

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

ЕКОНОМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра маркетингу

О. І. Зоріна, Т. В. Нескуба, О. М. Мкртичян

ПРОГНОЗУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ

Конспект лекцій

Харків – 2021

Зоріна О. І., Нескуба Т. В., Мкртичян О. М. Прогнозування транспортних послуг: Конспект лекцій. – Харків: УкрДУЗТ, 2021. – 64 с.

Вивчення основ прогнозування транспортних послуг допоможе сформувати у студентів знання основ, методів і прийомів прогнозування, а також необхідні навички щодо виконання робіт з розрахунку майбутніх показників діяльності транспортних підприємств.

У конспекті лекцій «Прогнозування транспортних послуг» розглядаються такі питання: теоретичні і методичні основи прогнозування економічного й соціального розвитку транспортних об'єктів, практичні підходи щодо виявлення перспектив найближчого або віддаленого майбутнього, а також основи розроблення оптимальних програм і планів діяльності транспортних підприємств на основі здійснених прогнозів.

Рекомендується для бакалаврів економічних спеціальностей усіх форм навчання.

Іл. 4, табл. 5, бібліогр.: 14 назв.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри маркетингу 27 квітня 2020 р., протокол № 11.

Рецензент

доц. О. В. Сиволовська

З М І С Т

Змістовий модуль 1. Теоретичні підходи до вивчення поняття економічного прогнозування і планування діяльності транспортних підприємств.....	5
Тема 1. Сутність та особливості прогнозування транспортних послуг в умовах ринкової економіки.....	5
1.1 Сутність поняття «прогноз» і «прогнозування».....	5
1.2 Взаємозв'язок понять «прогнозування» та «планування»..	7
1.3 Напрями та види прогнозування в ринковій економіці.....	9
1.4 Транспортні послуги як об'єкт прогнозування.....	10
Контрольні запитання за темою.....	11
Тема 2. Економічне прогнозування як інструмент пошуку альтернатив розвитку транспортних послуг.....	11
2.1 Поняття і зміст економічного прогнозування.....	11
2.2 Види економічного прогнозування.....	12
2.3 Джерела інформації та інструментарій економічного прогнозування.....	14
2.4 Класифікація методів економічного прогнозування.....	14
Контрольні запитання за темою.....	17
Тема 3. Організаційні аспекти реалізації процесу прогнозування транспортних послуг.....	17
3.1 Визначення етапів процесу прогнозування.....	17
3.2 Принципи аналізу транспортних послуг як об'єкта прогнозування.....	20
3.3 Вибір методу прогнозування.....	22
Контрольні запитання за темою.....	24
Тема 4. Використання інтуїтивних методів у прогнозуванні транспортних послуг.....	24
4.1 Сутність і види експертних методів прогнозування.....	24
4.2 Характеристика індивідуальних експертних методів.....	27
4.3 Зміст колективних експертних методів.....	28
4.4 Особливості проведення інших методів генерування ідей.	33
Контрольні питання за темою.....	34
Змістовий модуль 2. Використання формалізованих методів у прогнозуванні транспортних послуг.....	35
Тема 5. Екстраполяція на основі аналітичних показників рядів динаміки.....	35

5.1 Основні елементи і методи дослідження часових рядів.....	35
5.2 Сутність поняття «екстраполяція».....	39
5.3 Послідовність операцій при екстраполяції.....	40
Контрольні запитання за темою.....	41
Тема 6. Екстраполяція трендів.....	42
6.1 Характеристика простих методів екстраполяції тенденцій	42
6.2 Екстраполяція на основі простої середньої та визначення середнього темпу.....	43
6.3 Екстраполяція на основі експоненціального згладжування	47
Контрольні запитання за темою.....	
Тема 7. Побудова прогнозу на основі рівняння тренда.....	49
7.1 Визначення виду тренда.....	50
7.2 Визначення параметрів підібраних кривих.....	51
7.3 Прогнозна екстраполяція з використанням методу найменших квадратів.....	57
Контрольні запитання за темою.....	59
Тема 8. Поняття і суть моделювання як інструментарію прогнозування.....	59
8.1 Поняття і суть моделювання як інструментарію прогнозування.....	59
8.2 Методи математичного моделювання.....	60
Контрольні запитання за темою.....	63
Список літератури.....	63

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Теоретичні підходи до вивчення поняття економічного прогнозування і планування діяльності транспортних підприємств

ТЕМА 1. Сутність та особливості прогнозування транспортних послуг в умовах ринкової економіки

План

- 1.1 Сутність поняття «прогноз» і «прогнозування».
- 1.2 Взаємозв'язок понять «прогнозування» та «планування».
- 1.3 Напрямки та види прогнозування в ринковій економіці.
- 1.4 Транспортні послуги як об'єкт прогнозування.

1.1 Сутність поняття «прогноз» і «прогнозування»

Майбутнє завжди цікавило людство, оскільки інтерес до очікуваного завтра впливає з практичної потреби сьогодення.

Існують явища, майбутнє яких ми не знаємо, але вони мають важливе значення для прийняття рішень у сьогоденні. Отже, виникає необхідність прогнозувати ці явища.

Людина в житті завжди стикається з проблемою невизначеності. Наприклад, при визначенні погоди, встановленні рівня доходів, який би покривав витрати, і т. ін.

Оскільки повністю усунути невизначеність неможливо, то необхідно знайти найкращий вихід при ухваленні рішення та мінімізувати саму невизначеність. У такому випадку прогнозування виступає як один з інструментів процесу мінімізації ступеня невизначеності.

Управління економічною діяльністю підприємства в ринкових умовах має потребу в прийнятті оптимальних рішень, тому що ціна потенційного збитку для підприємства і суспільства від прийняття необґрунтованих рішень на ринку зростає. Чим вище рівень прогнозів, тим ефективніші прийняті рішення. Прогноз надає інформацію для вибору оптимального рішення.

Під прогнозом розуміється науково обґрунтоване судження про можливі стани об'єкта в майбутньому, тенденції його розвитку. Процес розроблення прогнозів називається прогнозуванням.

Прогнозування є сполучною ланкою між теорією і практикою у всіх сферах громадського життя.

Воно може розглядатися у двох аспектах [1, 4]:

- передбачення;
- вказівки.

Передбачення припускає опис можливих перспектив, станів, рішень проблем майбутнього на основі використання інтуїції, життєвого досвіду і спеціальних наукових досліджень.

Вказівка являє собою визначення можливих шляхів досягнення поставленої мети, тобто використання інформації про майбутнє в цілеспрямованій діяльності для прийняття рішень. Вказівку можна розглядати як виявлення варіантів розпорядження.

Наукова дисципліна про закономірності розроблення прогнозів називається прогностикою.

У прогнозуванні розрізняють два аспекти: теоретико-пізнавальний і управлінський.

Прогнозування пов'язане з більш широким поняттям – «передбачення».

Передбачення поділяється на наукове і ненаукове (інтуїтивне, повсякденне та релігійне — псевдопередбачення).

Наукове передбачення базується на знаннях закономірностей розвитку природи, суспільства та мислення; *інтуїтивне* — на передчуттях людини; *повсякденне* — на так званому життєвому досвіді, пов'язаному з аналогіями, прикметами тощо; *релігійне* передбачення ще називають пророцтвом, тобто вірою в надприродні сили, забобони та ін. Проте така класифікація не є остаточною та беззаперечною [8].

Враховуючи вищенаведене, можна дати визначення поняттю прогнозування – наукове, обґрунтоване системою встановлених причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей виявлення стану та вірогідних шляхів розвитку явищ і процесів.

Наукове передбачення має три форми: гіпотеза, прогноз і план [1].

Гіпотеза є науковим передбаченням на рівні загальної теорії. Вона будується (висувається) на основі відомих теорій,

закономірностей розвитку об'єктів. Гіпотеза дає якісну характеристику можливих наслідків.

Прогноз порівняно з гіпотезою має значно більш точну визначеність, оскільки засновується не тільки на якісних, але і кількісних параметрах і тому дозволяє характеризувати майбутній стан об'єкта і з якісного, і з кількісного боків. Прогноз відрізняється від гіпотези більшою визначеністю і вірогідністю. У той же час прогнозна оцінка стану об'єкта в майбутньому не є однозначною, жорсткою, безперечною. Вона носить вірогідний характер.

План являє собою постановку точно визначеної мети і, найчастіше, одноваріантне розпорядження щодо конкретних, детальних подій (заходів) при досягненні цієї мети. У плані встановлюються шляхи і засоби вирішення завдань. Головною відмітною рисою плану є визначеність, конкретність і директивність завдань, що виконуються у встановленій послідовності.

Планування – це передбачення кількісного і якісного розвитку об'єкта в найбільш конкретній, визначеній і частіше за все одноваріантній формі.

Таким чином, між гіпотезою, прогнозом і планом існує нерозривний діалектичний зв'язок. Гіпотеза (припущення) дає найбільш загальну характеристику розвитку об'єкта і являє собою джерело інформації для укладання прогнозу; прогноз уточнює гіпотезу, характеризує з визначеною імовірністю кількісний і якісний стан об'єкта в майбутньому; план конкретизує один із варіантів прогнозу, устанавлюючи чіткі однозначні завдання (директиви) для досягнення поставленої мети, послідовність і терміни їх виконання.

1.2 Взаємозв'язок понять «прогнозування» та «планування»

Планування – це елемент системи управління, інформаційний процес формування інформації про майбутній стан об'єкта управління.

Всі елементи управління перебувають у взаємозв'язку, і сам процес управління є безперервним (рисунком 1) [8].

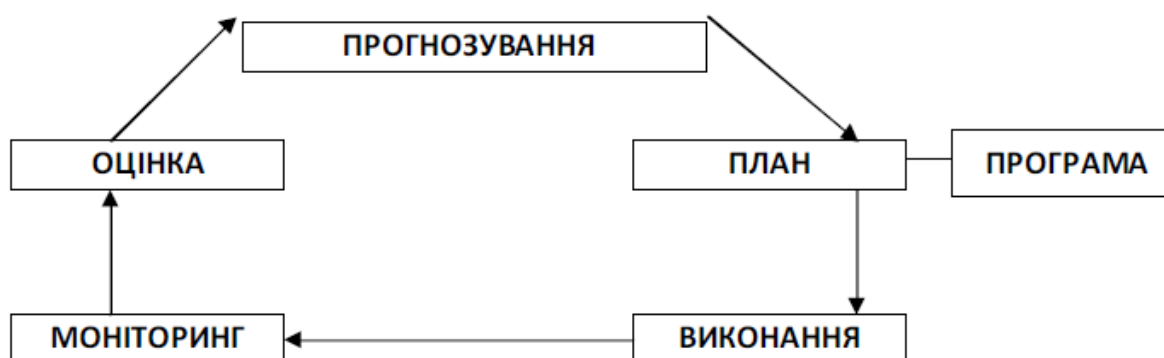


Рисунок 1 – Взаємозв'язок елементів процесу управління

Найтісніший зв'язок існує між прогнозуванням і плануванням. Прогноз і план взаємно доповнюють один одного. Звичайно прогноз попереджує план і є інформаційною базою для його розроблення. Однак прогнозування може проводитися під час розроблення плану і здійснюватися після цього (прогнозування наслідків прийнятого в плані рішення, прогнозування виконання окремих етапів довгострокового плану і т. п.)

