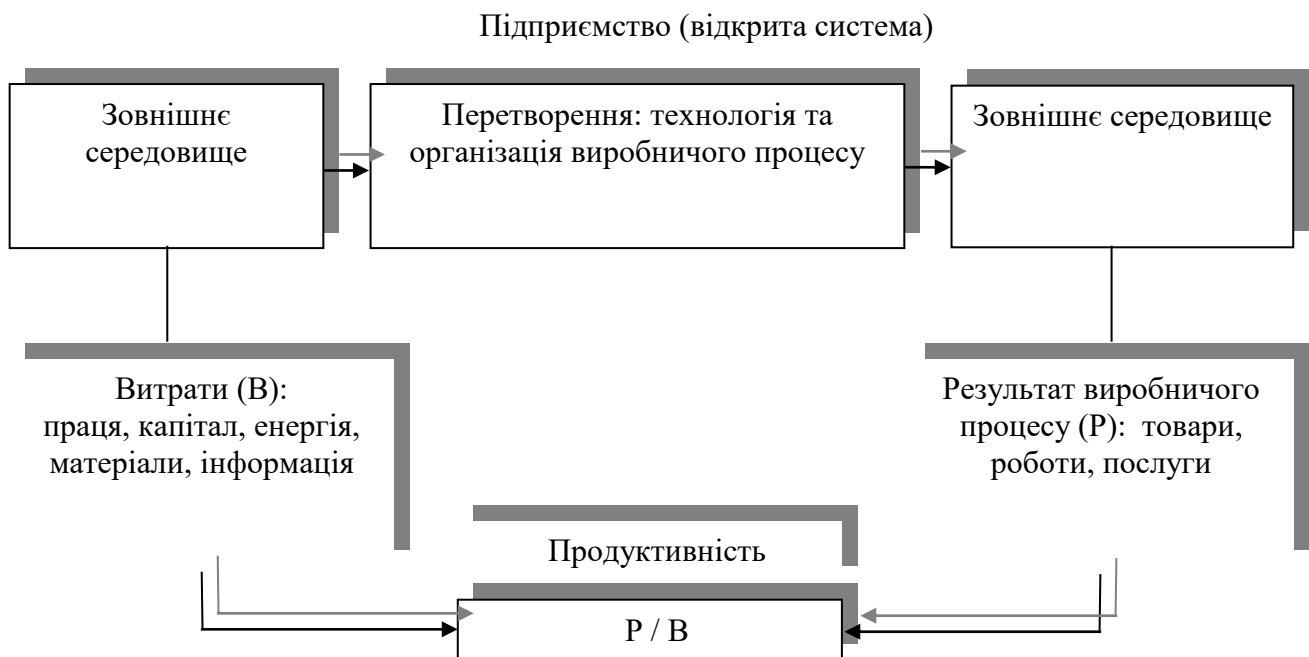


Рисунок 5.1 – Ринковий підхід до розуміння продуктивності

Отже, **продуктивність**, яка характеризує ефективність процесу праці, визначається відношенням результату діяльності (обсягу випуску продукції, виконання робіт, надання послуг) до окремих або до всіх видів витрат.

Продуктивність, розрахована за даними про випуск та витрати окремого підприємства, розглядається як **продуктивність підприємства**.

Загалом ринковий підхід до розуміння продуктивності, який базується на врахуванні всіх виробничих витрат, дозволяє комплексно оцінювати і найбільш раціонально використовувати

усі види ресурсів. Це дає можливість досягати високої ефективності виробництва, уникаючи нерациональних витрат на реалізацію рішень, орієнтованих лише на економію живої праці та інертних до витрат інших ресурсів.

У відповідності із відзначеним широким трактуванням продуктивності її рівень на рівні підприємства може бути визначений за формулою:

$$P_c = \frac{СП}{СВ} = \frac{\sum P_i}{\sum B_i} = \frac{\sum P_i}{\sum_i \sum_j B_{ij}}, \quad (9)$$

де P_c – сукупна (загальна) продуктивність підприємства;

СП – сукупна продукція підприємства;

СВ – сукупні витрати підприємства;

P_i – вартісна оцінка продукції i -го виду ($i = 1, \dots, N$);

B_i – вартісна оцінка витрат, що відповідають i -му продукту;

$B_i = \sum_j B_{ij}$;

$B_j = П, М, К, Е, І$;

П, М, К, Е, І – відповідно витрати праці, матеріалів, капіталу, енергії та інші статті

витрат.

Таким чином, оцінюючи ефективність діяльності підприємства за критерієм продуктивності, вимірюванню повинні підлягати витрати усіх факторів виробництва у вигляді залучених у виробничий процес ресурсів (застосовані витрати) та використаної за період, що аналізується, їх величини (поточні витрати).

Кількість показників продуктивності може дорівнювати кількості ресурсів, але всіх їх можна здебільшого звести до трьох основних співвідношень:

$$\text{Продуктивність праці} = \frac{\text{Випуск}}{\text{Витрати живої праці}} \quad (10)$$

$$\text{Продуктивність основного капіталу (капіталовіддача)} = \frac{\text{Випуск}}{\text{Витрати основного капіталу}} \quad (11)$$

$$\text{Продуктивність матеріальних витрат (матеріаловіддача)} = \frac{\text{Випуск}}{\text{Поточні матеріальні витрати}} \quad (12)$$

У свою чергу подані співвідношення доцільно на практиці диференціювати в залежності від специфіки і значущості окремих витрат у складі групи, що розглядається, та у загальних витратах.

Для часткового показника *продуктивність праці* поширеними формами виразу є:

- випуск на одну відпрацьовану або оплачену годину;
- випуск на одного зайнятого (з урахуванням і без урахування частково зайнятих);
- випуск на одиницю витрат на робочу силу або на одиницю витрат на оплату праці.

Показник *продуктивність основного капіталу* розраховується у наступних формах:

- випуск на 1 грн., вкладену в основний капітал;
- випуск на 1 грн. амортизації;
- випуск на одну відпрацьовану машино-годину.

Формами відображення показника *продуктивність матеріальних витрат (ресурсів)* є:

- випуск на одиницю сукупних матеріальних витрат;
- випуск на одиницю основного (пріоритетного) виду матеріальних витрат, найчастіше

– на одиницю енергетичних витрат.

Для об'єктивності оцінки усіх показників продуктивності **випуск і витрати необхідно перераховувати в ціни базового періоду** (з метою виключення впливу ринкових факторів, на які окремі підприємства впливати не можуть).

У цілому ж показники продуктивності, які розраховані на базі окремих витрат (часткові показники), дозволяють оцінювати виробничий процес з різних боків. Використання широкого кола показників факторної продуктивності розширюватиме дослідження і буде вказувати на причини змін окремих факторів.

Показники продуктивності живої праці збережуть свою роль для оцінки ступеня раціональності використання витрат живої праці (трудових ресурсів). Але при цьому економія трудових витрат у вигляді вивільнення чисельності працюючих і скорочення робочого часу буде доповнена вагомою економією витрат минулої праці. Сумарна економія витрат і є умовою забезпечення прибутковості. Оскільки сам факт зростання виробітку ще не є свідомством отримання підприємством прибутку (бо, як відомо, частка витрат живої праці у сукупних витратах нині є незначною, і з технічним розвитком постійно зменшується), у той час як зниження сукупних витрат дає таку упевненість.

5.2 Поняття управління продуктивністю та методи її вимірювання

Управління продуктивністю полягає у розробці рішень стратегічного і короткострокового характеру щодо використання обмежених ресурсів підприємства з метою мінімізації його сукупних витрат при випуску високоякісної продукції, а також у контролі за їх реалізацією.

Процес управління продуктивністю включає 4 етапи (рис. 5.2):

- 1) визначення вимірювачів продукції і витрат та розрахунок показників факторної й загальної продуктивності;
- 2) оцінка результатів вимірювання продуктивності;
- 3) розробка планів підвищення продуктивності і заходів контролю щодо їх реалізації;
- 4) здійснення заходів контролю та підвищення продуктивності, а також вимірювання та оцінка впливу цих мір (це контур зворотного зв'язку).

Щоб управління продуктивністю було успішним, необхідно ефективно і послідовно проводити повний комплекс розглянутих робіт із залученням усіх груп працівників підприємства. Мінімальним періодом розробки програм підвищення продуктивності є 2-3 роки, яких якраз достатньо для перебудови свідомості персоналу і навчання за цими програмами.

В зарубіжних країнах розроблені і широко використовуються три методи вимірювання продуктивності: нормативний, багатофакторний і багатокритеріальний.

5.3 Багатофакторна модель вимірювання продуктивності: побудова і призначення

Багатофакторний метод вимірювання продуктивності, на відміну від нормативного методу, базується не на суб'єктивній інформації, отриманій від працівників, а на звітних даних про діяльність підприємства та його підрозділів. Процедура вимірювання продуктивності в цьому випадку спрямована "зверху вниз", більш послідовно спирається на визначення продуктивності і використовує тільки коефіцієнти та індекси.

На практиці багатофакторний метод реалізовано у вигляді **багатофакторної моделі вимірювання продуктивності** (БФМВП), форма якої відображена в табл. 5.1.

Використання БФМВП дозволяє:

- отримати загальний вимірювач продуктивності для підприємства;
- забезпечити аналіз динаміки часткових і загальних показників продуктивності;
- готувати фінансові звіти;
- виміряти вплив зрушень у продуктивності на прибутковість;
- оцінити ефективність окремих організаційно-технічних заходів;
- виявити пріоритети у плануванні.

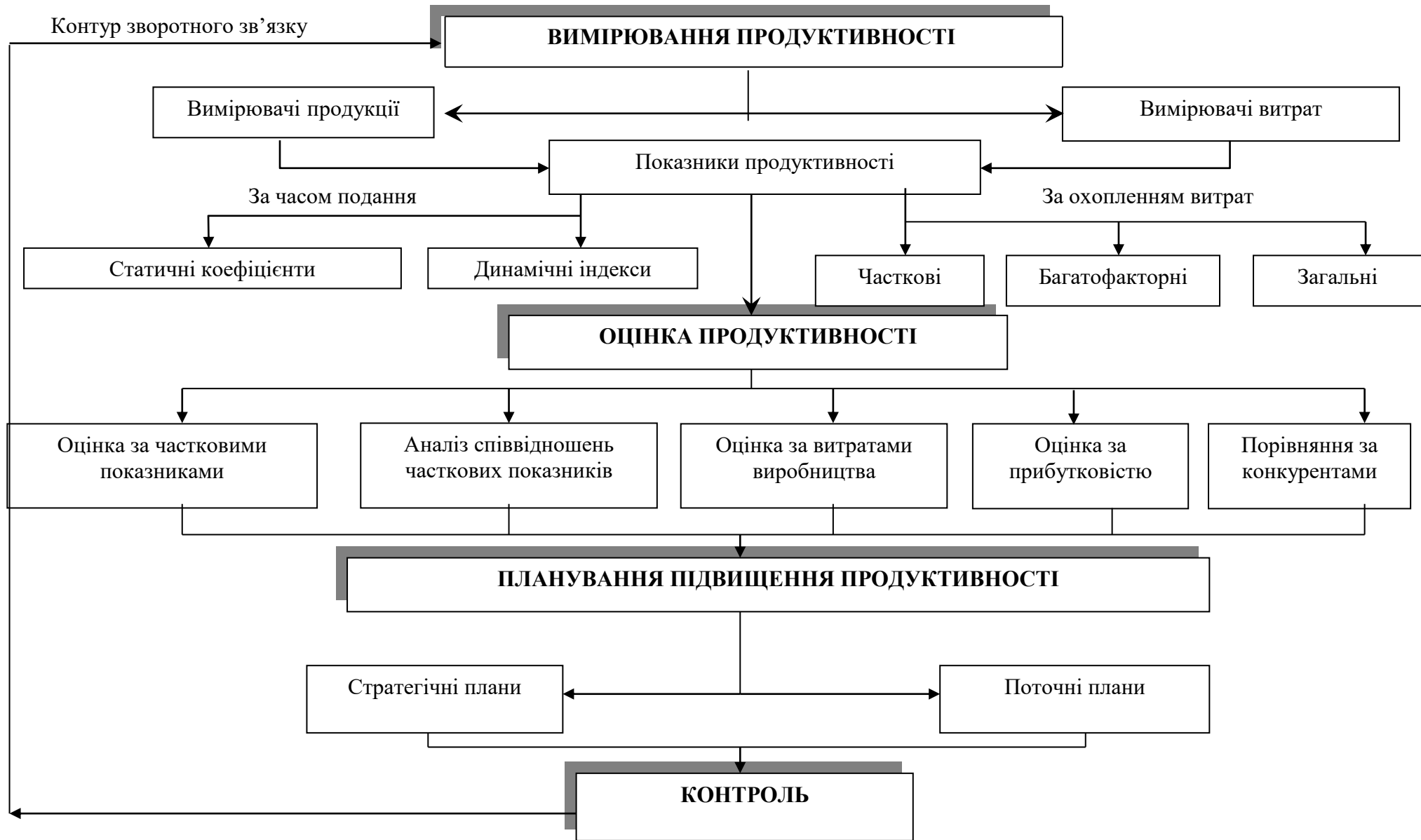


Рисунок 5.2 - Процес управління продуктивністю підприємства

Таблиця 5.1 - Форма багатфакторної моделі вимірювання продуктивності

	Базисний період			Поточний період				Зважені індекси			Коефіцієнти витрати / доходи		Коефіцієнти продуктивності		Індекси ефективності за критерієм			Вплив на прибуток змін у		
	обсяг	ціна	вартість	обсяг	ціна	вартість	вартість у базисних цінах	обсягу	цін	вартості	базисний період	поточний період	базисний період	поточний період	продуктивності	покриття витрат	прибутковості	продуктивності	покритті витрат	прибутковості
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Продукція																				
...																				
Разом продукції																				
Витрати																				
Робоча сила																				
...																				
Матеріали																				
...																				
Енергія																				
...																				
Інвестиції																				
...																				
Інші																				
...																				
Разом витрат																				

Зручність БФМВП полягає в тому, що розрахунок усіх її показників здійснюється автоматично, шляхом використання відповідної комп'ютерної програми. Вихідною інформацією для проведення розрахунків слугують дані про випуск продукції, витрачання ресурсів та ціни на продукції і ресурси, тобто інформація, яка постійно фіксується у щоденних зведеннях. Тому вимірювати продуктивність можна за будь-який період: від тижня до року.