У той же час між прогнозом і планом існують визначені відмінності. Основна з них полягає в тому, що прогноз носить вірогідний, а план директивний характер. Прогноз розглядає альтернативний розвиток об'єкта, а план – це однозначне рішення, чітка структура і визначена послідовність дій. Хоча прогнозування і являє собою дослідницьку базу для планування, однак методологія і методи прогнозування багато в чому відрізняються від планування методів.

Крім того, істотна відмінність прогнозування від планування полягає в тому, що, незважаючи на тісний взаємозв'язок, прогнозування може існувати самостійно. Так, у сфері громадського життя існують явища, які неможливо або вкрай важко планувати, але вони відносно легко піддаються прогнозуванню. До них належать демографічні процеси, попит на товари народного споживання і послуги, виробництво сільськогосподарської продукції, розвиток присадибних господарств, розвиток фундаментальної науки та ін.

Відмінні риси між прогнозуванням і плануванням, які існують, обумовлені різницею в їхніх функціях і завданнях.

Завдання планування – це визначення чіткого порядку, послідовності здійснення наміченої на конкретний період програми (роботи) із зазначенням її цілей, змісту, обсягів робіт, методів і засобів, послідовності і термінів виконання.

Завдання прогнозування полягає в тому, щоб створити наукові передумови для прийняття планових рішень. Ці передумови включають:

- науковий аналіз тенденцій розвитку досліджуваного об'єкта;
- багатоваріантне передбачення тенденцій можливого розвитку об'єкта;
- оцінювання можливих наслідків прийнятих рішень.

1.3 Напрями та види прогнозування в ринковій економіці

У сучасному періоді прогнозування все ширше входить практично в усі сфери розвитку суспільства.

Всі прогнози можна об'єднати у три групи [1, 2, 3]: природознавчі, науково-технічні і суспільствознавчі (соціально-економічні).

Природознавча група охоплює метеорологічні, гідрологічні, геологічні, біологічні, астрономічні тощо прогнози розвитку природи.

Науково-технічні прогнози дають вірогідні оцінки можливих напрямів і результатів розвитку науки і техніки в майбутньому. Вони охоплюють перспективи створення нових знарядь праці, технологічних процесів, енергоресурсів, розвиток нових напрямів у фундаментальних і прикладних науках і т. п.

Суспільствознавчі прогнози охоплюють групи соціально-економічних, суспільно-політичних, національно-культурних, демографічних, державно-правових прогнозів.

У свою чергу *науково-технічні прогнози* мають три напрями:

1) прогнози розвитку науки як однієї з важливих сфер діяльності людини, основних фундаментальних, прикладних досліджень, які можуть бути найбільш прогресивними на перспективний період;

2) прогнози розвитку та впровадження науково-технічного прогресу в галузях економіки країни;

3) визначення соціальних наслідків науково-технічного прогресу в різних галузях наукового життя.

Таким чином, методологічною основою прогнозування є теорія пізнання світу, а також визнання загального зв'язку і взаємозалежності явищ природи і суспільства.

Отже, для з'ясування можливостей прогнозування транспортних послуг необхідним є визначення особливостей їх виникнення та надання.

1.4 Транспортні послуги як об'єкт прогнозування

Транспортування – діяльність, метою якої є переміщення в просторі. Аналізуючи цей вид діяльності, можна зауважити, що він ґрунтується на платному наданні послуг, які дають ефект у вигляді переміщення людей і вантажів, а також надання супутніх послуг.

З економічного погляду транспортування – це виробничий процес, завдяки якому в умовах обмежених засобів забезпечується переміщення осіб, вантажів, енергії в просторі з метою задоволення індивідуальних і групових потреб. Отже, якщо транспортування є виробничим процесом, то в результаті виникає продукт, який у цьому випадку є транспортною послугою.

Для того щоб реалізувати цю послугу, необхідно безліч елементів, таких як транспортні засоби, інфраструктура, кваліфікований персонал, і правил, згідно з якими транспортні послуги надаються. Усі ці елементи формують транспортну систему, під якою розуміють сукупність взаємопов'язаних чинників, що містять згадані елементи.

Отже, надання транспортних послуг пов'язане з виробничими процесами підприємств транспортного ринку.

У попередніх підрозділах лекції нами з'ясовано, що прогнозування ґрунтується на основі аналізу минулих і сучасних тенденцій розвитку підприємства, обліку нових чинників, що виникають зараз та очікуваних у майбутньому, тобто прогноз має давати «набір» можливих варіантів розвитку виробництва в майбутньому.

Таким чином, в управлінні виробництвом основним процесом є ухвалення рішення. Рішення – це основа управління, по суті вибір альтернатив. Отже, для пошуку оптимальних альтернатив розвитку транспортних послуг використовуються методи економічного прогнозування, основним завданням якого на підприємстві і є розроблення та аналіз перспектив розвитку.

Контрольні запитання за темою

- 1 Яка наука вивчає особливості розроблення прогнозів?
- 2 Назвіть основні аспекти прогнозування.
- 3 На які групи поділяється передбачення?
- 4 Визначте взаємозв'язок між поняттями «гіпотеза», «прогноз» і «план».
- 5 Назвіть загальні риси та відмінності прогнозування й планування.
- 6 На які групи поділяються прогнози?
- 7 У чому полягають особливості транспортних послуг?

ТЕМА 2. Економічне прогнозування як інструмент пошуку альтернатив розвитку транспортних послуг

План

- 2.1 Поняття і зміст економічного прогнозування.
- 2.2 Види економічного прогнозування.
- 2.3 Джерела інформації та інструментарій економічного прогнозування.
- 2.4 Класифікація методів економічного прогнозування.

2.1 Поняття і зміст економічного прогнозування

Одним із найважливіших напрямів суспільствознавчого прогнозування є економічне прогнозування – наукова економічна дисципліна, об'єктом дослідження якої є процес суспільного виробництва, а предметом – визначення можливих станів

економічних об'єктів у майбутньому, дослідження закономірностей їх розвитку, а також способів розроблення економічних прогнозів.

Прогнозування економічного розвитку являє собою процес розроблення економічних прогнозів, заснований на наукових методах пізнання економічних явищ і використанні всієї сукупності методів прогнозування.

Економічний прогноз – це система вірогідних оцінок розвитку економіки в майбутньому.

Економічне прогнозування виконує ряд функцій [6]:

- науковий аналіз економічних, соціальних, науково-технічних процесів і тенденцій;
- дослідження об'єктивних зв'язків соціально-економічних явищ розвитку систем різного рівня складності в конкретних умовах визначеного періоду;
- оцінювання об'єкта прогнозування;
- виявлення альтернатив розвитку економіки та соціального розвитку;
- накопичення наукового матеріалу для обґрунтування вибору визначених рішень.

Таким чином, основними завданнями економічного прогнозування є [9]:

- з'ясування перспективи розвитку економіки в найближчому або більш віддаленому майбутньому, спираючись на дійсність;
- сприяння виробленню оптимальних поточних і перспективних планів (програм), спираючись на складений прогноз і оцінку можливих наслідків прийнятих рішень.

2.2 Види економічного прогнозування

Економічні прогнози розрізняються за масштабом прогнозування, часом випередження, характером об'єкта прогнозування, функціональною ознакою [1].

За масштабом прогнозування прогнози поділяються на макроекономічні (народногосподарські); структурні (міжгалузеві, міжрегіональні, галузеві); регіональні, прогнози розвитку підприємств, об'єднань (мікроекономічні).

За часом (періодом) випередження прогнози поділяються на оперативні (до 1 місяця), короткострокові (від 1 місяця до року), середньострокові (від 1 до 5 років), довгострокові (від 5 до 15-20 років). Під періодом випередження розуміється час від моменту, для якого є останні статистичні дані про досліджуваний об'єкт, до моменту, до якого належить прогноз.

Угрупування економічних прогнозів залежно від характеру досліджуваних об'єктів обумовлені дослідженням різних аспектів народногосподарської діяльності. Так, на макроекономічному рівні можна виділити такі прогнози: розвиток виробничих відносин, науково-технічного прогресу, динаміки народного господарства, відтворення і використання трудових ресурсів, відтворення основних фондів, рівня життя, чисельності населення і т. п.

За функціональною ознакою (напрямами прогнозування) виділяються два основних типи економічних прогнозів: пошуковий і нормативний.

Пошуковий прогноз заснований на умовному продовженні в майбутнє тенденцій розвитку об'єкта, що склалися в минулому і зараз. Його завдання – з'ясувати, як буде розвиватися досліджуваний об'єкт при збереженні існуючих тенденцій, і спробувати врахувати вплив можливих чинників на зміну діючих тенденцій.

Нормативний прогноз, на відміну від пошукового, розробляється на базі заздалегідь визначених цілей. Його завдання – визначити шляхи і терміни досягнення можливих станів об'єкта прогнозування в майбутньому.

Пошуковий прогноз відповідає на питання: що вірогідніше за все відбудеться з досліджуваним об'єктом у майбутньому?

Нормативний прогноз відповідає на питання: якими шляхами вірогідніше за все досягти поставленої мети?

Таким чином, основна різниця між пошуковим і нормативним прогнозом полягає в тому, що пошуковий прогноз відштовхується від минулого і теперішнього, а нормативний відштовхується від заданої мети в майбутньому.

2.3 Джерела інформації та інструментарій економічного прогнозування

Вірогідність прогнозів багато в чому визначається об'єктивністю інформації, що використовується. Розрізняють три основних джерела прогнозованої інформації [5]:

- накопичений досвід, заснований на глибокому знанні закономірностей протікання і розвитку досліджуваних об'єктів, явищ, процесів;

- екстраполяція існуючих тенденцій, закон розвитку яких у минулому і зараз досить відомий і формалізований;

- побудова моделей прогнозованих об'єктів стосовно умов, що очікуються.

Залежно від джерел інформації, що використовуються, існують три способи економічного прогнозування, які взаємно доповнюють один одного [8]:

- експертний, заснований на попередньому зборі, обробці і систематизації інформації досвідчених фахівців (експертів) шляхом анкетування, опитування і т. п., а також на судженнях експертів щодо поставленого завдання і прогнозу;

- екстраполяції, заснований на вивченні закономірностей розвитку об'єкта в минулому і зараз і перенесенні цієї тенденції в майбутнє;

- моделювання, заснований на дослідженні і розробленні пошукових і нормативних моделей прогнозованого об'єкта, що відповідають очікуванню або наміченим змінам у його стані.

Високий ступінь точності прогнозів може бути забезпечений лише при спільному використанні перерахованих джерел інформації і способів прогнозування.

2.4 Класифікація методів економічного прогнозування

Під методами економічного прогнозування розуміється сукупність прийомів і способів мислення, що дозволяють на основі дослідження й аналізу даних про минуле (ретроспективних) і теперішнє, а також зовнішніх і внутрішніх зв'язків об'єкта прогнозування вивести судження про вірогідний розвиток об'єкта в майбутньому.

Нині нараховується понад 150 різних методів прогнозування, однак на практиці використовується як основні 15-20.

Найважливішою класифікаційною ознакою основних методів прогнозування є ступінь їх формалізації.

На рисунку 2 надано класифікацію методів економічного прогнозування за ступенем їх формалізації.

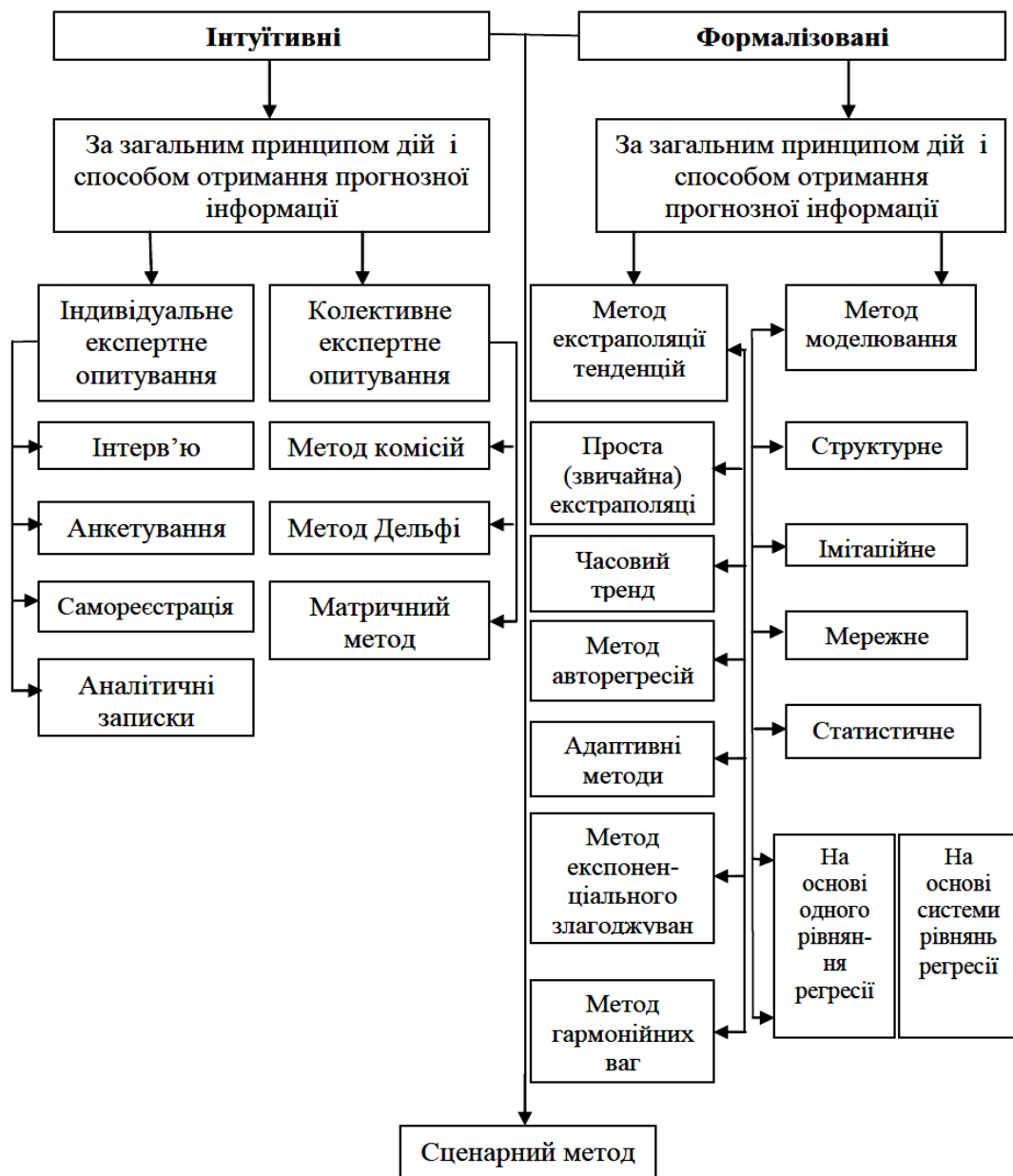


Рисунок 2 – Класифікація методів прогнозування

За ступенем формалізації методи економічного прогнозування поділяються на інтуїтивні і формалізовані. Інтуїтивні методи використовуються у випадку неможливості кількісного оцінювання окремих явищ (процесів) або неможливості врахування багатьох чинників через складність об'єктів. Ці методи базуються на використанні експертних оцінок. За їх допомогою встановлюється ступінь складності і актуальності проблеми, визначаються основні цілі та критерії, виявляються найбільш важливі чинники і взаємозв'язок між ними, вибираються альтернативи, яким віддають найбільші переваги. Відомі в основному два види експертних оцінок: індивідуальні та колективні (групові).

Методи екстраполяції тенденції ґрунтуються на припущенні про незмінність чинників, які визначають розвиток об'єкта, що досліджується, і полягають у розповсюдженні закономірностей розвитку об'єкта в минулому на його майбутнє. Їх можна умовно поділити на прості та складні.

Перші базуються на використанні аналітичних показників динамічних рядів, другі – на використанні статистичних формул.

Складні методи екстраполяції тенденції у свою чергу можна поділити на трендові (аналітичні криві зростання) і адаптивні.

Адаптивні методи прогнозування засновані на тому, що у процесі реалізації їх здійснюється обчислення послідовних у часі значень прогнозованого показника з урахуванням ступенів впливу попередніх рівнів. До них належать методи експоненціального згладжування, метод гармонійних вагів, метод авторегресивних перетворень.

В основу аналітичних методів (кривих зростання) прогнозування закладений принцип отримання за допомогою методу найменших квадратів оцінки детермінованої компоненти, яка характеризує основну тенденцію.

Особливе місце в сучасному прогнозуванні займає статистичне моделювання – однофакторне і багатофакторне.

Крім того, методи прогнозування на основі статистичного моделювання можуть бути поділені на дві великі групи: прогнозування на основі поодиноких рівнянь регресії і прогнозування на основі системи рівнянь взаємопов'язаних рядів динаміки.

Сценарний метод прогнозування базується на застосуванні комплексу методів, включаючи експертні оцінки, трендові та інші.

Контрольні запитання за темою

- 1 Що являє собою економічне прогнозування?
- 2 Які функції виконує економічне прогнозування?
- 3 Охарактеризуйте види економічного прогнозування за масштабом прогнозування.
- 4 У чому полягає сутність пошукового прогнозу?
- 5 Які групи джерел прогнозної інформації використовуються в практичній діяльності?
- 6 Назвіть основні способи економічного прогнозування залежно від джерел інформації.
- 7 Що є найважливішою класифікаційною ознакою основних методів прогнозування?

ТЕМА 3. Організаційні аспекти реалізації процесу прогнозування транспортних послуг

План

- 3.1 Визначення етапів процесу прогнозування.
- 3.2 Принципи аналізу транспортних послуг як об'єкта прогнозування.
- 3.3 Вибір методу прогнозування.

3.1 Визначення етапів процесу прогнозування

Процес прогнозування транспортних послуг складається з окремих етапів.

Етап прогнозування являє собою частину процесу розроблення прогнозів, що характеризується своїми завданнями, методами і результатами.

Перед процесом прогнозування та розроблення рекомендацій для управління даними, що будуть отримані в результаті

прогнозування, обов'язково проводиться передпрогнозна орієнтація [8].

На етапі передпрогнозних досліджень формують первинний опис об'єкта прогнозування, завдання на прогноз, відбувається підготовка наступного етапу.

Прогностичне дослідження починають з розроблення завдання на прогноз, що здійснюється, як правило, у тісному співробітництві замовника й виконавця.

Завдання на прогноз – документ, що визначає цілі і завдання прогнозу і регламентуючий порядок його розроблення. Завдання має містити мотивацію розроблення прогнозу з переліком виконавців.

При значній кількості виконавців складається координаційний план, затверджуваний замовником. Він містить перелік організацій, зайнятих розробленням окремих прогнозів або допоміжних тем, визначає порядок їх взаємодії, завдання, поставлені перед кожним співвиконавцем, терміни їх виконання і порядок передачі результатів, вартість робіт і порядок фінансування співвиконавців.

Завдання на прогноз і координаційний план є основними документами для всіх організацій у процесі розроблення прогнозу, після затвердження яких здійснюється певна поетапність робіт, що в кожному конкретному прогнозі може змінюватись, але загалом містить три основні стадії [8].

1 Прогнозна ретроспекція – етап прогнозування, на якому досліджують історію розвитку об'єкта прогнозування і прогнозного фону з метою одержання їх систематизованого опису. На стадії ретроспекції вирішують такі завдання: формування опису об'єкта прогнозу в минулому; остаточне формулювання й уточнення завдання прогнозування.

Стадія ретроспекції містить такі роботи:

1) передпрогнозний аналіз об'єкта. Виходячи з завдання на прогноз і попереднього дослідження об'єкта уточнюють перелік характеристик і параметрів об'єкта, що розглядають у даному завданні, дають попередні оцінки їх важливості і взаємних зв'язків;

2) визначення й оцінювання джерел інформації, порядок організації і робота з ними. Остаточне формулювання постановки завдання;

3) збір ретроспективної інформації і формування бази даних для проведення практичних розрахунків.

2 Прогнозний діагноз – етап прогнозування, на якому досліджують систематизований опис об'єкта прогнозування і прогнозного фону з метою виявлення залежностей.

На стадії діагнозу вирішуються такі завдання:

- розроблення моделі об'єкта прогнозу;
- вибір методу прогнозування.

На цій стадії існують чотири основних етапи дослідження:

1) створення формалізованого опису об'єкта – його математична модель;

2) визначення поточних значень характеристик об'єкта на основі джерел інформації, перевірка ступеня адекватності моделі об'єкта прогнозу;

3) вибір методу прогнозування, адекватного класифікації об'єкта, характеру його розвитку і завданню прогнозу;

4) обирання комп'ютерних програм, що забезпечують процес прогнозування.

3 Проспекція – етап прогнозування, на якому за результатами діагнозу розробляють прогнози об'єкта прогнозування і прогнозного фону, оцінюють вірогідність і точність прогнозу.

Стадія проспекції передбачає одержання результатів прогнозу на основі усіх попередніх етапів. Основні її кроки [8]:

1) проведення розрахунку прогнозних параметрів на заданому періоді упередження;

2) узгодження та синтез окремих прогнозів відповідно до прийнятих правил;

3) верифікація прогнозу і з'ясування ступеня його точності.

Така етапність у розробленні прогнозів характерна для методів прогнозування, заснованих на математичному моделюванні об'єктів. У випадку експертних методів прогнозування склад і зміст етапів дещо змінюється.

Завершується розроблення прогнозу, як правило, рекомендаціями щодо прийняття рішень. Після закінчення

визначеного часу проводять експертизу прогнозу, а за її результатами – доопрацювання прогнозу і рекомендацій.

3.2 Принципи аналізу транспортних послуг як об'єкта прогнозування

На точність розроблюваного прогнозу розвитку транспортних послуг значний вплив має повнота і якість проведеного аналізу їхніх тенденцій.

При аналізі транспортних послуг як об'єкта прогнозування треба дотримуватися певних принципів [9], наведених на рисунку 3.