Результатом вимірювання в даній моделі виступають не лише коефіцієнти (рівні) та індекси продуктивності, а й структура сукупного доходу підприємства (у вигляді коефіцієнтів витрати/доходи), співвідношення темпів росту цін на продукцію і ресурси, індекси прибутковості, абсолютна зміна прибутку під впливом змін зовнішніх (цінових) та внутрішніх (зміна продуктивності) факторів. Тобто модель дозволяє пов'язати продуктивність кожного ресурсу, зокрема продуктивність праці, з основним фінансовим результатом діяльності підприємства – прибутком.

Інформаційну базу та алгоритм розрахунку показників БФМВП наведено в табл. 5.2.

Питання для самоперевірки:

1. Дайте визначення продуктивності.
2. Що розуміють під продуктивністю підприємства?
3. Якими показниками вимірюють продуктивність підприємства?
4. Поясніть елементи багатофакторної моделі вимірювання продуктивності.
5. Яке призначення БФМВП?

Таблиця 5.2 - Інформаційна база та алгоритм розрахунку показників багатофакторної моделі вимірювання продуктивності

Номера колонок	Назва показників	Розрахункові формули	Інтерпретація значень
1	Обсяг	Вихідна інформація базисного періоду (продукція P_{i0} , витрати (ресурси) B_{j0})	Кількість продукції та витрати ресурсів в натуральному виразі у базисному періоді
2	Ціна	Вихідна інформація базисного періоду (для продукції C_{i0} , для ресурсів C_{j0})	Ціна одиниці продукції та ресурсів у базисному періоді
3	Вартість	$P_{i0} \times C_{i0}$ для продукції $B_{j0} \times C_{j0}$ для витрат (колонка 1 \times колонка 2)	Доходи від випуску (продажу) продукції та витрати на закупку елементів ресурсів у базисному періоді
4	Обсяг	Вихідна інформація поточного періоду (продукція P_{i1} , ресурси B_{j1})	Для поточного періоду аналогічно колонці 1
5	Ціна	Вихідна інформація поточного періоду (для продукції C_{i1} , для ресурсів C_{j1})	Для поточного періоду аналогічно колонці 2
6	Вартість	$P_{i1} \times C_{i1}$ для продукції $B_{j1} \times C_{j1}$ для витрат	Для поточного періоду аналогічно колонці 3
7	Вартість у базисних цінах	$P_{i1} \times C_{i0}$ для продукції $B_{j1} \times C_{j0}$ для витрат (колонка 4 \times колонка 2)	Доходи від продукції та витрати на закупку ресурсів у поточному періоді при збереженні рівня базисних цін
8	Зважені індекси обсягу	$\frac{\sum_{i=1}^n P_{i1} \times C_{i0}}{\sum_{i=1}^n P_{i0} \times C_{i0}}$ для продукції $\frac{\sum_{j=1}^m B_{j1} \times C_{j0}}{\sum_{j=1}^m B_{j0} \times C_{j0}}$ для витрат (колонка 7 / колонка 3)	Зміна фізичного обсягу продукції та витрат ресурсів при фіксуванні цін на рівні базисного періоду

Номера колонок	Назва показників	Розрахункові формули	Інтерпретація значень
9	Зважені індекси цін	$\frac{\sum_{i=1}^n \times P_{i1} \times C_{i1}}{\sum_{i=1}^n \times P_{i0} \times C_{i0}}$ для продукції $\frac{\sum_{j=1}^m \times B_{j1} \times C_{j1}}{\sum_{j=1}^m \times B_{j0} \times C_{j0}}$ для витрат	Зміна цін на продукцію та ресурси при збереженні випуску (продажу) продукції і витрат ресурсів на рівні поточного періоду
10	Індекси вартості	$\frac{\sum_{i=1}^n \times P_{i1} \times C_{i1}}{\sum_{i=1}^n \times P_{i0} \times C_{i0}}$ для продукції $\frac{\sum_{j=1}^m \times B_{j1} \times C_{j1}}{\sum_{j=1}^m \times B_{j0} \times C_{j0}}$ – для витрат (колонка 8 × колонка 9)	Зміна продукції та витрат з урахуванням поточних цін на продукцію та ресурси
11	Коефіцієнти витрати / доходи (базисний період)	$\frac{B_{j0} \times C_{j0}}{\sum_{i=1}^n \times P_{i0} \times C_{i0}} = \frac{\text{елементи} \cdot \text{витрат(кол.3)}}{\text{сукупна} \cdot \text{продукція(кол.3} \cdot \text{разом)}}$	Частка окремих витрат у сукупній продукції (доході); відносна значущість ресурсів у базисному періоді
12	Коефіцієнти витрати / доходи (поточний період)	$\frac{B_{j1} \times C_{j1}}{\sum_{i=1}^n \times P_{i1} \times C_{i1}} = \frac{\text{елементи} \cdot \text{витрат(кол.6)}}{\text{сукупна} \cdot \text{продукція(кол.6} \cdot \text{разом)}}$	Теж для поточного періоду
13	Коефіцієнт продуктивності (базисний період)	$\frac{\sum_{i=1}^n \times P_{i0} \times C_{i0}}{B_{j0} \times C_{j0}} = \frac{\text{сукупна} \cdot \text{продукція(кол.3} \cdot \text{разом)}}{\text{елементи} \cdot \text{витрат(кол.3)}}$	Співвідношення сукупної продукції та вартості ресурсів у базисному періоді
14	Коефіцієнт продуктивності (поточний період)	$\frac{\sum_{i=1}^n \times P_{i1} \times C_{i1}}{B_{j1} \times C_{j1}} = \frac{\text{сукупна} \cdot \text{продукція(кол.7} \cdot \text{разом)}}{\text{елементи} \cdot \text{витрат(кол.7)}}$	Співвідношення сукупної продукції та вартості ресурсів поточного періоду, перерахованих у ціни базисного періоду

Номера колонок	Назва показників	Розрахункові формули	Інтерпретація значень
15	Індекси ефективності за критерієм продуктивності	$\frac{\sum_{i=1}^n \times P_{i1} \times C_{i0}}{\sum_{i=1}^n \times P_{i0} \times C_{i0}} = \text{кол.8} \cdot \text{для} \cdot \text{сукупної} \cdot \text{продукції}$ $\frac{B_{j1} \times C_{j0}}{B_{j0} \times C_{j0}} = \text{кол.8} \cdot \text{для} \cdot \text{кожного} \cdot \text{вида} \cdot \text{витрат}$	Динамічні індекси продуктивності у розрізі видів використаних ресурсів, зважених за цінами базисного періоду
16	Індекси ефективності за критерієм покриття витрат	$\frac{\sum_{i=1}^n \times P_{i1} \times C_{i1}}{\sum_{i=1}^n \times P_{i1} \times C_{i0}} = \text{кол.9} \cdot \text{для} \cdot \text{сукупної} \cdot \text{продукції}$ $\frac{B_{j1} \times C_{j1}}{B_{j1} \times C_{j0}} = \text{кол.9} \cdot \text{для} \cdot \text{кожного} \cdot \text{вида} \cdot \text{витрат}$	Співвідношення темпу росту цін на продукцію і темпів росту цін на ресурси
17	Індекси ефективності за критерієм прибутковості	$\frac{\sum_{i=1}^n \times P_{i1} \times C_{i1}}{\sum_{i=1}^n \times P_{i0} \times C_{i0}} = \text{кол.10} \cdot \text{для} \cdot \text{сукупної} \cdot \text{продукції}$ $\frac{B_{j1} \times C_{j1}}{B_{j0} \times C_{j0}} = \text{кол.10} \cdot \text{для} \cdot \text{кожного} \cdot \text{вида} \cdot \text{витрат}$	Темпи одночасних змін цін та обсягів або відношення змін доходності до змін витрат
18	Вплив на прибуток змін у продуктивності	<p>або (кол.15 × кол.16)</p> $\left[B_{j0} \times C_{j0} \text{ або кол.3} \cdot \text{для} \cdot \text{кожного} \cdot \text{виду} \cdot \text{витрат} \right] \times$ $\times \left[\left(\frac{\sum_{i=1}^n \times P_{i1} \times C_{i0}}{\sum_{i=1}^n \times P_{i0} \times C_{i0}} \text{ або кол.8} \cdot \text{для} \cdot \text{сукуп.} \cdot \text{прод.} \right) - \left(\frac{B_{j1} \times C_{j0}}{B_{j0} \times C_{j0}} \text{ або кол.8} \cdot \text{для} \cdot \text{кож.} \cdot \text{виду} \cdot \text{вит.} \right) \right]$	Грошовий еквівалент зміни ефективності за критерієм продуктивності; розмір фінансового виграшу (втрат) від росту (зниження) продуктивності

Номера колонок	Назва показників	Розрахункові формули	Інтерпретація значень
19	Вплив на прибуток змін у покритті витрат	колонка 20 - колонка 18	Розмір фінансового вигаду (втрат) від позитивного (негативного) покриття витрат цінами на продукцію
20	Вплив на прибуток змін у прибутковості	$\left[B_{j_0} \times C_{j_0} \text{ або кол.3 для кожного виду витрат} \right] \times$ $\times \left[\left(\frac{\sum_{i=1}^n \Pi_{i1} \times C_{i1}}{\sum_{i=1}^n \Pi_{i0} \times C_{i0}} \text{ або кол.10 для сукуп. прод.} \right) - \left(\frac{B_{j1} \times C_{j1}}{B_{j0} \times C_{j0}} \text{ або кол.10 для кож. виду вит.} \right) \right]$	Спільний вплив на прибуток змін у продуктивності та у покритті витрат

Тема 6. Фінансова модель оцінювання економічного потенціалу підприємства

6.1. Загальна характеристика фінансової моделі оцінювання економічного потенціалу підприємства

6.2. Інтерпретація результатів фінансової моделі

Список рекомендованої літератури [12; 17; 22]

Основні терміни і поняття теми: економічний потенціал, фінансова модель оцінки економічного потенціалу підприємства, результати фінансової моделі, ліквідність, фінансова стійкість, рентабельність, комерційна активність, конкурентоспроможність товару, інтерпретація результатів.

6.1 Загальна характеристика фінансової моделі оцінювання економічного потенціалу підприємства

Завершення дослідження економічних процесів на підприємствах здійснюється шляхом побудови і реалізації фінансової моделі оцінювання економічного потенціалу.

Під **економічним потенціалом** розуміють здатність підприємства мобілізувати ресурси (технічні, технологічні, кадрові, науково-технічні, інформаційні, фінансові, інноваційні, маркетингові), навички і можливості керівників для досягнення поставлених цілей з максимальною ефективністю у процесі оптимальної взаємодії із зовнішнім середовищем.

Узагальнююча оцінка усіх елементів економічного потенціалу здійснюється у фінансових показниках.

Фінансова модель оцінки економічного потенціалу підприємства відносяться до мікроекономічних моделей динамічного виду. Форма представлення таких моделей є переважно кратною, оскільки основні оціночні показники являють собою співвідношення значень різних фінансових показників.

Використання моделі дає змогу визначити:

- показники ліквідності та платоспроможності підприємства;
- показники оцінки фінансової стійкості (ринкової рівноваги);
- показники рентабельності за результатами фінансово-господарської діяльності підприємства;
- показники рентабельності використання організаційно-управлінського персоналу підприємства;
- показники комерційної активності підприємства;
- показники конкурентоспроможності товару.

Напрями економічного дослідження, при проведенні яких може бути використана модель: комплексна оцінка фактичного фінансово-економічного стану підприємства, визначення тенденції його динамічного розвитку, економічна безпека підприємства, потенціал підприємства, стратегічний аналіз діяльності підприємства тощо. У зв'язку з цим дану модель доцільно використовувати для обробки даних за кілька років.

Вихідною інформацією є фінансова звітність підприємства: форма №1 «Баланс» і форма №2 «Звіт про фінансові результати».

Результуючі показники фінансової моделі оцінювання економічного потенціалу підприємства представлено у табл. 6.1.