Рисунок 3 – Принципи прогнозування транспортних послуг

Принцип системності прогнозування припускає дослідження кількісних і якісних закономірностей в економічних системах, побудову такого логічного ланцюжка дослідження, відповідно до якого процес розроблення й обґрунтування будь-якого рішення відштовхується від визначення загальної мети системи і підпорядкування цієї мети діяльності всіх підсистем, що входять до неї. Водночас ця система розглядається як частина більшої системи, що також складається з певної кількості підсистем.

Принцип наукової обґрунтованості означає, що в прогнозах усіх рівнів усебічне врахування вимог об'єктивних економічних законів має базуватися на застосуванні наукового інструментарію та глибокому вивченні досягнень вітчизняної і закордонної практики формування прогнозів. Прогнозування має будуватися на широкому використанні методик і моделей як умови наукового формування прогнозів окремих блоків комплексної системи, їх обґрунтованості, дієвості й своєчасності.

Принцип безперервності потребує коригування прогнозу з надходженням нових даних про об'єкт прогнозування. Коригування прогнозів повинно мати дискретний характер, причому оптимальні терміни відновлення прогнозів можуть бути виявлені тільки за результатами практичного використання.

Принцип адекватності прогнозу об'єктивним закономірностям характеризує не тільки процес виявлення, а й оцінювання стійких тенденцій і взаємозв'язків у розвитку виробництва і створенні теоретичного аналога реальних економічних процесів з повною і точною імітацією. Реалізація цього принципу припускає урахування імовірнісного, стохастичного характеру реальних процесів. Це означає необхідність оцінювання сформованих, що можуть мати місце, відхилень і визначення можливої сфери їх розбіжності.

Принцип альтернативності прогнозування пов'язаний із можливістю розвитку народногосподарського комплексу та його окремих ланок за різними траєкторіями, при різних взаємозв'язках і структурних співвідношеннях. При переході від імітації сформованих процесів і тенденцій до передбачення їхнього майбутнього розвитку виникає необхідність побудови альтернатив, тобто визначення одного з двох чи кількох можливих, а найчастіше і протилежних, взаємовиключних шляхів розвитку.

Принцип цілеспрямованості визначає активний характер прогнозування, оскільки зміст прогнозу не зводиться лише до передбачення, а включає і мету, що має бути досягнута в економіці шляхом активних дій органів державної влади та управління.

3.3 Вибір методу прогнозування

Якість прогнозу багато в чому залежить від правильного вибору методу прогнозування.

Вибір методу прогнозування ґрунтується насамперед на необхідності забезпечення функціональної повноти, достовірності і точності прогнозу, а також на необхідності зменшити затрати часу і грошові засоби на процес прогнозування економічного розвитку. Він залежить від таких чинників: цілі прогнозу, його завдання; періоду, на який формується прогноз; специфіки об'єкта прогнозування (а саме його динамічної характеристики ринкового середовища функціонування, складності, масштабності); вірогідності, повноти і характеру вихідної інформації про об'єкт прогнозування; обмежувальних чинників прогнозування (ресурсів, алгоритмів, програми і т. ін.); вимог до результатів прогнозування.

Всі перелічені чинники, що впливають на вибір методу прогнозування, мають розглядатися в системній єдності та певній послідовності, визначеній стосовно об'єкта прогнозування. Але це не означає, що всі перераховані вище чинники мають бути обов'язково враховані. Якщо окремі з них визначаються як несуттєві в умовах конкретного прогнозованого об'єкта (явища), то вони можуть бути вилучені з розгляду або не враховуватися.

Щоб прогноз був правильним, він має бути достовірним. Достовірність прогнозу можна оцінити лише тоді, коли прогнозоване явище відбудеться. У цьому випадку виникають дві проблеми: як оцінити якість прогнозу до його реалізації і чи можна вважати достовірним прогноз, що не справдився. Однозначної відповіді на ці питання дати не можна, оскільки все залежить від того, яке рішення було прийнято на основі розробленого прогнозу і контрольованості ситуації, у якій функціонує об'єкт.

Для оцінювання вірогідності і точності (обґрунтованості) прогнозу використовують поняття верифікації і якості прогнозу [10].

Верифікація – це сукупність критеріїв, способів і процедур, що дають можливість на основі всебічного аналізу оцінювати якість отриманого прогнозу.

Якість прогнозу – це сукупність таких характеристик прогнозу, що у комплексі дають змогу зробити його ефективним і корисним в управлінні, забезпечують отримання достовірного опису об'єкта на визначену перспективу і можливість достовірного використання прогнозних результатів для процедури управління. Поняття якості прогнозу розглядають подвійно: у рамках самого прогнозу і за результатами використання прогнозу для управління.

Застосовувані нині методи верифікації прогнозу переважно оперують суто статистичними процедурами, що зводяться до оцінювання довірчих інтервалів розрахункових прогнозних значень. При цьому передбачаються два види помилок: помилки, зумовлені інформацією чи описом об'єкта, і помилки безпосередньо вибору методу прогнозування.

Верифікація найбільш доцільна на завершальній стадії розроблення прогнозів.

При використанні простих (нескладних) прийомів розроблення економічного прогнозу для верифікації найчастіше використовують експертні опитування.

У більш складних прогнозних розрахунках необхідно скористатися спеціальною процедурою верифікації, яка охоплює такі дії [10, 11]:

- 1) розроблення прогнозу з використанням інших альтернативних методів (пряма верифікація);
- 2) зіставлення прогнозних показників з отриманими з інших джерел інформації (опосередкована верифікація);
- 3) перевірка розробленого прогнозу на ретроспективному періоді (інверсна верифікація);
- 4) аналітичне або логічне виведення паралельного прогнозу з раніше отриманих прогнозів (консеквентна верифікація);
- 5) додаткове опитування експертів та порівняння з висновками компетентних спеціалістів і прогнозистів (верифікація експертом);
- 6) спростування критичних зауважень опонентів (верифікація опонентом);
- 7) виявлення та облік можливих помилок (верифікація помилок);

8) побудова умовних підмоделей, еквівалентних проектній повній моделі, у типових для неї ситуаціях чи середовищі (часткова цільова верифікація).

Слід зазначити, що досконалих прогнозів з погляду їхньої реалістичності нема, тому проблема верифікації є актуальною і важливою, оскільки дає можливість наблизити прогнозні та фактичні (у результаті їх реалізації) значення досліджуваних економічних процесів.

Контрольні запитання за темою

- 1 Що таке «етап прогнозування»?
- 2 У чому важність передпрогнозної орієнтації?
- 3 Що являє собою завдання на прогноз?
- 4 Для чого складається координаційний план?
- 5 Що передбачає етап прогнозної ретроспекції?
- 6 Які завдання вирішуються на етапі прогнозного діагнозу?
- 7 Які дії передбачає етап проспекції?
- 8 Що таке верифікація прогнозу та якість прогнозу?

ТЕМА 4. Використання інтуїтивних методів у прогнозуванні транспортних послуг

План

- 4.1 Сутність і види експертних методів прогнозування.
- 4.2 Характеристика індивідуальних експертних методів.
- 4.3 Зміст колективних експертних методів.
- 4.4 Особливості проведення інших методів генерування ідей.

4.1 Сутність і види експертних методів прогнозування

Методи експертних оцінок – це спосіб прогнозування та оцінювання майбутніх результатів дій на основі прогнозів фахівців.

При застосуванні методу експертних оцінок проводиться опитування спеціальної групи експертів (5–7 осіб) з метою визначення певних змінних величин, необхідних для оцінки досліджуваного питання. До складу експертів слід включати людей з різними типами мислення – образним і словесно-логічним, що сприяє успішному вирішенню проблеми.

Залучені експерти можуть висловити свою думку щодо найкращих способів мобілізації резервів, залучення інвестицій, термінів досягнення поставлених завдань, критеріїв відбору оптимальних варіантів рішення тощо.

Необхідною умовою ефективного застосування методів експертної оцінки є достатня обізнаність експерта з досліджуваною проблемою, високий рівень ерудиції, здатність його давати чіткі вичерпні відповіді, до того ж експромтом. Крім того, експерт не повинен бути зацікавленим у тому чи іншому варіанті вирішення поставленої перед ним проблеми. Експерти підбираються за ознакою їхнього формального професійного статусу – посади, наукового ступеня, стажу роботи і т. ін. Такий підбір сприяє тому, що до експертів потрапляють високопрофесійні, з великим практичним досвідом у даній галузі, спеціалісти.

Отже, методи експертної оцінки вимагають ретельної підготовки експертів, робота яких містить [13]:

- 1) чітке визначення мети і завдань, а в деяких випадках об'єднання та систематизація висновків;
- 2) набір достатньо компетентних незалежних експертів у сфері відповідних об'єктів;
- 3) обговорення питання в групі експертів чи виключення безпосереднього спілкування між ними;
- 4) надання учасникам експертизи на кожному наступному етапі результатів і висновків попереднього етапу. Це дає змогу зробити певні висновки, які поділяють більшість експертів;
- 5) вибір оптимально прийнятних методів обробки висновків експертів;
- 6) точне формулювання підсумкових висновків в експертній роботі.

Метод експертних оцінок – це фактично метод прогнозування, основоположним критерієм якого є досягнення

згоди серед усіх членів експертної групи. Організаційно це виглядає так. Експерти, обізнані у взаємопов'язаних сферах діяльності, детально відповідають на питання анкети, пов'язаної з досліджуваною проблемою. Кожен з них фіксує свою думку про проблему, а потім повідомляє відповідь своїм колегам. У випадку розбіжності його прогнозу з думкою інших експерт зобов'язаний пояснити причину такої невідповідності. Далі процедура повторюється до тих пір, поки думки експертів не будуть однаковими. При цьому потрібно дотримуватися анонімності, що допомагає уникнути можливості групових роздумів над проблемною ситуацією.

Завдяки застосуванню експертних оцінок отримують два види інформації, на підставі якої вирішуються два види завдань різної значущості і на різних рівнях управління:

1 Інформація про поодинокі причинно-наслідкові зв'язки в конкретних умовах місця і часу. Здебільшого цю інформацію одержують у результаті опитування керівників виробничих підрозділів підприємства (бригадири, керівник відділення, начальник цеху) і працівників. Вона призначена для пошуку напрямів підвищення ефективності виробництва і реалізації продукції шляхом встановлення причин непродуктивного використання ресурсів і формування дієвих заходів щодо їх усунення.

2 Інформація про типові взаємозв'язки досліджуваних економічних явищ і процесів. Таку інформацію здатні надати тільки експерти високого класу, професіонали, глибоко обізнані з сутністю і закономірностями прояву вказаних явищ за різних умов господарювання.

Основними завданнями, найчастіше вирішуваними на практиці на основі отриманої від експертів інформації, є [13]:

– ранжування (впорядкування, розміщення в порядку зростання чи спадання) чинників і відповідних показників, що їх характеризують, за їхньою значущістю в розвитку досліджуваного явища, процесу;

– ранжування підприємств чи їхніх структурних виробничих підрозділів (бригад, цехів, ділянок) за рейтингом, в основу якого покладено сукупність різних показників, що характеризують

результати фінансово-господарської діяльності чи окремих її видів (фінансовий стан, рентабельність, платоспроможність тощо);

– попередня оцінка виконання плану за певним показником.

Цільовий аналіз, що ґрунтується на результатах експертних оцінок, здійснюється у декілька етапів:

1 Визначення мети дослідження.

2 Визначення необхідного кількісного та якісного складу групи експертів.

3 Створення групи експертів.

4 Визначення способу опитування.

5 Складання програми обстеження і анкети (аркуша) опитування.

6 Проведення опитування.

7 Зведення, групування та аналіз отриманої від експертів інформації.

8 Узагальнення результатів експертизи і розроблення можливих варіантів рішень для досягнення поставленої мети.

4.2 Характеристика індивідуальних експертних методів

Індивідуальні експертні методи засновані на використанні думок окремих експертів-фахівців відповідного профілю. До методів індивідуальних експертних оцінок належать [1]:

- **метод інтерв'ю** – припускає бесіду прогнозіста з експертом, у ході якої прогнозіст ставить перед експертом заздалегідь розроблені питання про перспективи розвитку прогнозованого об'єкта. При цьому здійснюється безпосередній контакт між прогнозістом і експертом за схемою за «питання-відповідь»;

- **аналітичний метод** – передбачає самостійну ретельну роботу експерта над глибоким логічним аналізом сформованих тенденцій розвитку об'єкта, оцінкою стану і визначенням шляхів подальшого розвитку прогнозованого об'єкта. При цьому експерт по можливості використовує всю наявну інформацію про об'єкт прогнозу. Своє розуміння експерт викладає у вигляді аналітичної доповідної записки;

- **метод написання сценарію** – це метод, за допомогою якого встановлюється логічна послідовність подій з метою

показати, як, виходячи з існуючої ситуації, може крок за кроком змінюватися стан об'єкта в майбутньому при різних умовах. Написання сценарію розвитку об'єкта в економічних прогнозах звичайно обмежується установленим відрізком часу. Основне призначення сценарію – визначення генеральної мети розвитку прогнозованого об'єкта, виявлення основних чинників, що можуть вплинути на його розвиток, формулювання критеріїв для оцінювання верхніх рівнів «дерева цілей». Сценарій відображує послідовність вирішення завдання, виявляє ймовірні перешкоди з тим, щоб прийняти рішення про можливе припинення або завершення робіт, що проводяться стосовно прогнозованого об'єкта. Сценарій служить підставою для отримання прогнозу стану об'єкта в майбутньому і містить ту вихідну інформацію, на підставі якої буде будуватися вся робота з прогнозування розвитку об'єкта. Тому розроблений сценарій необхідно ретельно аналізувати.

Для аналізу сценарію застосовується системний підхід, що забезпечує послідовний розгляд взаємозалежних компонентів прогнозованого об'єкта (явища, процесу), формуються цілі, критерії, розглядаються альтернативні рішення.

При аналізі об'єктів, у яких можна виділити декілька структурних або ієрархічних рівнів, будують «дерево цілей». У загальному вигляді «дерево цілей» – це схема, яка виражає відношення взаємозалежних проблем, обумовлених структурою об'єкта і потребуючих рішення для досягнення поставленої генеральної мети, цілей і підцілей нижніх рівнів. «Дерево цілей» будується шляхом послідовного виділення все більш дрібних компонентів на рівнях, що знижуються.

Найчастіше застосовуються метод інтерв'ю і аналітичний метод.

4.3 Зміст колективних експертних методів

Методи колективної експертної оцінки ґрунтуються на виявленні колективної думки експертів щодо перспектив розвитку об'єкта прогнозування. Загальні принципи методів колективної експертної оцінки для розроблення прогнозів

полягають у визначенні погодженості думок експертів щодо напрямів розвитку прогнозованого об'єкта в майбутньому.

Сутність методів колективної експертної оцінки полягає в такому [8]:

1 Для організації проведення колективних експертних оцінок створюються робочі групи, до функцій яких входять проведення опитування експертів, обробка отриманих матеріалів, аналіз і узагальнення результатів колективної експертної оцінки. Робоча група визначає склад експертів, кількість яких може коливатися від 10 до 150 осіб залежно від складності об'єкта прогнозування.

2 Перед проведенням опитування експертів робоча група проводить попередній аналіз розвитку об'єкта в минулому, збирає і систематизує наявну інформацію про об'єкт, визначає цілі і підцілі прогнозування.

3 Робоча група розробляє питання, що будуть запропоновані експертам. При цьому питання мають бути побудовані за принципом від широких до вузьких, від складних до простих.

4 При опитуванні експертів питання мають розумітися ними однозначно, а відповіді мають бути незалежними.

5 Робоча група проводить опрацювання матеріалів колективної експертної оцінки, їх узагальнення, виявляє ступінь узгодженості індивідуальних оцінок експертів.

До основних методів колективної експертної оцінки належать [1]:

- **метод колективної генерації ідей («мозкова атака»).** Сутність методу колективної генерації ідей («мозкової атаки») полягає в тому, що на першому етапі роботи експерти формулюють свої думки, ідеї щодо прогнозованого розвитку об'єкта, а потім їх руйнують, критикують і формулюють контрідії.

Метод колективної генерації ідей припускає шість основних етапів:

1) формування групи учасників «мозкової атаки» (експертів) з 10-15 осіб. При цьому бажано, щоб до групи входили не тільки фахівці з аналізованої проблеми, але і спеціалісти інших галузей знань, які мають високу ерудицію;

2) упорядкування проблемно-аналітичної записки для учасників «мозкової атаки». Вона готується групою аналізу і містить опис принципу «мозкової атаки» і правила участі експертів; опис причин виникнення проблеми, їх аналіз і можливі наслідки проблемної ситуації, аналіз вітчизняного і світового досвіду вирішення схожої проблеми, формулювання центрального питання і підпитань;

3) генерація ідей експертами. При цьому необхідно дотримання таких правил:

- висловлення експертів мають бути чіткими і стислими;
- скептичні зауваження і критика попередніх виступів не припускаються;
- кожний з учасників має право виступити багато разів, але не підряд;
- не дозволяється зачитувати підряд ідеї, що можуть бути підготовлені учасниками заздалегідь;

4) систематизація висловлених ідей. Цю роботу проводить група аналізу в такій послідовності: складається перелік усіх висловлених ідей, визначаються ідеї, що дублюють і доповнюють інші, вони об'єднуються у відповідні групи; складається перелік ідей за групами;

5) руйнація (критика) систематизованих ідей. Це робиться самими ж учасниками «мозкової атаки» із погляду перешкод їх реалізації. Розроблення контрідей;

б) оцінювання критичних зауважень, контрідей і виділення прийнятих ідей. Це здійснює група аналізу;

- **метод «Дельфі»** – один із найпоширеніших методів колективної експертної оцінки в останні роки. Він розроблений американською корпорацією RAND у 1964 р.

Характерною рисою методу «Дельфі», що відрізняє його від методу «мозкової атаки», є анонімність експертів і неодноразовість проведених опитувань. Анонімність полягає в тому, що при опитуванні учасники експертної групи невідомі один одному. Опитування здійснюється шляхом заповнення експертами анкет, у яких сформульовано питання. При цьому взаємодія членів експертної групи при заповненні анкет цілком виключається. У результаті цього скасовується взаємовплив

експертів, а автор відповіді може змінити свою думку без привселюдного оголошення про це.

Збір і опрацювання індивідуальних думок експертів щодо прогнозів розвитку об'єкта провадиться виходячи з таких принципів:

- питання в анкетах ставляться таким чином, щоб можна було дати кількісну характеристику відповідям експертів;
- опитування експертів проводиться в декілька турів, у яких питання і відповіді все більше уточнюються;
- після кожного туру всі опитувані експерти знайомляться з результатами опитування;
- експерти обґрунтовують оцінки і думки, що відхиляються від думки більшості;
- статистичне опрацювання відповідей проводиться послідовно від туру до туру з метою одержання узагальнюючих характеристик.

Таким чином, метод «Дельфі» дозволяє виявити переважні судження спеціалістів (експертів) про розвиток об'єкта в майбутньому, виключаючи їхні прямі контакти і дебати між собою, але даючи можливість їм оцінювати свої доводи з урахуванням відповідей і доказів колег. Після кожного туру учасники експертизи переглядають свої оцінки й обґрунтовують причини своєї незгоди з колективним судженням. Експертиза проводиться в 3-4 тури. У результаті відбувається звуження діапазону оцінок експертів. Недоліком методу «Дельфі» є неможливість виключення впливу на експертів з боку організаторів опитування при упорядкуванні анкет;

- **матричний метод** – частіше за все застосовується при розробленні прогнозів економічного розвитку галузей народного господарства, регіонів (тобто в структурних прогнозах). У цьому випадку достовірність прогнозу може бути забезпечена лише за умови визначення взаємного впливу окремих галузей, регіонів один на одного і на досягнення цілей об'єкта прогнозу. Цей метод дозволяє зробити порівняння прогнозних розробок окремих напрямів розвитку народногосподарських структур і їхніх ланок за ступенем важливості для досягнення сукупності цілей або окремої цілі. Оскільки розвиток таких об'єктів прогнозу звичайно залежить від значної кількості взаємозалежних чинників, то

застосування матричного методу потребує розбиття всієї множини різних чинників на ряд комплексів, до кожного з яких входять у визначеній мірі однорідні чинники. Надалі оцінюється вплив цих компонентів один на одного і на досягнення кінцевих цілей на основі проведення операцій із матрицями для рішення задачі вибору й обґрунтування оптимального використання ресурсів. Це досягається шляхом ранжирування чинників і визначення їх відносної ваги всередині комплексу.

Матриця являє собою прямокутну таблицю, що відображує взаємний вплив двох комплексів чинників $A(m, n)$. Елементами матриці a_{ij} є оцінки (в окремому випадку це можуть бути експертні оцінки), що відображують вплив i -го чинника з комплексу чинників M на j -й чинник з комплексу N . Кількісні значення комплексів чинників (народногосподарських структур) обчислюються за встановленими в теорії матриць правилами. У матриці відображується структура витрат на виробництво, розподіл продукції і знову створеної вартості.

Прикладом використання матричного методу в економічному прогнозуванні є розроблення міжгалузевого балансу, окремих матеріальних балансів. Елементи рядка являють собою баланси розподілу між галузями продукції, виробленою кожною галуззю. Сума елементів i -го рядка матриці складає валовий випуск продукції i -ї галузі. Сума елементів j -го стовпчика матриці складає сумарні витрати на виробництво в j -й галузі.

Таким чином, кожний елемент a_{ij} матриці має подвійне значення: з одного боку, він виражає обсяг постачань одного виробничого підрозділу (галузі) іншому підрозділу, з іншого боку, обсяг виробничого споживання продукції одного підрозділу іншим.

Оскільки всі інтуїтивні (експертні) методи прогнозування засновані на індивідуальному судженні спеціалістів про перспективи розвитку об'єкта, використання цих методів доцільно за відсутності достатньої статистичної інформації про об'єкт прогнозування, при довгостроковому і середньостроковому прогнозуванні, а також в умовах відсутності часу.

Найбільш істотним недоліком, притаманним всім інтуїтивним методам прогнозування, є суб'єктивізм прогнозних оцінок експертів щодо досліджуваного об'єкта.

Найбільше поширення одержав метод колективної генерації ідей і метод «Дельфі».