Таблиця 6.1 - Показники фінансової моделі оцінювання економічного потенціалу підприємства

№ з/п		Кількісний норматив	Тенденція покращення	Фактичне значення
1	2	3	4	5
1.	Показники ліквідності та платоспроможності			
1.1.	Коефіцієнт загальної ліквідності (покриття)	>1	збільшення	
1.2.	Коефіцієнт швидкої ліквідності	0,6-0,8	збільшення	
1.3.	Коефіцієнт абсолютної ліквідності (платоспроможності)	>0,2	збільшення	
2.	Показники оцінки фінансової стійкості (ринкової рівноваги)			
2.1.	Коефіцієнт концентрації власного капіталу (автономії)	≥0,5	збільшення	
2.2.	Коефіцієнт концентрації залученого (позичкового) капіталу	<0,5	зменшення	
2.3.	Коефіцієнт фінансового ризику (залежності)	<1	зменшення	
2.4.	Коефіцієнт маневреності	>0,3	збільшення	
3.	Рентабельність результатів фінансово-господарської діяльності			
3.1.	Коефіцієнт рентабельності основних засобів	середньогалузеве значення	збільшення	
3.2.	Коефіцієнт рентабельності оборотних активів	- // -	- // -	
3.3.	Рентабельність функціонуючого капіталу	- // -	- // -	
3.4.	Коефіцієнт рентабельності коштів, які спрямовані на споживання	- // -	- // -	
3.5.	Коефіцієнт рентабельності власного капіталу	- // -	- // -	
3.6.	Коефіцієнт рентабельності залученого капіталу	- // -	- // -	
3.7.	Коефіцієнт рентабельності усього капіталу	- // -	- // -	
4.	Рентабельність використання організаційно-управлінського потенціалу			
4.1.	Коефіцієнт рентабельності доходу	середньогалузеве значення	збільшення	
4.2.	Коефіцієнт загальної рентабельності обороту	- // -	- // -	
4.3.	Коефіцієнт чистої рентабельності обороту	- // -	- // -	
4.4.	Коефіцієнт віддачі адміністративних витрат	- // -	- // -	
4.5.	Коефіцієнт віддачі витрат на збут	- // -	- // -	
4.6.	Коефіцієнт рентабельності поточних витрат	- // -	- // -	
4.7.	Коефіцієнт рентабельності адміністративних витрат	- // -	- // -	
4.8.	Коефіцієнт рентабельності збутових витрат	- // -	- // -	
5.	Показники комерційної активності			
5.1.	Коефіцієнт віддачі власного капіталу	середньогалузеве значення	збільшення	

1	2	3	4	5
5.2.	Коефіцієнт віддачі залученого капіталу	- // -	- // -	
5.3.	Коефіцієнт оборотності активів	- // -	- // -	
5.4.	Коефіцієнт оборотності кредиторської заборгованості	- // -	- // -	
5.5.	Коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості	- // -	- // -	
5.6.	Коефіцієнт оборотності матеріальних запасів	- // -	- // -	
5.7.	Коефіцієнт оборотності основних засобів	- // -	- // -	
5.8.	Коефіцієнт віддачі поточних активів	- // -	- // -	
5.9.	Коефіцієнт віддачі усього капіталу	- // -	- // -	
6.	Показники конкурентоспроможності товару			
6.1.	Коефіцієнт рентабельності продаж	середньогалузеве значення	збільшення	
6.2.	Коефіцієнт рентабельності продукції	- // -	- // -	

6.2 Інтерпретація результатів фінансової моделі

За результатами розрахунків фінансової моделі оцінювання економічного потенціалу підприємства в динаміці дослідник має змогу зробити висновки у наступних напрямках:

- ліквідність та платоспроможність:

- *коефіцієнт загальної ліквідності (покриття)* характеризує співвідношення оборотних активів і поточних зобов'язань;

- *коефіцієнт швидкої ліквідності* аналогічний коефіцієнту покриття, але обчислюється за вузьким колом поточних активів (з розрахунку виключають найменш ліквідну їх частину – виробничі запаси);

- *коефіцієнт абсолютної ліквідності (платоспроможності)* є найжорстокішим критерієм ліквідності підприємства і показує, яку частину короткострокових зобов'язань можна за потреби погасити негайно. Характеризується відношенням грошових коштів та короткострокових цінних паперів до поточних зобов'язань;

- фінансова стійкість (ринкова рівновага):

- *коефіцієнт концентрації власного капіталу (автономії)* характеризує частку власності самого підприємства в загальній сумі коштів, інвестованих у його діяльність. Що вищий цей коефіцієнт, то більш фінансово стійким і незалежним від кредиторів є підприємство. Доповненням до цього показника є *коефіцієнт концентрації залученого (позичкового) капіталу (фінансової напруженості)*, який характеризує частку залучених коштів у загальній сумі коштів, інвестованих в діяльність підприємства. Сума обох коефіцієнтів дорівнює 1 (чи 100%);

- *коефіцієнт фінансового ризику (залежності)* показує спроможність підприємства погасити боргові зобов'язання за рахунок власного капіталу;

- *коефіцієнт маневреності* відображає, яка частка власного капіталу підприємства перебуває у такій формі, що дає змогу вільно маневрувати – збільшувати обсяги закупівлі матеріалів, сировини; змінювати номенклатуру поставок; купувати додаткове устаткування; здійснювати інвестиції в інші підприємства, тобто використовується для фінансування поточної діяльності (вкладено в оборотні кошти);

- рентабельність результатів фінансово-господарської діяльності:

- величина чистого прибутку (збитку) на 1 грн. середньої вартості основних засобів підприємства (*коефіцієнт рентабельності основних засобів*);
- величина чистого прибутку (збитку) на 1 грн. середньої вартості оборотних активів (*коефіцієнт рентабельності оборотних активів*);
- величина валового прибутку (збитку) на 1 грн. коштів, що функціонують (різниця середньорічної вартості всіх коштів підприємства та інвестицій і незавершеного будівництва) (*рентабельність функціонуючого капіталу (рентабельність вкладення коштів у виробничу діяльність)*);
- величина чистого прибутку (збитку) на 1 грн. витрат на оплату праці (*коефіцієнт рентабельності використання коштів, які спрямовані на споживання*);
- величина чистого прибутку (збитку) на 1 грн. середнього розміру власного капіталу (*коефіцієнт рентабельності власного капіталу*);
- величина чистого прибутку (збитку) на 1 грн. середнього розміру залученого капіталу (*коефіцієнт рентабельності залученого капіталу*);
- величина чистого прибутку (збитку) на 1 грн. середнього розміру валюти балансу (*коефіцієнт рентабельності усього капіталу*);
- рентабельність використання організаційно-управлінського потенціалу:**
 - величина валового прибутку (збитку) на 1 грн. чистого доходу (виручки) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) (*коефіцієнт рентабельності доходу*);
 - величина фінансових результатів від операційної діяльності на 1 грн. чистого доходу (виручки) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) (*коефіцієнт загальної рентабельності обороту*);
 - величина чистого прибутку (збитку) на 1 грн. чистого доходу (виручки) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) (*коефіцієнт чистої рентабельності обороту*);
 - величина чистого доходу (виручки) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) на 1 грн. адміністративних витрат (*коефіцієнт віддачі адміністративних витрат*);
 - величина чистого доходу (виручки) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) на 1 грн. витрат на збут (*коефіцієнт віддачі витрат на збут*);
 - величина валового прибутку (збитку) на 1 грн. собівартості реалізованої продукції (товарів, робіт, послуг) (*коефіцієнт рентабельності поточних витрат*);
 - величина чистого прибутку (збитку) на 1 грн. адміністративних витрат (*коефіцієнт рентабельності адміністративних витрат*);
 - величина чистого прибутку (збитку) на 1 грн. витрат на збут (*коефіцієнт рентабельності збутових витрат*);
- комерційна активність:**
 - величина чистого доходу (виручки) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) на 1 грн. середнього розміру власного капіталу підприємства (*коефіцієнт віддачі власного капіталу*);
 - величина чистого доходу (виручки) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) на 1 грн. середнього розміру залученого капіталу підприємства (*коефіцієнт віддачі залученого капіталу*);
 - величина чистого доходу (виручки) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) на 1 грн. середнього розміру валюти балансу підприємства (*коефіцієнт оборотності активів*);
 - величина чистого доходу (виручки) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) на 1 грн. середнього розміру кредиторської заборгованості підприємства (*коефіцієнт оборотності кредиторської заборгованості*);
 - величина чистого доходу (виручки) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) на 1 грн. середнього розміру дебіторської заборгованості підприємства (*коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості*);
 - величина собівартості реалізованої продукції (товарів, робіт, послуг) на 1 грн. середнього розміру матеріальних запасів підприємства (*коефіцієнт оборотності*

матеріальних запасів);

- величина чистого доходу (виручки) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) на 1 грн. середньої вартості основних засобів підприємства (*коефіцієнт оборотності основних засобів*);

- величина чистого доходу (виручки) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) на 1 грн. середнього розміру поточних активів підприємства (*коефіцієнт віддачі поточних активів*);

- величина чистого доходу (виручки) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) на 1 грн. середнього розміру валюти балансу підприємства (*коефіцієнт віддачі усього капіталу*);

- конкурентноздатність товару:

- величина чистого прибутку (збитку) на 1 грн. чистого доходу (виручки) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) (*коефіцієнт рентабельності продаж*);

- величина фінансових результатів від операційної діяльності, збільшену на суму інших операційних витрат та зменшену на суму інших операційних доходів, на 1 грн. витрат, пов'язаних з виробництвом і збутом продукції ((сума собівартості реалізованої продукції (товарів, робіт послуг), адміністративних витрат та витрат на збут)) (*коефіцієнт рентабельності продукції*).

Результати оцінювання економічного потенціалу слугують основою для подальшої розробки адекватних управлінських рішень.

Питання для самоперевірки:

1. Що розуміють під економічним потенціалом підприємства?
2. Поясніть елементи фінансової моделі оцінки економічного потенціалу підприємства.
3. Що виступає результатами фінансової моделі?
4. Як здійснюється інтерпретація результатів фінансової моделі?

Тема 7. Моделювання економічних рішень на основі кореляційного аналізу

7.1. Завдання кореляційного аналізу

7.2. Характеристика етапів кореляційного аналізу

7.3. Застосування результатів кореляційного аналізу в моделюванні економічних рішень

Список рекомендованої літератури [1;2; 6;11;13;20-22]

Основні терміни і поняття теми: кореляційний аналіз, стохастичні моделі, види кореляції, завдання кореляційного аналізу; етапи кореляційного аналізу, застосування результатів.

7.1 Завдання кореляційного аналізу

При прийнятті економічних рішень на практиці широко застосовуються прийоми кореляційного аналізу, в ході якого будуються стохастичні моделі. Останні враховують різноманітні фактори випадковості і невизначеності.

Загалом розрізняють наступні види кореляції:

Парна кореляція – це зв'язок між двома показниками, один з яких є результативним, а інший – факторним.

Множинна кореляція – це зв'язок результативного показника з кількома факторами.

Завдання кореляційного аналізу:

1. Визначення абсолютної зміни результативного показника від впливом факторів (на скільки одиниць зміниться величина результативного показника при зміні факторного на одну одиницю).

2. Встановлення відносного ступеня залежності результативного показника від кожного фактора.

7.2 Характеристика етапів кореляційного аналізу

Кореляційний аналіз проводиться за такими етапами.

1. Підбір факторів, що суттєво впливають на зміну результативного показника і відносно яких наявна розгорнута у часі інформаційна база.

Не рекомендується включати взаємопов'язані фактори (при перевищенні парного коефіцієнта кореляції величини 0,85 один з факторів виключається) і фактори, які мають із результативним показником функціональний зв'язок. Відбір факторів також можна проводити на основі їх значущості за критерієм Стьюдента.

2. Збір інформації про результативний і факторні показники з перевіркою її на точність, однорідність і відповідність нормальному закону розподілу. Що більше буде таких спостережень (як правило, не менше 10 часових періодів), то вірогіднішим буде значення коефіцієнта кореляції, а також постійних коефіцієнтів регресії.

Критерії однорідності інформації: середньоквадратичне відхилення, коефіцієнт варіації для кожного показника.

Середньоквадратичне відхилення показує абсолютне відхилення індивідуальних значень (x_i) від середньоарифметичного (\bar{x}):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (12)$$

Коефіцієнт варіації характеризує відносний ступінь відхилення окремих значень від середньоарифметичного:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} 100. \quad (13)$$

При перевищенні коефіцієнта варіації величини 33% вважається, що інформація неоднорідна і слід виключити нетипові значення.

3. Моделювання зв'язку між факторами і результативним показником шляхом вибору та обґрунтування типу факторної економіко-математичної моделі (математичного рівня), що найбільш точно виражає досліджувану залежність.