4.4 Особливості проведення інших методів генерування ідей

Слово «синектика» в перекладі з грецької означає поєднання різнорідних і цілком не відповідних один одному елементів [4, 6]. Синектика має мету об'єднати різних індивідів і дисципліни для вирішення певної проблеми.

Синектика відрізняється від мозкової атаки тим, що вона характеризується високим рівнем синекторів (членів синектичної групи).

Метод синектики базується на мисленні групи експертів з орієнтацією на аналогії. Після встановлення і формулювання проблеми група експертів намагається виявити, як подібні проблеми вирішуються в інших галузях. Потім, використовуючи виявлені аналогії і принципи вирішення подібних проблем, експерти намагаються вирішити конкретне завдання, поставлене перед ними.

Виходячи з особливості методу, бажано, щоб члени синектичної групи представляли якомога більше сфер діяльності. Синектор – це людина з широким кругозором, яка має, як правило, дві спеціальності (наприклад маркетолог – технік). Людина, яка займається різноманітною діяльністю, краще підготовлена для участі в синектичній групі, ніж спеціаліст, який все життя займається однією сферою діяльності. Людей оригінального і незалежного розуму, які мають підприємницьку жилку, прийнято вважати більш прийнятними кандидатами до синектичної групи, ніж тих, у кого ця риса характеру не дуже розвинута. Члени синектичної групи повинні характеризуватися емоційною зрілістю, здатністю до узагальнення, високим рівнем стимуляції, здатністю ризикувати, обов'язковістю. Група має складатися зі спеціалістів, які знаходяться в нормальних особистих відношеннях, без ворожнечі, неприязні, що нерідко

буває у груповій роботі. Під час роботи кожний член групи повинен сприймати нараду як змагання і пропонувати задуману ідею у своїй інтерпретації.

Протириччя, що виникають під час обговорення, слід, наскільки це можливо, пом'якшувати.

Створення синектичної групи, що складається з 5-7 осіб, потребує достатньо тривалого часу, приблизно рік. Тому, на відміну від групи мозкової атаки, яка формується на короткостроковій основі, синектична група формується на більш тривалій період. Створені синектичні групи проходять спеціальну підготовку, при цьому більш досвідчені синектори передають свій досвід новачкам.

Головне в методі синектики – це використання знань і досвіду кожного члена групи для визначення ідей і можливих шляхів їх реалізації.

Синектична сесія проводиться спеціально підготовленими групами.

Контрольні запитання за темою

1 У чому полягає сутність експертних методів прогнозування?

2 Яка основна умова ефективного застосування методів експертної оцінки?

3 У чому полягає робота експерта при прогнозуванні?

4 Назвіть основні завдання, найчастіше вирішувані на практиці на основі отриманої від експертів інформації.

5 Які методи становлять індивідуальні експертні методи?

6 Коротко визначте зміст кожного з колективних експертних методів.

7 Чим метод синектики відрізняється від методу мозкової атаки?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Використання формалізованих методів у прогнозуванні транспортних послуг

ТЕМА 5. Екстраполяція на основі аналітичних показників рядів динаміки

План

5.1 Основні елементи і методи дослідження часових рядів.

5.2 Сутність поняття «екстраполяція».

5.3 Послідовність операцій при екстраполяції.

5.1 Основні елементи і методи дослідження часових рядів

Часовим рядом називають послідовність значень статистичного показника (ознаки), впорядковану у хронологічному порядку. Застосовують також терміни «ряд динаміки», «динамічний ряд».

В англійській літературі використовують термін *time series*. Окремі спостереження часового ряду називають його рівнями, або елементами. Кожний рівень ряду відповідає певному моменту часу. Рівні ряду можуть набувати як детермінованих, так і випадкових значень. Порядок розташування рівнів є істотною характеристикою ряду і не може змінюватися довільно. Іноді кожному моменту часу приводять у відповідність декілька значень різних показників досліджуваного об'єкта. Тоді отримують багатовимірний часовий ряд.

Основними завданнями дослідження часових рядів є [14]:

- виокремлення та опис основних характерних особливостей ряду; підбір статистичної моделі, що найкращим у певному розумінні способом відображує ряд;

- прогнозування майбутніх значень показників, що утворюють ряд, за попередніми спостереженнями;

- підготовка рекомендацій з управління процесом, що породжує досліджуваний часовий ряд.

Аналіз часових рядів, як правило, передбачає проведення таких основних етапів:

- графічне подання й попередній аналіз поведінки часового ряду;
- виокремлення і видалення закономірних складових ряду (тренда, сезонних і циклічних компонент);
- виокремлення і видалення низько- та високочастотних складових (фільтрація);
- дослідження випадкової складової часового ряду, що залишилася після видалення вищезазначених компонент;
- побудова і перевірка адекватності моделі випадкової складової;
- побудова загальної моделі досліджуваного ряду;
- дослідження отриманої моделі і прогнозування майбутньої поведінки об'єкта, що вивчається;
- вивчення взаємодії між різними часовими рядами, що характеризують певну систему або процес.

При дослідженні часових рядів застосовують основні такі методи:

1 Кореляційний аналіз, який дає змогу виявляти істотні періодичні залежності та їхні лаги (затримки) всередині певного процесу (автокореляція) або між декількома процесами (кроскореляція).

2 Спектральний аналіз, що застосовують для визначення періодичних і квазіперіодичних компонент часового ряду.

3 Методи згладжування та фільтрації, призначені для перетворення часових рядів з метою видалення з них високочастотних і сезонних коливань.

4 Методи авторегресії та ковзних середніх, які використовують для опису і прогнозування процесів, що здійснюють випадкові коливання навколо певного середнього значення.

5 Методи прогнозування, що дають можливість на основі обраної моделі часового ряду оцінювати його найбільш імовірні значення в майбутньому.

Залежно від характеру часового параметра розрізняють моментні та інтервальні часові ряди. У моментних рядах рівні характеризують значення показника станом на певний момент часу. Їм відповідають змінні типу запасу (*stock variables*). Зокрема моментними є ряди цін на різні товари станом на певні моменти

часу, курсів валют, кількості населення, маси об'єкта, електричного напруження в мережі, температури хворого тощо.

Часовий ряд, сформований із перших різниць рівнів моментного ряду, є інтервальним. Часовий ряд, рівні якого отримано підсумовуванням наростаючим підсумком всіх рівнів інтервального ряду, починаючи з певного визначеного рівня, є моментним. Співвідношення між моментними та інтервальними часовими рядами аналогічно співвідношенню між функціями та їхніми похідними.

Розрізняють повні й неповні часові ряди. У неповних часових рядах відсутні рівні, що відповідають певним моментам часу.

Рівні рядів динаміки можуть бути абсолютними, відносними або середніми значеннями певних показників. Якщо вони є не величинами, вимірюваними безпосередньо, а похідними від них – середніми, відносними й т. д., то відповідні ряди називають похідними. Зокрема похідними є ряди середньодобового або середньомісячного обсягу перевезення певної продукції.

Особливістю інтервальних рядів є можливість підсумовування їхніх рівнів. Результатом цього є так звані нагромаджені підсумки – значення певного показника за відповідний період часу. Наприклад, підсумовуючи добові обсяги перевезення протягом місяця, отримуємо загальний обсяг перевезення за відповідний місяць.

Часовим рядам притаманні такі властивості:

- рівні часового ряду, як правило, не є статистично незалежними;

- члени часового ряду зазвичай не є однаково розподіленими.

Важливою умовою аналізу є порівнянність рівнів ряду. Їхня непорівнянність може бути зумовлена змінами законодавства та нормативної бази, методик розрахунку показників, меж адміністративно-територіальних одиниць і держав, технологій виробництва, термінологій, природними, екологічними та техногенними катастрофами й іншими чинниками. Інформація про ряд має бути достатньо повною.

Для аналізу соціально-економічних показників абсолютні рівні моментальних або інтервальних часових рядів, а також рівні

середніх величин часто доводиться перетворювати на відносні величини. Найпоширеніші характеристики динаміки розвитку транспортних послуг наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Характеристика динаміки часового ряду [14]

Характеристика	Розрахункова формула
1 Абсолютний приріст	$\Delta y_i = y_i - y_{i-k}$
2 Коефіцієнт зростання	$K_{i(зр)} = \frac{y_i}{y_{i-k}}$
3 Коефіцієнт приросту	$K_{i(np)} = \frac{y_i - y_{i-k}}{y_{i-k}}$
4 Темп зростання	$T_{i(зр)} = \frac{y_i}{y_{i-k}} \cdot 100\% = K_{i(зр)} \cdot 100\%$
5 Темп приросту	$T_{i(np)} = T_{i(зр)} - 100\%$, або $T_{i(np)} = \frac{y_i - y_{i-k}}{y_{i-k}} \cdot 100\%$
6 Середня арифметична	$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n}$
7 Середня хронологічна	$\bar{y} = \frac{\sum y_i t}{\sum t}$
8 Середній абсолютний приріст	$\bar{\Delta y}_k = \frac{y_i - y_{i-k}}{k}$
9 Середній темп зростання	$\bar{T}_{(зр)} = n-1 \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}}$
10 Середній темп приросту	$\bar{T}_{(np)} = \bar{T}_{(зр)} - 100\%$

Часовий ряд правильно відображує об'єктивний закон зміни економічного показника, коли рівні цього ряду є порівнянними, однорідними, сталими та мають достатню сукупність спостережень. Невиконання однієї з цих умов робить некоректним застосування математичного апарату для аналізу часового ряду.

5.2 Сутність поняття «екстраполяція»

Метод прогнозої екстраполяції є найбільш поширеним серед усієї сукупності методів прогнозування. Назва «екстраполяція» походить від латинських слів extra – понад, додатково і ratio – пригладжую, змінюю. Таким чином, поняття «екстраполяція» означає високий ступінь згладженості.

Суть методів екстраполяції в прогнозуванні полягає у виявленні сформованих тенденцій розвитку об'єкта в минулому і перенесенні цих тенденцій у прогнозоване майбутнє з урахуванням можливого впливу чинників, умов, що стимулюють або перешкоджають розвитку об'єкта. Метод екстраполяції будується на припущенні про збереження в майбутньому сформованих тенденцій розвитку об'єкта (тенденція – напрям розвитку). Основу екстраполяційного методу економічного прогнозування складає вивчення часових рядів, що являють собою упорядковані в часі характеристики досліджуваного об'єкта, процесу, явища в економіці.

На першому етапі екстраполяційного прогнозування визначається характеристика основної закономірності зміни об'єкта (процесу, явища) у часі в минулому. Ця характеристика (тенденція), подана у вигляді більш-менш гладкої траєкторії, так званого тренда. Таким чином, тренд в економічному прогнозуванні – це графічне і формалізоване відображення загальної тенденції зміни економічних показників у часі.

На другому етапі здійснюється розрахунок параметрів математичної моделі (функції), що відображує тренд розвитку об'єкта. Для цього частіше за все застосовуються методи найменших квадратів, експоненціального згладжування.

На третьому етапі проводиться прогнозна оцінка розвитку об'єкта на період прогнозування шляхом визначення значення отриманої функції в будь-якій точці періоду прогнозування.

У дійсності дуже важко визначити тенденцію розвитку об'єкта в минулому, а тим більше описати її математичною функцією без попередньої обробки статистичних даних часового ряду, оскільки фактичні значення даних можуть мати сильну амплітуду коливання. Тому для виявлення закономірності зміни об'єкта прогнозування й опису її за допомогою математичної

формули, що характеризує функціональну залежність зміни в часі, необхідно здійснити згладжування (а за необхідності і вирівнювання) статистичних даних часового ряду. Процедура згладжування спрямована на мінімізацію відхилень фактичних значень (точок) ряду від деякої теоретичної гладкої кривої (тренда), що відбиває тенденцію розвитку досліджуваного об'єкта. На рисунку 4 надано приклад графіка фактичних значень часового ряду і його згладжений тренд, що позначає тенденцію розвитку об'єкта і піддається математичному опису функцією $y_t=f(t)$.

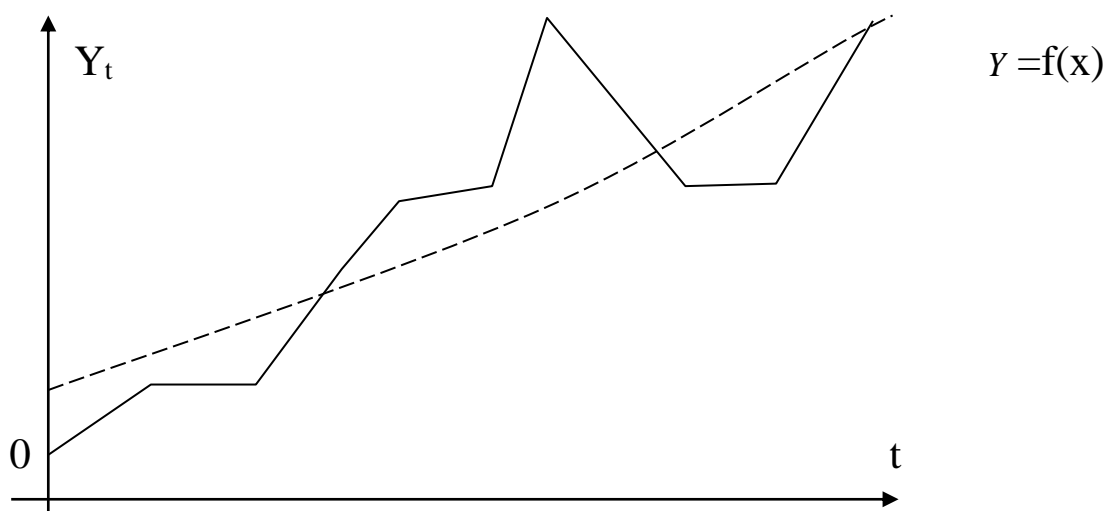


Рисунок 4 – Фактичне і згладжене значення часового ряду

5.3 Послідовність операцій при екстраполяції

Процес прогнозування методом екстраполяції припускає таку послідовність виконання операцій [1]:

1 Обирається ряд економічних показників, що характеризують стан об'єкта в різні періоди часу в минулому. При цьому значення всього ряду мають відповідати визначеним тимчасовим відрізкам. Будується графік зміни фактичних значень часового ряду.

2 Робиться згладжування фактичних значень часового ряду (методи згладжування розглядаються нижче). Будується графік згладженого ряду і візуально (або за формальним критерієм, якщо розрахунок виконується за допомогою програм

комп'ютерного забезпечення) перевіряється ступінь згладженості фактичних значень. У випадку одержання недостатньо згладженого тренда процес згладжування повторюється декілька разів.

3 Графік згладженого ряду аналізується візуально для визначення його вигляду, що відповідає відомим простим математичним функціям. Перелік найбільш поширених функцій наведено нижче. За необхідності зобразити криволінійну функцію у вигляді лінійної залежності робиться вирівнювання за допомогою логарифмування, тобто переходу до іншої (логарифмічної) координатної сітки для одержання лінійної функції вигляду $Y_t = a_0 + a_1 t$.

4 Робиться визначення невідомих параметрів обраної функції згладженого ряду. Для цього застосовуються методи найменших квадратів або кінцевих різниць.

5 Установивши функцію, що характеризує розвиток об'єкта в часі, визначають прогнозні значення досліджуваного об'єкта на період, що прогнозується, шляхом обчислення значення функції $\hat{y} = f(t)$ у відповідному заданому значенні часу t .

6 Якщо використовувалось логарифмування для вирівнювання теоретично отриманої згладженої кривої, то необхідно повернутися в попередню систему координат, тобто зробити потенціювання.

Для одержання згладженого часового ряду (тренда) використовують принцип усереднення фактичних значень. У практиці економічного прогнозування методом екстраполяції застосовуються такі способи усереднення: на основі простої середньої, змінної середньої, середнього темпу.

Контрольні запитання за темою

- 1 Що називають часовим рядом?
- 2 З якою метою проводять дослідження часових рядів?
- 3 Які методи застосовуються при дослідженні часових рядів?
- 4 Який часовий ряд називають інтервальним?
- 5 Назвіть основні властивості часового ряду.

6 Які показники використовуються для аналізу динаміки часового ряду?

7 У чому полягає сутність поняття «екстраполяція»?

8 Назвіть основні етапи процесу прогнозування методом екстраполяції.

ТЕМА 6. Екстраполяція трендів

План

6.1 Характеристика простих методів екстраполяції тенденцій.

6.2 Екстраполяція на основі простої середньої та визначення середнього темпу.

6.3 Екстраполяція на основі експоненціального згладжування.

6.1 Характеристика простих методів екстраполяції тенденцій

Прості методи екстраполяції ґрунтуються на припущенні відносної сталості в майбутньому абсолютних значень рівнів, середнього рівня ряду, середнього абсолютного приросту, середнього темпу зростання.

До переваг простих методів слід віднести:

- досить простий апарат дослідження, що повертає до нього широке коло спеціалістів;
- можливість використання для виконання розрахунків портативних і нескладних обчислювальних засобів;
- швидкість виконання розрахунків в оперативному режимі;
- наявність відносно невеликого масиву інформації.

В основі методів екстраполяції трендів лежать статистичні спостереження за динамікою певного показника, визначення тенденції його розвитку і «продовження» цієї тенденції для майбутнього періоду. Очевидно, що за допомогою методів екстраполяції трендів закономірності минулого розвитку організації переносять на майбутнє. Переважно методи

екстраполяції трендів застосовують на короткостроковий (не більше одного року) період прогнозування, коли в середовищі відбуваються незначні зміни. Формалізовані методи прогнозування можна поділити на жорстко детерміновані і стохастичні.

Серед детермінованих популярними є методи середнього ковзного та експоненціального згладжування. Метод середнього ковзного передбачає, що наступний на часовому проміжку показник за величиною дорівнює середньому його значенню, розрахованому за певний період. Метод експоненціального згладжування є прогнозом показника на майбутнє у вигляді суми фактичного показника і прогнозу на певний період, зважених за допомогою спеціальних коефіцієнтів.

Стохастичні моделі реалізуються в межах простого динамічного та багатофакторного регресійного аналізу, аналізу за допомогою авторегресійних залежностей.

6.2 Екстраполяція на основі простої середньої та визначення середнього темпу

При згладжуванні часового ряду на основі використання простої середньої передбачається, що середній рівень ряду не має тенденції до зміни [1]. При цьому прогнозоване значення буде дорівнювати середньому значенню рівня в минулому. Наприклад, обсяг перевезень за п'ять років складав 45, 47, 44, 50, 46 млн т відповідно. Звідси прогнозоване значення обсягів перевезень у наступному році складе 46,4 млн т $(45+47+44+50+46)/5$. Тренд, побудований на основі простої середньої, являє собою пряму $y_{t+1} = y_t = \text{const}$.

Згладжування фактичного часового ряду на основі середнього темпу проводиться шляхом визначення показника (коефіцієнта), що характеризує середній темп зміни стану об'єкта за одиницю часу. За допомогою цього показника будується згладжена крива, що відображує тенденцію розвитку об'єкта в минулому і дозволяє визначити прогнозні значення в майбутньому.

Згладжування з використанням показника середнього темпу припускає, що розвиток об'єкта прогнозування проходить за

законом геометричної прогресії (зростаючої або спадної). Середній темп зміни фактичних значень часового ряду (\bar{T}) визначається за формулою

$$\bar{T} = \sqrt[n-1]{\frac{Y_n}{Y_1}}, \quad (1)$$

де Y_n – кінцеве значення фактичного часового ряду;

Y_1 – значення фактичного часового ряду, прийняте за базу (початкове значення);

n – кількість значень фактичного часового ряду;

$n-1$ – кількість інтервалів фактичного часового ряду.

Після визначення середнього темпу зміни часового ряду (\bar{T}) будується теоретична крива розвитку об'єкта. Прогнозоване значення (Y_{n+r}) знаходиться множенням кінцевого значення фактичного ряду на показник середнього темпу (\bar{T}), піднесений до степеня (r), що відповідає кількості часових інтервалів (кроків) періоду випередження:

$$\bar{Y}_{n+r} = \bar{Y}_n \times \bar{T}^r, \quad (2)$$

де Y_{n+r} – прогнозоване значення розвитку об'єкта;

r – кількість часових інтервалів періоду випередження.

У таблиці 2 наведено фактичні і згладжені значення обсягів перевезень за період з 2015 по 2019 рр.

Середній за чотири роки темп зростання обсягів перевезень у минулий період (2015-2019 рр.) склав

$$\bar{T} = \sqrt[4-1]{\frac{1585}{953}} = 1.185.$$

Тобто кожний рік обсяг перевезень зростав у середньому на 18,5 %. Виходячи з цього прогнозований обсяг перевезень в 2020 р. складе 1878 тис. т ($1585 \times 1,185$), а у 2021 р. – 2225 тис. т ($1585 \times 1,185^2$) і т. д.

Таким чином, прогнозоване значення для наступного року може бути розраховано множенням фактичного значення, прийнятого за базу, на середньорічний коефіцієнт зростання, піднесений до степеня, чисельно дорівнює кількості років прогнозованого періоду.

Слід мати на увазі, що згладжування на основі середніх темпів може призводити до великої похибки прогнозних оцінок при значній амплітуді і нерівномірності коливань даних усередині фактичного часового ряду.

Таблиця 2 – Розрахунок прогнозу обсягів перевезень

Показник	Позначення	Минулий період (роки – n)				Період прогнозу (роки – r)	
		2015	2016	2018	2019	2020	2021
Фактичний обсяг перевезень, тис. т	y	953	1223	1444	1585	-	-
Середній (за 1 рік) темп зростання обсягу перевезень	\bar{T}	1.185	1.185	1.185	1.185	1.185	1.185
Згладжені значення фактичного ряду і прогнозні показники	\bar{y}	959	1129	1338	1585	1878	2225

Згладжування на основі змінної середньої припускає послідовне розбиття фактичних значень (точок) часового ряду на окремі групи і визначення середніх значень для кожної групи. Усі групи мають складатися з рівної непарної кількості фактичних значень часового ряду (3, 5, 7 і т. д.).

Операція розрахунку середніх значень здійснюється послідовним переміщенням уздовж точок фактичного ряду з послідовним зміщенням на одну точку, у зв'язку з чим цей метод одержав назву змінної середньої.