Типи моделей стохастичного аналізу для парної кореляції:

- рівняння регресії типу “пряма”

$$y = a_0 + a_1x, \quad (14)$$

- рівняння регресії типу “гіпербола”

$$y = a_0 + a_1 \cdot \frac{1}{x}, \quad (15)$$

- рівняння регресії типу “парабола”

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2, \quad (16)$$

- статична

$$y = a_0x^a, \quad (17)$$

- показова

$$y = a_0 a_1^x \quad (18)$$

- напівлогарифмічна

$$y = a_0 + a_1 \lg x. \quad (19)$$

Рівняння регресії для множинної кореляції при прямолінійній формі:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n, \quad (20)$$

де y – значення результативного показника (функціональний показник);

x_i – значення факторних показників (показники-аргументи);

a_i – коефіцієнти регресії, які характеризують рівень впливу кожного фактору на результативний показник в абсолютному вимірі (a_0 – константа, тобто постійна величина результативного показника, не пов'язана зі зміною даного фактора; інші a_i показують зміну результативного показника зі збільшенням або зменшенням величини факторного показника на його одиницю).

Причому y і x_i є змінними величинами, тоді як a_i – константи.

Визначення типу моделей стохастичного аналізу проводиться за результатами оцінки графіків, які відображають кореляційне поле щодо розсіювання значень показника фактору відносно значень результативного показника.

При цьому адекватність обраного типу моделей фактичним даним перевіряють на основі порівняльної оцінки різних моделей за критерієм Фішера, за показниками середньої помилки апроксимації і величиною множинного коефіцієнта детермінації.

4. Розрахунок основних показників кореляційного зв'язку: рівняння зв'язку, коефіцієнти кореляції, детермінації тощо.

Коефіцієнти рівняння (розрахункові коефіцієнти еластичності) показують кількісний вплив кожного фактора на результативний при незмінності інших факторів та напрямком впливу (\pm).

Коефіцієнт кореляції показує щільність зв'язку між факторними і результативним показниками і набирає значень від 0 (відсутній зв'язок) до 1 (повний зв'язок). Коли значення коефіцієнта кореляції перевищує 0,5, то зв'язки між факторами та узагальнюючим показником об'єкта дослідження вважаються досить щільними, що дає змогу з достатньою вірогідністю вимірювати їхній вплив.

Коефіцієнт детермінації являє собою коефіцієнт кореляції, піднесений у квадрат і показує на скільки %% результативний показник залежить від досліджуваного фактора.

5. Статистична оцінка і практичне використання результатів кореляційного аналізу.

Надійність показників зв'язку і правомірності використання їх на практиці демонструють показники:

- **критерій Стьюдента (t)** оцінює надійність коефіцієнтів кореляції. Якщо розрахункове t більше табличного, то роблять висновок про значущість коефіцієнта кореляції;

- **критерій Фішера (F -відношення)** оцінює надійність рівняння. Якщо розрахункове значення критерію більше за табличне, то рівняння надійне;

- **середня помилка апроксимації (ϵ)** слугує для оцінки правильності вибору форми рівняння зв'язку. Допустима помилка – в межах 5-8%;

- **коефіцієнт множинної кореляції (R)**;

- **коефіцієнт множинної детермінації (D)** характеризує повноту рівняння зв'язку, тобто включення у модель найсуттєвіших факторів.

Для забезпечення достовірності встановлення зв'язків у багатофакторній кореляційно-регресійній моделі визначення постійних коефіцієнтів регресії базується на використанні великої кількості спостережень узгоджуваних показників і потребує внаслідок складності розрахунків застосування спеціальних програмних продуктів, що реалізуються за умов використання комп'ютерної електронно-обчислювальної техніки («Statgraphicsplus», «STATISTICA» та ін.).

7.3. Застосування результатів кореляційного аналізу в моделюванні економічних рішень

При позитивних результатах статистичної оцінки впливу вибірки факторів на зміну результативного показника приймається висновок щодо можливості використання рівняння регресії в економічній практиці, а саме:

- для розрахунку впливу факторів на зміну результативного показника (як добуток коефіцієнта регресії при факторному показникові на абсолютне відхилення відповідного фактору від плану або бази);

- для розрахунку резервів підвищення рівня результативного показника (шляхом множення планового приросту факторного показника на відповідний йому коефіцієнт регресії в рівнянні зв'язку);

- для планування і прогнозування його величини (для цього в отримане рівняння регресії підставляють планові або прогнозні значення факторних показників).

Таким чином, кореляційний аналіз підсилює обґрунтованість планів загалом та окремих економічних рішень.

Тема 8. Прогнозні моделі для розробки економічних рішень

- 8.1. Загальна характеристика прогнозування
- 8.2. Основні методи прогнозування
- 8.3. Розробка та аналіз окремих видів прогнозних моделей

Список рекомендованої літератури [1;2;6;7;11;13;22]

Основні терміни і поняття теми: прогноз, прогнозування, методи прогнозування, прогнозні моделі, ряди динаміки, тренд, парні взаємозв'язки, множинні взаємозв'язки, експоненційне згладжування, індекси сезонності.

8.1 Загальна характеристика прогнозування

Успішна діяльність будь-якого суб'єкта господарювання у значній мірі залежить від того, наскільки вірогідно їх менеджери передбачають далеку й близьку перспективу розвитку, тобто від результатів прогнозування.

Прогноз (з грец. prognosis — передбачення, пророцтво) – це науково обґрунтована гіпотеза щодо ймовірного майбутнього стану об'єкта в майбутньому, а також про альтернативні шляхи і строки досягнення такого стану.

Економічний (соціально-економічний) прогноз відображає майбутній стан економічної системи та економічних об'єктів і показників, що характеризують цей стан.

Прогнозування – це процес розроблення прогнозів.

Необхідність прогнозування викликана тим, що майбутнє невизначене й ефект багатьох рішень, які приймаються нині в економіці, протягом певного часу не відчуватиметься. Тому точне передбачення майбутнього підвищує ефективність процесу прийняття рішень.

Прогнозування широко застосовується на попередніх стадіях розробки планів і програм як інструмент наукового передбачення, варіантного аналізу, отримання додаткової інформації щодо розробки рішень. Прогнози застосовуються як плани-орієнтири.

Прогнозування дає змогу менеджерам підприємств не тільки передбачати далеку та близьку перспективи свого розвитку, а й запропонувати альтернативні шляхи та строки виконання планів діяльності.

Прогноз описує сферу і можливості, в рамках яких можуть бути сформульовані реальні завдання і цілі, встановлює проблеми, які мають стати об'єктом розробки в плані. Він відображає пошук потенційного, реалістичного, економічно правильного рішення.

Прогноз розкриває можливість різних варіантів розвитку, аналізує та обґрунтовує їх. У прогнозі можна розглянути різноманітні принципи економічної політики і поєднання об'єктивних та суб'єктивних, економічних та неекономічних факторів. Він не встановлює якихось конкретних завдань плану, а містить матеріал, який потрібен для їхньої розробки.

Отже, прогноз необхідний для того, щоб обрати з багатьох рішень найбільш оптимальне, яке дозволить досягти найкращих результатів. Чим вища якість прогнозів, тим ефективніше само рішення, а значить і діяльність суб'єкта господарювання в цілому.

Основними функціями прогнозування є:

- науковий аналіз процесів і тенденцій (здійснюється в три стадії: ретроспекція, діагноз, проекція);
- дослідження об'єктивних зв'язків соціально-економічних явищ;
- оцінювання об'єкта прогнозування;
- виявлення альтернатив розвитку.

Для відтворення зазначених функцій економічне прогнозування повинне ґрунтуватися на певних принципах. Вони забезпечують методологічну єдність

різноманітних методів і моделей розробки прогнозів.

Основні принципи економічного прогнозування:

1. *Принцип системності* означає, що економіка розглядається як єдиний об'єкт прогнозування і разом з тим як сукупність щодо самостійних напрямків прогнозування. Дотримання принципу системності визначає доцільність використання "блокового" методу побудови прогнозу економіки як системи. Такий метод передбачає створення моделей, які б відповідали змісту кожного окремого блоку й разом з тим давали б можливість відобразити цілісну картину можливого розвитку економіки. Для цього об'єкт повинен бути описаний, по-перше, як підсистема більш широкої системи, по-друге, як цілісне явище, по-третє, як певна складна структура, що, у свою чергу, теж складається з елементів.

2. Сутність *принципу наукової обґрунтованості* прогнозів полягає в тому, що, по-перше, прогнозування має потребу у всебічному обліку дії об'єктивних економічних законів і законів розвитку суспільства, а по-друге, прогнозування повинне базуватися на сучасних прогностичних методах. По-третє, прогнозування повинне враховувати позитивний світовий і вітчизняний досвід розробки прогнозів.

3. *Принцип адекватності* прогнозів об'єктивно характеризує не тільки процес виявлення, а й оцінку стійких тенденцій і взаємозв'язків у розвитку економіки й створення теоретичного аналога реальних економічних процесів з повною й точною імітацією таких. Адекватність означає максимальне наближення теоретичної моделі до постійних, істотних закономірностей і тенденцій розвитку. При цьому під теоретичною моделлю прогнозу слід розуміти модель, що практично реалізується і є формою наукового відображення дійсності. Адекватність передбачає врахування можливого, стохастичного характеру розвитку процесів. Це означає необхідність оцінки постійних і можливих відхилень розвитку об'єкта від пануючих тенденцій, визначення області розсіювання.

4. *Принцип альтернативності* прогнозування впливає з можливості розвитку економіки й соціально-економічних процесів у різних напрямках (траєкторіях), при різних взаємозв'язках і структурних співвідношеннях. Підготовка рекомендацій для прийняття адекватних управлінських рішень при формуванні прогнозу передбачає розробку відповідних рекомендацій і пропозицій щодо вибору й характеру конкретних заходів.

5. *Принцип цілеспрямованості* означає чітку постановку цілей при прогнозуванні, які мають бути реальними, досягнутими і визначеними чітко.

Для успішної **реалізації прогнозів** необхідно забезпечити **дві вимоги**: по-перше, дотримання єдиних принципів формування прогнозів на різних рівнях прогнозової роботи і, по-друге, дотримання прийнятої у світовій практиці послідовності.

Однією з найважливіших характеристик прогнозування є класифікація (типологія) прогнозів (табл. 8.1).

Таблиця 8.1 – Класифікація економічних прогнозів

Класифікаційна ознака	Прогнози
За масштабом прогнозування	Макроекономічні Структурні Народногосподарські комплекси Галузеві Регіональні Внутрішньогосподарські
За часом попередження	Довгострокові (5-15 років) Середньострокові (1-5 років) Короткострокові (1 міс.-1 рік) Оперативні (до 1 міс.)
За призначенням	Загального призначення Спеціального призначення
За метою	Планіфікаційні

	Управлінські Конформативні
За ступенем обґрунтованості	Інтуїтивні Логічні
За формою вираження результатів	Якісні Кількісні
За способом побудови	Крапкові Інтервальні
За залежністю від інших подій	Умовні Безумовні
За кількістю прогнозованих величин	Одиничні Множинні
За можливістю контролю	Контрольовані Неконтрольовані
За функціональною ознакою	Нормативні Пошукові
За структурою об'єкта прогнозування	Детерміновані Імовірнісні

Існує 2 основних методологічних підходи до прогнозування:

1. *Генетичний (дескриптивний) підхід* полягає в тому, що оцінювання проводиться на основі встановлених дослідженнями причинно-наслідкових взаємозв'язків між явищами. Цей підхід припускає, що можуть бути сформульовані будь-які правдоподібні, науково обґрунтовані кількісні та якісні, загальнонаукові і часткові гіпотези відносно факторів та умов майбутнього розвитку, включаючи гіпотези визначення економічної політики та інших форм активного свідомого впливу на виробничі та економічні процеси.

2. *Нормативно-цільовий підхід* ґрунтується на визначенні результатів, які повинні бути досягнуті в майбутньому.

Якщо при першому підході взаємозв'язок і послідовність явищ розглядаються в напрямку від сучасного до майбутнього, то в другому – навпаки. Від майбутнього до сучасного розгортається і досліджується ланцюг подій, які можуть відбутися, і заходи, які необхідно прийняти, щоб досягти нормативно заданого результату в перспективі.

Конкретизація методологічних підходів до прогнозування здійснюється на основі вибору і застосування його методів.

8.2 Основні методи прогнозування

Предметом економічного прогнозування є прогностика, яка є галуззю знань, що містить в собі методи складання та визначення прогнозів.

Методи прогнозування – це сукупність прийомів і оцінок, що дають змогу на підставі аналізу колишніх (ретроспективних) внутрішніх і зовнішніх зв'язків, притаманних об'єкту, а також їхніх змін зробити достатньо вірогідне судження щодо майбутнього розвитку об'єкта.

Вибір методів прогнозування здійснюється згідно з характером об'єкта та вимогами, які висуваються до інформаційного забезпечення прогнозів.

Особливість прогнозування у тому, що одночасно можна використовувати декілька методів. Від оптимального вибору методу багато в чому залежить якість розробленого прогнозу та його помилка.

Кількість методів і спосіб їх використання визначає сам прогнозист. Але існують **фактори, що впливають на вибір методу прогнозування:**

- ціль і завдання прогнозу;
- специфічність об'єкта прогнозування;
- достовірність інформації;

- компетентність та професіоналізм прогнозіста;
- час на який розробляється прогноз;
- наявність часу, ресурсів та ін.

Попри всю різноманітність методів прогнозування, їх (за ступенем формалізації) можна об'єднати в **дві групи**: інтуїтивні і формалізовані.

Інтуїтивні (експертні) методи базуються на використанні експертної інформації. Ними користуються тоді, коли бракує чітких тенденцій розвитку об'єкта, коли прогножуються процеси, які не мають історичних аналогів, коли іншими методами прогнозування неможливо формалізувати оцінювання впливу на розвиток об'єкта багатьох факторів. Експертні оцінки дають змогу встановити ступінь складності й актуальності проблеми, визначити основні цілі та критерії, виявити фактори і взаємозв'язки між ними, обґрунтувати переважні альтернативи розвитку.

До **формалізованих методів прогнозування** належать методи прогнозу екстраполяції і моделювання. Використання формалізованих методів доцільне за наявності достатньої фактографічної інформації і чіткої тенденції розвитку об'єкта прогнозування.

Методи екстраполяції базуються на припущенні того, що закономірність (тенденція) розвитку об'єкта в минулому буде незмінною протягом певного часу і в майбутньому. Але оскільки в дійсності тенденція розвитку може змінюватися, то прогнозні результати слід розглядати як імовірнісні.

Залежно від особливостей змін рівнів у динамічних рядах *екстраполяції можуть бути простими і складними*.

Першу групу складають методи прогнозування, які базуються на припущенні відносної стійкості в майбутньому абсолютних значень рівнів, середнього рівня ряду, середнього абсолютного приросту, середнього темпу зростання. До них відносять прогнозування на основі рядів динаміки тощо.

Методи другої групи базуються на визначенні основної тенденції, тобто використанні статистичних формул, які описують тренд.

Тренд – це відображення певною функцією тенденції ряду динаміки. Його зображують у вигляді гладкої кривої (траєкторії). Тренд характеризує головну закономірність руху об'єкта в часі.

Складні методи екстраполяції можна поділити на два типи: адаптивні й аналітичні.

Адаптивні методи прогнозування ґрунтуються на тому, що процес їх реалізації полягає у визначенні наступних у часі значень прогнозного показника з урахуванням ступеня впливу попередніх рівнів. До них належать методи ковзної і експоненціальної середніх, метод гармонійних ваг, авторегресія.

В основу **аналітичних методів прогнозування** (кривих зростання) покладено принцип одержання за допомогою методу найменших квадратів оцінки детермінованої компоненти, що характеризує основну тенденцію.

Особливе місце в сучасному прогнозуванні належить методам багатофакторного моделювання – логічного, інформаційного, статистичного. Методи інформаційного моделювання є специфічною галуззю прогнозування.

Найбільш поширеними є **методи прогнозування, засновані на статистичному моделюванні**. Ці методи поділяються на дві групи:

1. Метод прогнозування на підставі одиничних рівнянь регресії. Форму взаємозв'язку одного явища з іншими явищами, об'єктами і процесами можна зобразити у вигляді рівняння регресії. Прогнозування здійснюється підстановкою в нього значень ознак-факторів і оцінюванням очікуваного середнього значення результативної ознаки. Для встановлення області розсіювання визначаються довірчі інтервали. Прогнозування за регресивними моделями може здійснюватися тільки після перевірки моделей на адекватність.

2. Метод прогнозування на підставі системи рівнянь взаємозв'язаних рядів динаміки.

Цей метод є найскладнішим, але з його допомогою можна одержати оцінку не тільки результативної, а і факторних ознак, тобто аналіз взаємозв'язаних рядів динаміки виражається за допомогою системи рівнянь регресії. Прогноз у такому разі краще піддається змістовій інтерпретації, ніж звичайна екстраполяція.

Серед найбільш використовуваних на практиці методів прогнозування слід виділити математичну екстраполяцію (трендові моделі), факторні моделі, експертні оцінки.

Як правило, при економічному прогнозуванні має місце комбінування кількох методів.

8.3 Розробка та аналіз окремих видів прогнозних моделей

1. Прогнозування на основі рядів динаміки

Сфера застосування моделі:

- аналіз напрямків та інтенсивності зміни досліджуваного показника у минулому;
- графічна оцінка динамічного розвитку економічного процесу;
- отримання на основі показників ряду динаміки прогнозних значень досліджуваного показника;
- встановлення довгострокових тенденцій розвитку;
- розробка стратегічних планів суб'єктів господарювання.

Вихідна інформація для моделі задається у вигляді назви періоду і значень досліджуваного показника за періодами. Приклад подання вихідної інформації – у табл. 8.2. Доцільним є паралельне представлення інформації у графічному вигляді.

Таблиця 8.2 – Вихідна інформація для прогнозування на основі рядів динаміки

Період	Значення
2006	10,2
2007	8,8
2008	9,1
2009	8,9
2010	8,2
2011	7,9
2012	8,0
2013	7,0
2014	6,9
2016	6,3
2017	7,1

Статистична оцінка вихідної інформації проводиться за наступними показниками: середнє значення, дисперсія, середньоквадратичне відхилення, коефіцієнт варіації (табл. 8.3).

Таблиця 8.3 - Статистична характеристика ряду

Показник	Значення
Середнє	8,0364
Дисперсія	1,2223
Середнє квадратичне відхилення	1,1056
Коефіцієнт варіації, %	13,7573

Дисперсія (σ^2) характеризує розсіювання випадкової величини відносно очікуваної і виступає як міра настання прогнозованого явища та варіація результативної ознаки під впливом всіх факторів і причин, як систематично діючих, так і випадкових.

Середнє квадратичне відхилення (σ) є мірилом надійності середньої. Чим менше

середнє квадратичне відхилення, тим об'єктивніше середня арифметична відображує всю сукупність. При збільшенні показника можна стверджувати про зростання імовірності настання процесу чи явища.

Універсальним показником варіації є *коефіцієнт варіації* ($V\sigma$), цінність якого полягає в тому, що ним можна користуватись для характеристики і порівняння варіацій різних сукупностей і різних явищ. Коефіцієнти варіації дозволяють порівнювати варіацію різних ознак або варіацію однієї ознаки у різних сукупностях. Він використовується для оцінки однорідності сукупності, тобто надійності і типовості середньої величини.

Розрізняють такі значення відносних коливань:

$V\sigma < 10\%$ - незначне коливання;

$V\sigma =$ від 10% до 30% - середнє коливання;

$V\sigma > 30\%$ - велике коливання.

Збільшення значення цього показника свідчить про досить значні коливання індивідуальних значень змінної відносно середнього значення.

Наступним етапом роботи за даною моделлю є оцінка ряду динаміки за базисними та ланцюговими показниками: абсолютний приріст, темп росту, темп приросту (табл. 8.4 і табл. 8.5).

Таблиця 8.4 - Показники ряду динаміки (базисні)

Період	Абсолютний приріст	Темп росту (%)	Темп приросту (%)	Абсолютне значення 1% приросту
2007	-1,4000	86,2745	-13,7255	0,10200
2008	-1,1000	89,2157	-10,7843	0,10200
2009	-1,3000	87,2549	-12,7451	0,10200
2010	-2,0000	80,3922	-19,6078	0,10200
2011	-2,3000	77,4510	-22,5490	0,10200
2012	-2,2000	78,4314	-21,5686	0,10200
2013	-3,2000	68,6275	-31,3725	0,10200
2014	-3,3000	67,6471	-32,3529	0,10200
2016	-3,9000	61,7647	-38,2353	0,10200
2017	-3,1000	69,6078	-30,3922	0,10200

Таблиця 8.5 - Показники ряду динаміки (ланцюгові)

Період	Абсолютний приріст	Темп росту (%)	Темп приросту (%)	Абсолютне значення 1% приросту
2007	-1,4000	86,2745	-13,7255	0,10200
2008	0,3000	103,4991	3,4091	0,08800
2009	-0,2000	97,8022	-2,1978	0,09100
2010	-0,7000	92,1348	-7,8652	0,08900
2011	-0,3000	96,3415	-3,6585	0,08200
2012	0,1000	101,2658	1,2658	0,07900
2013	-1,0000	87,5000	-12,5000	0,08000
2014	-0,1000	98,5714	-1,4286	0,07000
2016	-0,6000	91,3043	-8,6957	0,06900
2017	-0,8000	112,6984	12,6984	0,06300

Абсолютний приріст відображає абсолютну швидкість змінювання рівнів ряду за певний інтервал часу і показує напрям динаміки. Він може набувати додатних значень (свідчить про зростання) та від'ємних (свідчить про зменшення, падіння).

Інтенсивність зміни рівнів ряду оцінюється відносною величиною – *темпом росту*, який, як відомо, являє собою кратне відношення рівнів у формі коефіцієнта чи відсотка. Якщо темп росту більше 1 або 100%, то це свідчить переважно (залежно від економічної

сутності показника) про зростання того чи іншого показника, що відображений рядом динаміки, а коли є меншим 1 або 100% - має місце зниження.

Співвідношення абсолютного приросту і базового темпу приросту є вимірником відносної швидкості зростання. Відносну швидкість зростання називають **темпом приросту**, який на відміну від темпу росту завжди виражають у відсотках. Отже, темп приросту показує на скільки % рівень звітної періоду більший (менший) від бази порівняння.

Абсолютне значення 1% приросту дає уяву про вагомість одного відсотку приросту і визначається як частка від ділення абсолютного приросту на темп росту.

Між базисними і ланцюговими коефіцієнтами (темпами) росту існує такий зв'язок: добуток ланцюгових коефіцієнтів (темпів) дорівнює відповідному базисному коефіцієнту (темпу) зростання; частка від ділення базисних коефіцієнтів (темпів) дорівнює проміжному ланцюговому. Таким чином, за ланцюговими показниками можна визначити базисні.

Для прогнозування значення досліджуваного показника обирається період, на який визначається прогноз. Прогнозні значення розраховуються за відповідною комп'ютерною програмою або за допомогою електронних таблиць EXCEL. Результати прогнозу за даним методом наведено у табл. 8.6.

Таблиця 8.6 - Прогнозне значення досліджуваного показника

Прогнозні показники по:	Прогнозні значення
Кінцевому рівню ряду	7,1
Середньому значенню	8,0364
Абсолютному приросту	7,9
Середньому абсолютному приросту	6,79
Темпу росту	8,0016
Середньому темпу росту	6,8474

Недоліком цього методу прогнозування є те, що він у неповній мірі враховує характер зміни показника, але тільки в першій та останні роки. При цьому не враховується загальна зміна показника за проміжний період.

2. Прогнозування на основі аналізу тренду

Сфера застосування моделі:

- оцінка тенденції зміни певного економічного явища на основі аналізу статистичних характеристик сукупності, описаної рядом динаміки;
- отримання рівняння регресії і показників його адекватності;
- складання прогнозу на основі розробленого рівняння регресії та показників його ефективності;
- встановлення довгострокових тенденцій розвитку;
- розробка стратегічних планів суб'єктів господарювання.

Особливістю даного методу прогнозування є те, що він ураховує весь період упередження. Недоліком є те, що кожному значенню ряду надається рівна вага, в той час як в дійсності більший вплив на прогнозовані величини мають значення останніх років, та припускається, що протягом аналізованого періоду часу параметри рівняння тренду залишаються незмінними, в той час як в багатьох випадках ці параметри змінюються з часом.

Вихідна інформація задається динамічним рядом даних щодо розвитку явища за декілька років (табл. 8.7).

Таблиця 8.7– Вихідна інформація для прогнозування на основі аналізу тренду

Період	Значення	Період	Значення
2007	10,2	2013	8,00
2008	8,80	2014	7,00
2009	9,10	2015	6,90
2010	8,90	2016	6,80
2011	8,20	2017	7,10
2012	7,90		

Статистична характеристика вихідних даних даної моделі проводиться за показниками: мінімальне і максимальне значення ряду, середнє значення, дисперсія, середньоквадратичне відхилення, асиметрія, ексцес та ін. (табл. 8.8).

Таблиця 8.8 - Статистичні характеристики сукупності

Числові характеристики	Значення
Мінімальне значення	6,80
Максимальне значення	10,20
Середнє значення	8,08
Дисперсія	1,09
Середнє квадратичне відхилення	1,04
Стандартна помилка середнього	0,31
Коефіцієнт варіації (%)	12,89
Асиметрія	0,52
Стандартна помилка асиметрії	0,66
Ексцес	-3,46
Стандартна помилка ексцесу	1,28

Максимальне і мінімальне значення характеризують відповідно найбільше та найменше значення фактору, що варіюється.

Середнє значення допомагає узагальнити відхилення факторів, що варіюються, від певного типового значення, яке є характерним для даної сукупності.

Стандартна помилка середнього характеризує міру того, наскільки широко розкидані значення аналізованого показника відносно їх середнього значення.

Асиметрія та ексцес – це дві пов'язані з варіацією властивості форми розподілу. Комплексна їх оцінка виконується на основі центральних моментів розподілу. Вважається що при $A_s < 0,25$ асиметрія низька, якщо A_s не перевищує 0,5 – середня, при $A_s > 0,5$ – висока.

У подальшому за відповідною комп'ютерною програмою або за допомогою електронних таблиць EXCEL визначається рівняння лінії тренду та показники для оцінки його адекватності (середня лінійна похибка, середня відносна похибка, коефіцієнт кореляції, коефіцієнт детермінації, середня квадратична похибка) – табл. 8.9.

Таблиця 8.9 - Показники адекватності регресивного рівняння

Показники адекватності	Значення
Середня лінійна похибка	0,2636
Середня відносна похибка	0,0329
Коефіцієнт (індекс) кореляції	0,945029
Коефіцієнт детермінації	89,307929
Середня квадратична похибка Y теор.	0,3406

Середня лінійна похибка характеризує міру того, наскільки розраховані значення показника, що виведені за отриманим рівнянням, в абсолютному виразі відхиляються відносно їх теоретичних значень, а **середня відносна похибка** характеризує дані відхилення у відносному значенні.

Коефіцієнт кореляції (r) використовується для вимірювання щільності прямолінійних зв'язків. Якщо r близьке до 1, то зв'язок між ознаками є тісним; якщо r наближається до 0, то зв'язок є незначним. Знак коефіцієнта кореляції вказує напрямком зв'язку: знак "+" свідчить про прямий зв'язок, знак "-" – про обернений зв'язок.

Коефіцієнт детермінації (η^2) розглядається як міра щільності кореляційного зв'язку. Він коливається від 0 до 1.

Середнє квадратичне відхилення (похибка) є мірилом надійності середньої. Чим менше середнє квадратичне відхилення, тим об'єктивніше середня арифметична відображує всю сукупність. При збільшенні показника можна стверджувати про збільшення імовірності настання процесу чи явища.

На наступному етапі роботи з моделлю доцільним є побудова графіку лінії тренду.

У подальшому проводиться інтерпретація регресивного рівняння за **коефіцієнтом еластичності**, який дорівнює відсотковій зміні залежного фактору на відсоткову зміну незалежного фактору (табл. 8.10).

Таблиця 8.10 - Інтерпретація регресивного рівняння

Період	Фактичне значення ряду Y	Розрахункове значення ряду Y	Інтервал		Коефіцієнт еластичності
			нижній	верхній	
2006	10,20	9,96	9,53	10,39	-0,07
2007	8,80	9,38	9,01	9,75	-0,11
2008	9,10	8,94	8,62	9,26	-0,14
2009	8,90	8,56	8,29	8,83	-0,16
2010	8,20	8,23	7,99	8,47	-0,19
2011	7,90	7,93	7,70	8,16	-0,22
2012	8,00	7,66	7,42	7,90	-0,24
2013	7,00	7,40	7,13	7,67	-0,27
2014	6,90	7,16	6,84	7,48	-0,29
2016	6,80	6,94	6,57	7,31	-0,32
2017	7,10	6,72	6,29	7,15	-0,35

На останньому етапі за відповідною комп'ютерною програмою визначаються прогнозовані значення для досліджуваного показника (табл. 8.11). У більшості випадків строк упередження прогнозу повинен перевищувати довжину бази прогнозу (наприклад, для прогнозу на три роки бажано мати ряд динаміки для прогнозу не менше як за дев'ять років).

Таблиця 8.11 - Прогнозні значення на основі лінії тренду

Період	Прогнозне значення	Інтервал		Коефіцієнт еластичності
		нижній	верхній	
2018	6,51	6,02	7,01	-0,37213
2019	6,32	5,76	6,87	-0,39946
2020	6,13	5,50	6,75	-0,42743
2021	5,94	5,25	6,63	-0,45612
2022	5,76	5,00	6,52	-0,48560

3. Прогноз на основі парних взаємозв'язків

Прогнозна модель на основі парних взаємозв'язків загалом спрямована на встановлення причинно-наслідкових взаємозв'язків між результативним і факторним показниками, а також визначення на цій основі їх прогнозних значень.

Сфера застосування моделі:

- визначення статистичних характеристик для досліджуваного і результативного факторів;

- вимірювання впливу досліджуваного фактору на результативний показник;

- одержання рівняння регресії і показників його адекватності;
- отримання прогнозних значень досліджуваних факторів;
- встановлення довгострокових тенденцій розвитку;
- розробка стратегічних планів суб'єктів господарювання.

Вихідна інформація задається у вигляді рядів динаміки із значень впливового (X) і результуючого (Y) факторів (табл. 8.12).

Таблиця 8.12 – Вихідна інформація для прогнозування на основі парних взаємозв'язків

Значення X	Значення Y
8	17
7	15
5	9,5
8,5	18
10	22
11	23

Статистична характеристика вихідної інформації проводиться за показниками табл. 8.13.

Таблиця 8.13 - Статистичні характеристики сукупності X та Y

Числові характеристики	Для впливового фактору X	Для залежного фактору Y
Мінімальне значення	5	9,5
Максимальне значення	11	23,0
Середнє значення	8,25	17,42
Дисперсія	3,81	20,2
Середнє квадратичне відхилення	1,95	4,49
Стандартна похибка середнього	0,8	1,83
Коефіцієнт варіації, %	23,67	25,81
Асиметрія	-0,31	-0,6
Стандартна похибка асиметрії	0,85	0,85
Екссес	-0,21	-6,54
Стандартна похибка екссесу	1,74	1,74

Максимальне і мінімальне значення характеризують відповідно найбільше та найменше значення фактору, що варіюється.

Середнє значення допомагає узагальнити відхилення факторів, що варіюються, від певного типового значення, що є характерним для даної сукупності.

Дисперсія (σ^2) характеризує варіацію результативної ознаки під впливом всіх факторів і причин, як систематично діючих, так і випадкових.

Середнє квадратичне відхилення (σ) характеризує абсолютне коливання значень фактору, що варіюється. Воно є мірилом надійності середнього значення сукупності. Чим менше середнє квадратичне відхилення, тим об'єктивніше середня арифметична відображує всю сукупність.

Стандартна похибка середньої (μ) – це таке розходження між середньою вибірковою та генеральною сукупністю, яке не більше $\pm \sigma$.

Коефіцієнт варіації ($V\sigma$) являє собою виражене у % відношення середнього квадратичного відхилення до середньої арифметичної. Він використовується для оцінки однорідності сукупності, тобто надійності і типовості середньої величини. Розрізняють такі значення відносних коливань: $V\sigma < 10\%$ - незначне коливання; $V\sigma =$ від 10% до 30% - середнє коливання; $V\sigma > 30\%$ - велике коливання.

Коефіцієнт асиметрії (As) показує зміщення по відношенню до осі нормального розподілу вліво чи вправо. При правосторонній асиметрії коефіцієнт $As > 0$, при лівосторонній $As < 0$. Звідси правостороння асиметрія називається додатною, а лівостороння – від’ємною. Вважається, що при $As < 0,25$ асиметрія низька, якщо As не перевищує $0,5$ – середня, при $As > 0,5$ – висока.

Коефіцієнт ексцесу (Ek) характеризує гостровершинність по відношенню до нормального розподілу. У симетричному, близькому до нормального розподілі $Ek = 3$. Очевидно, при гостровершому розподілі $Ek > 3$, при плосковерхому $Ek < 3$.

На наступному етапі за відповідною комп’ютерною програмою визначається рівняння лінії тренду та показники адекватності регресивного рівняння (середня лінійна похибка, середня відносна похибка, коефіцієнт кореляції, коефіцієнт детермінації, середня квадратична похибка) – табл. 8.14.

Для наведених умов рівняння регресії наступне: $Y = -1,47 + 2,29X$

Таблиця 8.14 - Показники адекватності рівняння регресії

Показники адекватності	Значення
Середня лінійна похибка	0,3983
Середня відносна похибка	0,0244
Коефіцієнт (індекс) кореляції	0,994666
Коефіцієнт детермінації	98,936032
Середня квадратична похибка Y теор.	0,5699

Середня лінійна помилка характеризує міру того, наскільки розраховані значення показника, що виведені за отриманим рівнянням, в абсолютному виразі відхиляються відносно їх теоретичних значень, а **середня відносна помилка** характеризує дані відхилення у відносному значенні.

Середнє квадратичне відхилення є мірилом надійності середньої. Чим менше середнє квадратичне відхилення, тим об’єктивніше середня арифметична відображує всю сукупність. При збільшенні показника можна стверджувати про збільшення імовірності настання процесу чи явища.

На наступному етапі роботи з моделлю доцільним є побудова графіку лінії тренду і визначення прогнозних значень результуючого показника на основі попередньо визначеного прогнозного значення впливового показника.

4. Прогноз на основі множинного кореляційного аналізу

Прогнозна модель на основі множинного кореляційного аналізу загалом спрямована на встановлення причинно-наслідкових взаємозв’язків між кількома різними факторами, а також визначення на цій основі їх прогнозних значень.

Використання моделі дає змогу:

- визначення наявності взаємозв’язку між окремими факторами та його зміни протягом аналізованого періоду;
- вимірювання впливу даних факторів на результативний показник;
- отримання прогнозних значень факторів;
- розробка економічних рішень на основі визначених кореляційних зв’язків.

Вихідна інформація задається у вигляді рядів динаміки із значень впливових (X_i) і результуючого (Y) факторів (табл. 8.15).

При цьому встановлюється відповідність розподілу змінних нормальному закону.

Таблиця 8.15 – Вихідна інформація для прогнозування на основі множинного кореляційного аналізу

X ₁	X ₂	Y
4	1	5
8	2	10
5	3	12
6	4	14
8	7	25
7	5	18

Статистична характеристика вихідної інформації проводиться за показниками табл. 8.16.

Таблиця 8.16 - Статистичні характеристики сукупності

Числові характеристики	Для залежного (результуючого) фактору Y	Для впливового фактору X ₁	Для впливового фактору X ₂
Мінімальне значення	5,0	4,0	1,0
Максимальне значення	25,0	8,0	7,0
Середнє значення	14,0	6,33	3,67
Дисперсія	39,67	2,22	3,89
Середнє квадратичне відхилення	6,3	1,49	1,97
Стандартна похибка середнього	2,57	0,61	0,81
Коефіцієнт варіації (%)	44,99	23,54	53,78
Асиметрія	0,54	-0,38	0,46
Стандартна похибка асиметрії	0,85	0,85	0,85
Екссес	0,46	-1,48	-0,3
Стандартна похибка екссесу	1,74	1,74	1,74

Максимальне та мінімальне значення характеризують відповідно найбільше та найменше значення ознаки, що варіюються.

Середнє значення (X) допомагає узагальнити відхилення факторів, значення яких варіюються, від певного типового значення, яке є характерним для даної сукупності.

Дисперсія (σ^2) характеризує варіацію результативної ознаки під впливом всіх факторів і причин, як систематично діючих, так і випадкових.

Середнє квадратичне відхилення (σ) характеризує абсолютне коливання значень ознаки, що варіюється. Воно є мірилом надійності середньої. Чим менше середнє квадратичне відхилення, тим об'єктивніше середня арифметична відображує всю сукупність.

Під стандартною похибкою середньої (μ) розуміють таке розходження між середньою вибірковою та генеральною сукупністю, яке не більше $\pm \sigma$.

Коефіцієнт варіації ($V\sigma$) представляє собою виражене у процентах відношення середнього квадратичного відхилення до середньої арифметичної. Він використовується для оцінки однорідності сукупності, тобто надійності і типовості середньої величини. Розрізняють такі значення відносних коливань: $V\sigma < 10\%$ - незначне коливання; $V\sigma =$ від 10% до 30% - середнє коливання; $V\sigma > 30\%$ - велике коливання.

Коефіцієнт асиметрії (As) показує зміщення по відношенню до осі нормального розподілу вліво чи вправо. При правосторонній асиметрії коефіцієнт $As > 0$, при лівосторонній $As < 0$. Звідси правостороння асиметрія називається додатною, а лівостороння – від'ємною. Вважається, що при $As < 0,25$ асиметрія низька, якщо As не

перевищує 0,5 – середня, при $As > 0,5$ – висока.

Коефіцієнт ексцесу (E_k) характеризує гостровершинність по відношенню до нормального розподілу. У симетричному, близькому до нормального розподілі $E_k = 3$. Очевидно, при гостровершинному розподілі $E_k > 3$, при плосковершинному $E_k < 3$.

У подальшому проводиться оцінка парному взаємозв'язку між показниками на основі коефіцієнтів кореляції та детермінації (табл. 8.17).

Таблиця 8.17 - Оцінка парному взаємозв'язку між показниками

Показник	Коефіцієнт кореляції	Коефіцієнт детермінації	t - критерій Стьюдента
Y	1	100.0	-
X ₁	0.58038	33.6842	1.43
X ₂	0.83632	69.9436	3.05

Табличне значення χ^2 -квадрат 3,8

Розраховане значення χ^2 -квадрат 5,68

Табличне значення T-критерію 2,78

Коефіцієнт кореляції (r) використовується для вимірювання щільності прямолінійних зв'язків.

Коефіцієнт детермінації (η^2) розглядається як міра щільності кореляційного зв'язку.

Наступним кроком роботи за даною моделлю є визначення значень показників взаємозв'язку факторів: коефіцієнт кореляції фактора з усіма іншими факторами, коефіцієнт детермінації фактора з усіма іншими факторами, коефіцієнт часткової кореляції, коефіцієнт часткової детермінації, вираховане та табличне значення F-критерію та t – критерію (табл. 8.18).

Таблиця 8.18 - Показники взаємозв'язку факторів

Показник	Фактор X ₁	Фактор X ₂
Коефіцієнт кореляції фактора з усіма іншими факторами	0,000	0
Коефіцієнт детермінації фактора з усіма іншими факторами	0,000	0
Розраховане значення критерію F – вир	0,00	0
Табличне значення критерію F – таб	6,94	6,94
Коефіцієнт часткової кореляції	0,171	0,748
Коефіцієнт часткової детермінації	2,921	56,001
Розраховане значення t - критерію	0,347	2,256
Табличне значення t - критерію	2,78	2,78

Коефіцієнт кореляції фактора з усіма іншими факторами характеризує міру зв'язку між досліджуваним фактором та іншими змінними факторами.

Коефіцієнт детермінації фактора з усіма іншими факторами показує міру щільності кореляційного зв'язку, що визначений між досліджуваним фактором та іншими змінними факторами.

F-критерій (критерій Фішера) використовується для встановлення достовірності обчисленого кореляційного відношення. Якщо $F_\phi < F_t$, то з прийнятим ступенем ймовірності можна стверджувати про наявність впливу фактора, який вивчається. Коли ж $F_\phi > F_t$, то різниця між дисперсіями зумовлена впливом випадкових факторів.

t - критерій Стьюдента (t_η) використовують для встановлення достовірності обчисленого кореляційного відношення. Якщо критерій Стьюдента $t_\eta \geq 3$, показник кореляційного відношення вважають вірогідним (тобто зв'язок між досліджуваними явищами є доведеним). Якщо критерій $t_\eta < 3$, то висновки про вірогідність зв'язку між

досліджуваними явищами сумнівні.

Коефіцієнт часткової кореляції характеризує міру зв'язку між двома факторами, що обрахований після усунення впливу усіх інших змінних. Якщо його значення близьке до 1, то зв'язок між ознаками є тісним; якщо він наближається до 0, то зв'язок є незначним. Знак коефіцієнта кореляції вказує напрямком зв'язку: знак “плюс” свідчить про прямий зв'язок, знак “мінус” – обернений зв'язок.

Коефіцієнт часткової детермінації розглядається як міра щільності часткового кореляційного зв'язку між двома факторами, що обрахований після усунення впливу усіх інших змінних. Він коливається від 0 до 1.

Оцінка множинного взаємозв'язку проводиться на основі наступних коефіцієнтів: множинної кореляції, множинної детермінації, скоригованого коефіцієнту множинної кореляції, скоригованого коефіцієнту множинної детермінації, а також розрахункового і табличного значення F–критерію (табл. 8.19).

Регресивне рівняння характеризує взаємозв'язок між даними факторами. За наведених умов воно має наступний вигляд: $Y = 4,432 + 0,324X_1 + 1,595X_2$

Таблиця 8.19 - Оцінка множинного взаємозв'язку

Показник	Значення
Коефіцієнт множинної кореляції	0,841555
Коефіцієнт множинної детермінації	70,8215
Скоригований коефіцієнт множинної кореляції	0,797
Скоригований коефіцієнт множинної детермінації	63,527
Розраховане значення критерію $F_{\text{вир}}$	2,613
Табличне значення критерію $F_{\text{табл}}$	19,0

Коефіцієнт множинної кореляції характеризує міру зв'язку між двома чи більше незалежними факторами (X) з залежною змінною (Y). Він коливається в межах від – 1 до + 1. Якщо його значення близьке до 1, то зв'язок між ознаками є тісним; якщо він наближається до 0, то зв'язок є незначним. Знак коефіцієнта кореляції вказує напрямком зв'язку: знак “плюс” свідчить про прямий зв'язок, знак “мінус” – обернений зв'язок.

Коефіцієнт множинної детермінації розглядається як міра щільності множинного кореляційного зв'язку між двома чи більше незалежними факторами (X) з залежною змінною (Y). Він коливається від 0 до 1.

Останнім етапом розрахунків за даною програмою є отримання прогнозу Y, для чого спершу прогнозуються значення впливових факторів X_i (табл. 8.20).

Таблиця 8.20 - Прогноз на основі множинного взаємозв'язку

Показник	Період 1	Період 2
Y	16,919	16,595
X_1	9	8
X_2	6	6

5. Прогнозування на основі методу експоненційного згладжування

Прогнозна модель на основі експоненційного згладжування призначена для аналізу і прогнозування економічних показників.

Використання моделі дає змогу:

- простежити можливі зміни досліджуваного показника протягом аналізованого періоду;
- отримати рівняння зміни показника на основі методу експоненційного згладжування;
- отримати прогнозні значення показника, що аналізується та показники його

адекватності.

Вихідна інформація задається у вигляді певної кількості інтервалів спостереження (від 11 до 100), початкового інтервалу (напр., 2007 рік) та значень показника по кожному періоду (табл. 8.21).

Таблиця 8.21 – Вихідна інформація для прогнозування на основі експоненційного згладжування

№ з/п	Період	Значення показника	№ з/п	Період	Значення показника	№ з/п	Період	Значення показника
1	2007	71,2	5	2011	83,16	9	2015	88,73
2	2008	79,32	6	2012	91,18	10	2016	111,23
3	2009	76,18	7	2013	66,2	11	2017	110,8
4	2010	82,16	8	2014	110,8			

У подальшому дослідник визначає значення показника ступеню тренду (від 0 до 2).

На підставі вихідної інформації відповідна комп'ютерна програма самостійно визначає рівняння тренду, а також початкові умови 1-го порядку та 2-го порядку, які відображають відставання або випередження в часі одного явища в порівнянні з іншим:

$$y = 66,330 + 3,650 t$$

Початкові умови:

1-го порядку – 59,552,

2-го порядку – 52,773.

За допомогою трекінг – сигналу (розрахунки ведуться для рівня ймовірності $p=0,95$) будується модель прогнозу і визначаються наступні показники: початкові параметри згладжування, трекінг–сигнал, експоненціальні середні першого та другого порядку, коефіцієнти моделі прогнозу першого та другого порядку (табл. 8.22).

Таблиця 8.22 - Модель прогнозу на основі експоненційного згладжування

Період	Початкові параметри згладжування	Трекінг сигнал	Нові параметри	Експоненціальні середні		Коефіцієнти моделі прогнозу	
				1-го порядку	2-го порядку	1-го порядку	2-го порядку
1	2	3	4	5	6	7	8
2007				63,629	56,572	70,685	3,799
2008	0,35	0,10	0,35	69,121	60,964	77,277	4,392
2009	0,35	-0,001	0,35	71,591	64,684	78,499	3,719
2010	0,35	-0,002	0,35	75,290	68,396	82,185	3,712
2011	0,35	-0,007	0,35	78,0456	71,773	84,316	3,377
2012	0,35	0,000	0,35	82,642	75,577	89,707	3,804
2013	0,35	-0,055	0,35	76,887	76,036	77,739	0,459
2014	0,35	0,011	0,35	88,757	80,488	97,025	4,452
2015	0,35	-0,013	0,35	88,747	83,379	94,116	2,891
2016	0,35	0,013	0,35	96,616	88,012	105,221	4,633
2017	0,35	0,014	0,35	101,434	92,710	110,158	4,698

Трекінг-сигнал (наступний сигнал) сповіщає про зміни у динамічному ряду. Його функціями є з'ясування моменту, коли настали зміни у динамічному ряду, яким не задовольняють поточні параметри прогнозуючої системи та модифікація цих параметрів належним чином для подальших розрахунків.

На наступному етапі роботи з моделлю визначаються прогнозні (розрахункові) величини показника для аналізованого періоду та відхилення фактичних значень ряду динаміки від прогнозованих (розрахункових) (табл. 8.23). Для першого року ряду динаміки прогноз не обчислюється.

Таблиця 8.23 - Розрахункові (прогнозні) значення для аналізованого періоду

Період	Фактичне значення рівня	Розрахункове значення рівня	Відхилення фактичних значень від розрахункових	Помилка згладжування
1	2	3	4	5
2007	71,2			
2008	79,32	74,484	4,836	6,10
2009	76,18	81,669	-5,489	7,20
2010	82,16	82,218	-0,058	0,07
2011	83,16	85,897	-2,737	3,29
2012	91,18	87,693	3,487	3,82
2013	66,2	93,511	-27,311	41,26
2014	110,8	78,197	32,603	29,42
2015	88,73	101,478	-12,748	14,37
2016	111,23	97,007	14,223	12,79
2017	110,38	109,854	0,526	0,48

Прогнозні значення табл. 8.23 розраховуються на основі виведеного регресивного рівняння. Колонка 4 характеризує відхилення фактичних значень показника від розрахункових, колонка 5 – можливу похибку відхилення фактичних значень від прогнозованих (розрахункових).

Визначивши період прогнозу (переважно, від 1 до 10), дослідник за відповідною комп'ютерною програмою отримує прогнозні значення, похибку прогнозу в абсолютному та відносному вираженні, нижню та верхню межу довірчого інтервалу (табл. 8.24).

Таблиця 8.24 - Прогноз на 2018-2020 рр.

Період	Прогноз	Похибка прогнозу		Довірчий інтервал	
		абсолютна	%	нижча межа	верхня межа
1	2	3	4	5	6
2018	114,855	13,250	11,54	101,605	128,106
2019	119,553	15,390	12,87	104,163	134,943
2020	124,250	17,574	14,14	106,676	141,824

Колонка 2 показує прогнозні значення зміни досліджуваного показника в майбутньому; колонки 3 і 4 вказують на те, наскільки великою є похибка прогнозу в абсолютному та відносному виразі; колонки 5 і 6 характеризують межі коливання прогнозних значень.

6. Прогнозування сезонних явищ на основі індексів сезонності

Модель прогнозування сезонних явищ на основі індексів сезонності загалом призначена для аналізу та прогнозування економічних процесів, що зазнають впливу сезонності.

Використання моделі дає змогу:

- отримати рівняння лінії тренду для аналізованого показника та показники його адекватності;
- побудувати хвилю сезонності;
- отримати прогнозні значення аналізованого показника та показники помилки прогнозу.

Вихідна інформація задається переважно помісячно за кілька років (табл. 8.25).

Таблиця 8.25 - Вихідна інформація для прогнозування сезонних явищ на основі індексів сезонності

Період	Місяць											
	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	лист	грудень
2015	35	31	32	33	35	31	33	29	30	30	30	39
2016	37	33	33	35	37	33	35	32	32	32	40	41
2017	38	39	33	34	39	32	35	34	33	34	42	43

Модель може бути реалізованою за різними рівняннями тренду: за показниками адекватності та за згладженою лінією.

На підставі графічного представлення вихідної інформації (рис. 8.1) дослідник також самостійно визначає, до якого виду рівнянь належить рівняння лінії тренду.

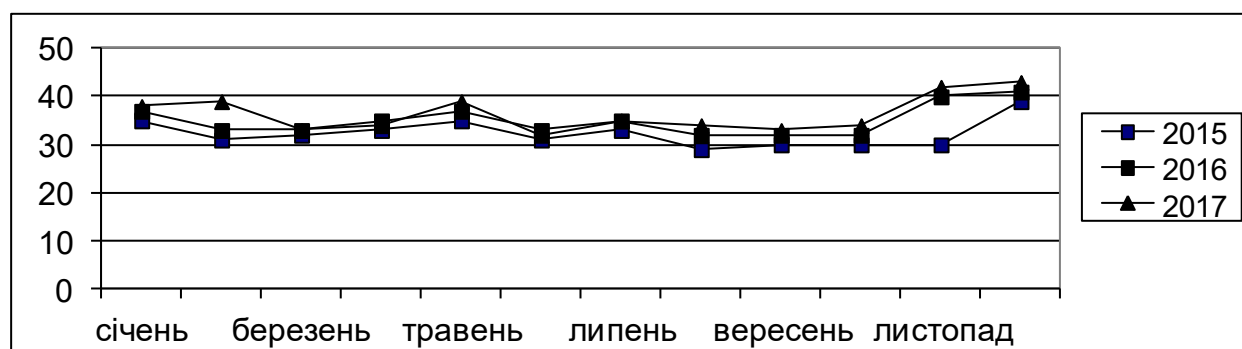


Рисунок 8.2 - Графік зміни показника, що зазнає впливу сезонності

Після вибору виду лінії тренду за відповідною комп'ютерною програмою визначається рівняння тренду та розраховуються коефіцієнти кореляції і детермінації, середня квадратична похибка (табл. 8.26).

Таблиця 8.26 - Показники рівняння тренду

Назва лінії	Вид рівняння	Коефіцієнти рівняння	
		A0	A1
Пряма	$Y=A_0+A_1X$	31,49365	0,16551
Коефіцієнт (індекс) кореляції		0,48582593	
Коефіцієнт детермінації, %		23,6027	
Середня квадратична похибка		3,18	

Слід зазначити, що *коефіцієнт кореляції* використовується для вимірювання щільності прямолінійних зв'язків. *Коефіцієнт детермінації* розглядається як міра щільності кореляційного зв'язку. Він коливається від 0 до 100%.

Середнє квадратичне відхилення характеризує абсолютне коливання значень фактору, який варіюється. Воно є мірилом надійності середнього значення сукупності. Чим менше середнє квадратичне відхилення, тим об'єктивніше середня арифметична відображує всю сукупність.

На наступному етапі комп'ютерна програма визначає значення індексів сезонності, що усереднюють значення коефіцієнтів сезонності, взятих для кожного місяця (табл. 8.27).

Таблиця 8.27 - Індеси сезонності

№ з/п	Місяць	Індекс сезонності, %
1	Січень	109,06
2	Лютий	101,32
3	Березень	96,31
4	Квітень	99,75
5	Травень	107,86
6	Червень	92,97
7	Липень	99,22
8	Серпень	90,91
9	Вересень	90,59
10	Жовтень	91,06
11	Листопад	105,34
12	Грудень	115,64

Коефіцієнт сезонності – це відношення кожного фактичного значення (Y_{ϕ}) до розрахованого (по рівнянню тренду) значення (Y_1) для кожного періоду часу.

Індекс сезонності розраховується:

$$I_s = \sum K_s / K \quad (21)$$

де I_s – індекс сезонності;

K – кількість років;

K_s – коефіцієнт сезонності.

На основі отриманих даних будується хвиля сезонності, яка графічно показує зміну індесів сезонності за місяцями (рис. 8.2).

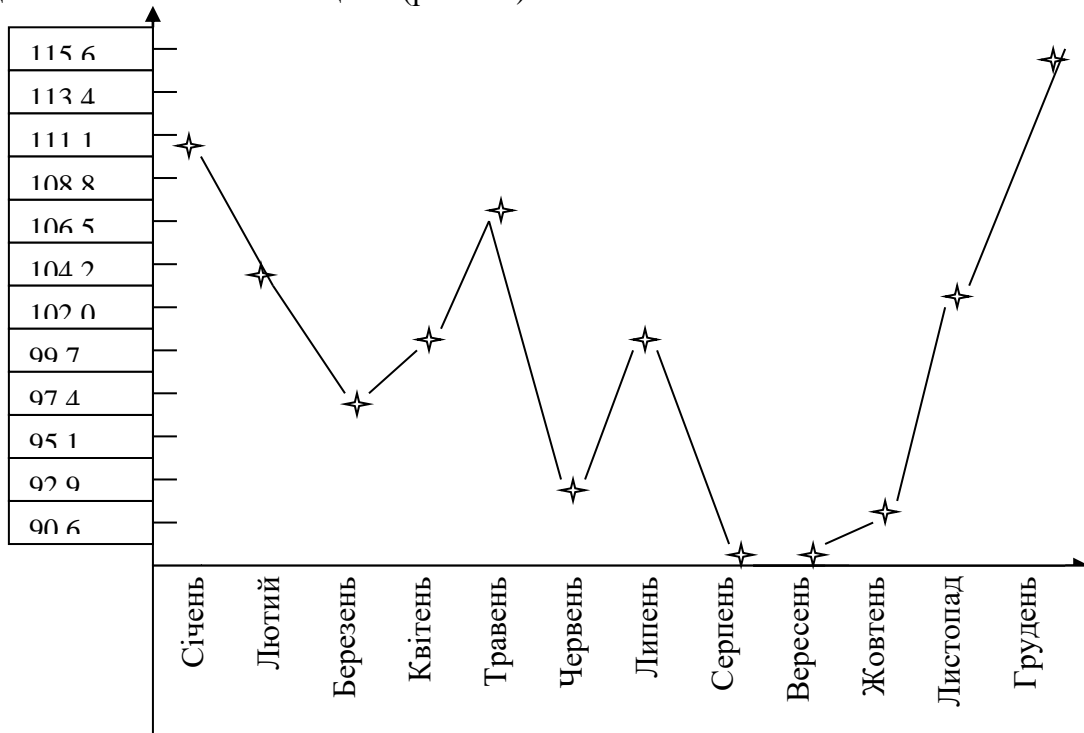


Рисунок 8.2 - Хвиля сезонності

Після визначення періоду прогнозування за відповідною комп'ютерною програмою розраховуються похибки прогнозу за місяцями (табл. 8.28).

Таблиця 8.28 - Показник похибки прогнозу

№ з/п	Місяць	Середня лінія	Середня відносна, %	Середня квадратична	Гранична при ймовірності 0,95
1	Січень	3,02	9,06	5,29	10,3761
2	Лютий	1,61	4,65	3,41	6,6748
3	Березень	1,32	3,71	3,12	6,1135
4	Квітень	1,28	3,68	2,44	4,7919
5	Травень	2,69	7,86	4,66	9,1413
6	Червень	2,47	7,03	4,93	9,6541
7	Липень	0,78	2,18	1,70	3,3323
8	Серпень	3,14	9,09	5,50	10,7747
9	Вересень	3,30	9,41	5,78	11,3209
10	Жовтень	3,13	8,94	5,43	10,6423
11	Листопад	4,24	11,97	7,44	14,5738
12	Грудень	5,53	15,64	9,59	18,7875

В табл. 8.29 за комп'ютерною програмою визначені прогнозні значення зміни показника по місяцях та їх довірчий інтервал.

Таблиця 8.29 - Прогнозні значення на рік

№ з/п	Місяць	Прогноз	Нижня межа	Верхня межа
1	Січень	41,02	38,00	44,05
2	Лютий	38,28	36,67	39,89
3	Березень	36,55	35,23	37,86
4	Квітень	38,02	36,74	39,30
5	Травень	41,29	38,60	43,98
6	Червень	35,74	33,27	38,22
7	Липень	38,31	37,53	39,09
8	Серпень	35,25	32,11	38,39
9	Вересень	35,28	31,97	38,58
10	Жовтень	35,61	32,47	38,74
11	Листопад	41,37	37,13	45,61
12	Грудень	45,60	40,07	51,14

7. Прогнозування на основі експертних оцінок

До числа якісних методів прогнозування, в результаті яких дається розгорнута оцінка майбутніх умов розвитку економічного процесу, відносять прогнозування на основі експертних оцінок.

Для реалізації даного методу добираються експертні оцінки аналітиків, до яких додаються орієнтири розвитку макро- і мезорівня господарювання (як індикатори у складі державних програм розвитку, програм регіонів та/або галузей).

Узагальнення ключових параметрів розвитку об'єкта дослідження у майбутньому доцільно здійснювати за формою табл. 8.30 (у прикладі період прогнозування становить 3 роки). Звертаємо увагу на необхідність добору як оптимістичних, так і песимістичних оцінок.

На заключному етапі узагальнюються результати прогнозування за комплексом якісних та кількісних методів (табл. 8.31). Результати прогнозування слід порівняти з досягнутими значеннями, описати допустимість таких змін.

Таблиця 8.30 - Прогнозний аналіз розвитку об'єкта дослідження на основі якісної оцінки

Показник	Оптимістичні очікування розвитку галузі (регіону), діапазон зростання у %								
	за оцінкою аналітиків галузі (регіону)			за державними програмами			мінімальна зміна	максимальна зміна	середня оптимізаційна оцінка
	1	2	3	1	2	3			

Продовження табл. 8.30

Показник	Песимістичні очікування розвитку галузі (регіону), діапазон зниження у %								
	за оцінкою аналітиків галузі (регіону)			за державними програмами			мінімальна зміна	максимальна зміна	середня песимістична оцінка
	1	2	3	1	2	3			

Продовження табл. 8.30

Показник	Середнє абсол. значення за роками			Середнє значення за рік	Темпи росту, %		Середній темп росту, % (прогноз на n+3 рік на основі рядів динаміки)
	n	n+1	n+2		n+1/n	n+2/n+1	

Таблиця 8.31 – Узагальнена прогнозна оцінка розвитку об'єкта дослідження за комплексом якісних та кількісних методів

Показник	Прогноз на n+3 рік на основі лінії тренду, %	Прогноз на n+3 рік на основі експоненційного згладжування, %	Прогноз на n+3 рік на основі інших методів, %	Середня оцінка прогнозової зміни на n+3 рік з урахуванням усіх методів та аналітичних очікувань

Таким чином, ретельний аналіз майбутньої ситуації дасть змогу суб'єкту господарювання сформулювати напрями та обмеження його діяльності, оцінити стратегію соціально-економічного розвитку, визначити напрямки удосконалення об'єкта дослідження.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

Базова

1. Афанасьев М.Ю. Исследование операций в экономике: модели, задачи, решения: учеб. пособ. / М.Ю. Афанасьев, Б.П. Суворов. - М.: ИНФРА-М, 2003. - 444 с.
2. Власов М.П. Моделирование экономических процессов / М.П. Власов, П.Д. Шимко. — Ростов н/Д : Феникс, 2005. - 409 с.
3. Григорук П.М. Багатомірне економіко-статистичне моделювання: навч. посіб. / П.М. Григорук. — Л.: Новий Світ-2000, 2011. — 148 с.
4. Жданов С.А. Экономические модели и методы в управлении / С.А. Жданов. - М.: Дело и сервис, 1998.
5. Замков О.О. Математические методы в экономике: учеб. / О.О. Замков, А.В. Толстопятенко, Ю.Н. Черемных. – М.: МГУ им. М.В.Ломоносова, Издательство «Дело и Сервис», 1999. – 368 с.
6. Заяць В.М. Методи, алгоритми та програмні засоби для моделювання і аналізу динаміки складних об'єктів і систем на основі дискретних моделей: монографія / В.М. Заяць. - Львів: Новий Світ-2000, 2009. - 400 с.
7. Касьяненко В.О. Моделювання та прогнозування економічних процесів: навч. посіб. / В.О. Касьяненко, Л.В. Старченко. — Суми: Університетська книга, 2006. — 185 с.
8. Колемаев В.А. Экономико-математическое моделирование. Моделирование макроэкономических процессов и систем: учебник для студентов вузов / В.А. Колемаев. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. - 295 с.
9. Кузин Б. Методы и модели управления фирмой / Б. Кузин, В. Юрьев, Г. Шагдинаров. – СПб.: Питер, 2001. – 432 с.
10. Ломкова Е.Н. Экономико-математические модели управления производством (теоретические аспекты): учеб. пособ. / Е.Н. Ломкова, А.А. Эпов. – Волгоград: ВолГТУ, 2005. – 67 с.
11. Малиш Н.А. Моделювання економічних процесів ринкової економіки: навч. посіб. / Н.А. Малиш. – К.: МАУП, 2004. - 120 с.
12. Порохня В.М. Моделювання багатомірних фінансово-господарських потоків: монографія / В.М. Порохня, Ю.О. Колісник. - Запоріжжя: ГУ "ЗІДМУ", 2007. - 192 с.
13. Розен В.В. Математические модели принятия решений в экономике: учеб. пособ. / В.В. Розен. – М.: Книжный дом «Университет», Высшая школа, 2002. – 288 с.
14. Стариков А. В. Экономико-математическое и компьютерное моделирование: учеб. пособ. / А.В. Стариков, И.С. Кущева. – Воронеж, 2008. - 132 с.
15. Томашевський О.М. Інформаційні технології та моделювання бізнес-процесів: навч. посіб. / О.М. Томашевський та ін. - К.: Центр учбової літератури, 2012. - 296 с.
16. Черноуцкий И.Г. Методы оптимизации в теории управления: учеб. пособ. / И.Г. Черноуцкий. — СПб.: Питер, 2004. - 256 с.
17. Шелобаев С.И. Математические методы и модели в экономике, финансах, бизнесе: учеб. пособ. / С.И. Шелобаев. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. - 367 с.

Допоміжна

18. Волошина С.В. Економіка праці: навч. посіб. / С.В. Волошина, Н.В. Чорноморченко, І.С. Чорноморченко. - Дніпропетровськ: Пороги, 2002. – 342 с.
19. Волошина С.В. Планування і контроль на підприємстві: навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисц. / С.В. Волошина. - Кривий Ріг: КЕІ КНУ, 2013. – 175 с.
20. Кузьмичов А.І. Економетрія. Моделювання засобами MS Excel: навч. посіб. / А.І. Кузьмичов, М.Г. Медведев. — К.: Ліра-К, 2011. — 214 с.
21. Методичні вказівки щодо використання ЕОМ в курсових і дипломних роботах.

Ч.1 / Укл. С.В. Волошина, О.М. Проволоцька, Л.Д. Костакова та ін. - Кривий Ріг: КЕІ КНЕУ, 2011. - 50 с.

22. Методичні вказівки щодо використання ЕОМ в курсових і дипломних роботах. Ч.2 / Укл. С.В. Волошина, О.М. Проволоцька, Л.Д. Костакова та ін. - Кривий Ріг: КЕІ КНЕУ, 2012. - 50 с.

23. Ситник К.Л. Імітаційне моделювання / К.Л. Імітаційне моделювання. — К.: КНЕУ, 1998. — 232с.

24. Экономико-математические методы и прикладные модели: учеб. пособ. / В.В. Федосеев, А.Н. Гармаш, Д.М. Дайитбегов и др.; Под ред. В.В. Федосеева. - М.: ЮНИТИ, 1999. - 391 с.

Інформаційні ресурси

25. Офіційний сайт Державного комітету статистики [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>

26. База даних компаній України [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.kompass.ua>

27. Портал української промисловості [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.minprom.com.ua>

28. Офіційний сайт Національної бібліотеки України імені В.І. Вернадського [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua>.

29. Научная электронная библиотека «Киберленинка» [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.cyberleninka.ru>

Навчальне видання

Волошина Світлана Василівна

Кафедра економіки

**КУРС ЛЕКЦІЙ З ДИСЦИПЛІНИ
МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ РІШЕНЬ**

Формат 60×84/8. Ум. др. арк. 2,0.

Донецький національний університет економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського
50042, Дніпропетровська обл.,
м. Кривий Ріг, вул. Курчатова, 13.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4929 від 07.07.2015 р.