Наприклад, необхідно згладити фактичні значення ряду $y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, \dots, y_n$. При згладжуванні за трьома точками весь ряд розбивається на групи, кожна з яких включає три точки: (y_1, y_2, y_3) ; (y_2, y_3, y_4) ; (y_3, y_4, y_5) і т. д. Потім для кожної групи визначається середнє арифметичне значення. Так, для перших трьох точок розраховується згладжена середня \bar{y}_2 , для других – \bar{y}_3 і т. д. Аналогічно визначаються згладжені середні значення за п'ятьма і більшою непарною кількістю точок. Крайні точки ряду, що залишаються, згладжуються за спеціальними формулами.

Для згладжування за трьома точками застосовуються такі формули:

$$\bar{y}_0 = \frac{y_{-1} + y_0 + y_{+1}}{3}, \quad (3)$$

де \bar{y}_0 – згладжене значення середньої точки для будь-якої групи з трьох точок фактичного ряду;

y_{-1}, y_0, y_{+1} – фактичні значення лівої, середньої і правої точок будь-якої групи фактичного ряду;

$$\bar{y}_{-1} = \frac{5y_{-1} + 2y_0 - y_{+1}}{6}, \quad (4)$$

де \bar{y}_{-1} – згладжене значення крайньої лівої точки фактичного ряду;

y_{-1}, y_0, y_{+1} – фактичні значення першої (крайньої лівої) групи з трьох точок фактичного ряду;

$$\bar{y}_{+1} = \frac{5y_{+1} + 2y_0 - y_{-1}}{6}, \quad (5)$$

де \bar{y}_{+1} – згладжене значення крайньої правої точки фактичного ряду;

y_{-1}, y_0, y_{+1} – значення останніх трьох точок фактичного ряду.

Формули (4), (5) застосовуються тільки для визначення згладженого значення крайньої лівої і крайньої правої точки фактичного ряду.

Аналогічні формули є для згладжування за п'ятьма точками:

$$\bar{y}_0 = \frac{y_{-2} + y_{-1} + y_0 + y_{+1} + y_{+2}}{5}; \quad (6)$$

$$\bar{y}_{-1} = \frac{4y_{-2} + 3y_{-1} + 2y_0 + y_{+1}}{5}; \quad (7)$$

$$\bar{y}_{+1} = \frac{4y_{+2} + 3y_{+1} + 2y_0 + y_{-1}}{5}; \quad (8)$$

$$\bar{y}_{-2} = \frac{3y_{-2} + 2y_{-1} + y_0 - y_{+2}}{5}; \quad (9)$$

$$\bar{y}_{+2} = \frac{3y_{+2} + 2y_{+1} + y_0 - y_{-2}}{5}. \quad (10)$$

Формули (7), (8) застосовуються для визначення згладжених значень передостанньої лівої (\bar{y}_{-1}) і передостанньої правої (\bar{y}_{+1}) точок фактичного ряду. Формули (8), (9) застосовуються для визначення згладжених значень крайніх лівої і правої точок фактичного ряду.

6.3 Екстраполяція на основі експоненціального згладжування

Метод експоненціального згладжування найбільш ефективний при розробленні середньострокових прогнозів. Він застосовується при прогнозуванні тільки на один період вперед. Його основні переваги - простота процедури обчислень і можливість обліку ваг вихідної інформації. Робоча формула методу експоненціального згладжування

$$U_{t+1} = \alpha \cdot y_t + (1 - \alpha) \cdot U_t, \quad (11)$$

де t – період, що передуює прогнозованому;

$t+1$ – прогнозний період;

U_{t+1} – прогнозований показник;

α – параметр згладжування;

Y_t – фактичне значення досліджуваного показника за період, що передує прогнозованому;

U_t – експоненціально зважена середня для періоду, що передує прогнозованому.

При прогнозуванні даним методом виникає два ускладнення:

- 1) вибір значення параметра згладжування α ;
- 2) визначення початкового значення U_0 .

Від величини α залежить, як швидко знижується вага впливу попередніх спостережень. Чим більше α , тим менше позначається вплив попередніх років. Якщо значення α близьке до одиниці, то це призводить до врахування при прогнозі в основному впливу лише останніх спостережень. Якщо значення α близьке до нуля, то ваги, за якими зважуються рівні часового ряду, спадають повільно, тобто при прогнозі враховуються всі (або майже всі) минулі спостереження.

Таким чином, якщо є впевненість, що початкові умови, на підставі яких розробляється прогноз, достовірні, слід використовувати невелику величину параметра згладжування ($\alpha \rightarrow 0$). Коли параметр згладжування малий, то досліджувана функція поводить себе як середня з великою кількістю минулих рівнів. Якщо нема достатньої впевненості в початкових умовах прогнозування, то слід використовувати велику величину α , що призведе до обліку при прогнозі в основному впливу останніх спостережень.

Точного методу для вибору оптимальної величини параметра згладжування α нема. В окремих випадках автор даного методу професор Браун пропонував визначати величину α виходячи з довжини інтервалу згладжування. При цьому α обчислюється за формулою

$$\alpha = \frac{2}{n+1}, \quad (12)$$

де n – кількість спостережень, що входять до інтервалу згладжування.

Завдання вибору U_0 (експоненціально зваженого середнього початкового) вирішується такими способами:

- якщо є дані про розвиток явища в минулому, то можна скористатися середньої арифметичної і прирівняти до неї U_0 ;

- якщо таких відомостей нема, то як U_0 використовують вихідне перше значення бази прогнозу Y_1 .

Також можна скористатися експертними оцінками.

Відзначимо, що при вивченні економічних часових рядів і прогнозуванні економічних процесів метод експоненціального згладжування не завжди «спрацьовує». Це обумовлено тим, що економічні часові ряди бувають занадто короткими (15-20 спостережень), і в разі, коли темпи зростання і приросту великі, даний метод не «встигає» відобразити всі зміни.

Контрольні запитання за темою

1 Які методи відносять до простих методів екстраполяції?

2 Назвіть основні переваги використання простих методів екстраполяції.

3 Що складає основу методів екстраполяції трендів?

4 Охарактеризуйте детерміновані та стохастичні формалізовані методи прогнозування.

5 Що передбачає екстраполяція на основі простої середньої?

6 Як відбувається згладжування динамічного ряду на основі середнього темпу?

7 У чому полягає сутність експоненціального згладжування?

ТЕМА 7. Побудова прогнозу на основі рівняння тренда

План

7.1 Визначення виду тренда.

7.2 Визначення параметрів підібраних кривих.

7.3 Прогнозна екстраполяція з використанням методу найменших квадратів.

7.1 Визначення виду тренда

У найпростішому варіанті функція, яка описує згладжену криву, – лінійна. Однак лінійне згладжування далеко не завжди виявляє вид тренда. Для більш точного визначення виду згладженої кривої може застосовуватися нелінійне згладжування або виважені змінні середні. У цьому випадку фактичним значенням даних, що входять до згладженої групи, приписуються різні значення ваги залежно від їх відстані від середини інтервалу згладжування.

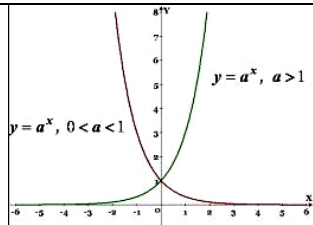
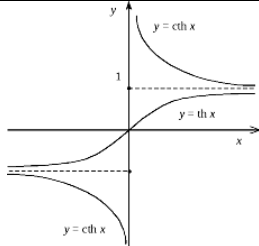
Візуальний аналіз форми згладженого часового ряду дозволяє визначити приблизний вид тренда й встановити відповідність його одній з відомих простих функцій $y=f(t)$.

Елементарні функції, найчастіше використовувані в економічному прогнозуванні, наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 – Види функцій

Функція	Формула	Графічне зображення
1	2	3
Лінійна	$y=a_0+a_1t$	
Квадратична	$y=a_0+a_1t+a_2t^2$	
Степенева	$y=a_0t^{a_1}$	

Продовження таблиці 3

1	2	3
Експоненціальна	$y = a_0 e^{a_1 t}$	
Гіперболічна	$y = 1/a_0 + a_1 t$	

7.2 Визначення параметрів підібраних кривих

Після виявлення виду функції, що відповідає згладженому тренду, необхідно визначити її параметри [1]. Для розрахунку параметрів найчастіше використовується метод найменших квадратів. Суть цього методу полягає в тому, що параметри підбраної функції повинні задовольняти умову, при якій сума квадратів різниць (S) значень вихідного часового ряду (y_i) і розрахункових значень підбраної функції $\hat{y}_i = f(t_i)$ була б мінімальною, тобто

$$S = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \rightarrow \min. \quad (13)$$

Якщо передбачається лінійна функція, то теоретична залежність задається рівнянням

$$\hat{y} = a_0 + a_1 t, \quad (14)$$

де a_0 і a_1 – шукані параметри функції.

Параметри a_0 і a_1 визначаються методом найменших квадратів, тобто мінімізацією суми квадратів відношень окремих рівнів часового ряду (y) від підбраної функції (\hat{y}):

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \rightarrow \min, \quad \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1 t_i)^2 \rightarrow \min.$$

a_0 і a_1 знаходяться з системи нормальних рівнянь методом найменших квадратів для лінійної залежності:

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum_{i=1}^n t_i = \sum_{i=1}^n y_i \\ a_0 \sum_{i=1}^n t_i + a_1 \sum_{i=1}^n t_i^2 = \sum_{i=1}^n t_i y_i \end{cases} \quad (15)$$

З метою зменшення обсягу обчислювальних робіт можна початок відліку помістити в середину часового ряду, тоді $\sum_{i=1}^n t_i = 0$ і система (15) значно спрощується:

$$\begin{cases} na_0 = \sum_{i=1}^n y_i \\ a_1 \sum_{i=1}^n t_i^2 = \sum_{i=1}^n t_i y_i \end{cases}$$

Одержуємо робочі формули для визначення a_0 і a_1

$$a_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i; \quad a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n t_i y_i}{\sum_{i=1}^n t_i^2}.$$

Для зручності визначення a_0 і a_1 всі обчислення бажано звести в табличну форму.

Система (15) розв'язується будь-якими відомими методами: методом виключення змінних (метод Гауса) або за формулами Крамера.

Визначення параметрів прямої (14) за формулами Крамера:

$$a_0 = \frac{\Delta_1}{\Delta}; \quad a_1 = \frac{\Delta_2}{\Delta}, \quad (16)$$

де Δ – головний показник системи;

Δ_1, Δ_2 – показники для знаходження a_0 і a_1 .

Елементами стовпців головного показника (Δ) є коефіцієнти при a_0 і a_1 системи (15)

$$\Delta = \begin{vmatrix} n & \sum_{i=1}^n t_i \\ \sum_{i=1}^n t_i & \sum_{i=1}^n t_i^2 \end{vmatrix} = n \sum_{i=1}^n t_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n t_i \right)^2 . \quad (17)$$

Елементами першого стовпця показника (Δ_1) для знаходження a_0 є вільні члени системи (15)

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} \sum_{i=1}^n y_i & \sum_{i=1}^n t_i \\ \sum_{i=1}^n t_i y_i & \sum_{i=1}^n t_i^2 \end{vmatrix} = \sum_{i=1}^n y_i \sum_{i=1}^n t_i^2 - \sum_{i=1}^n t_i y_i \sum_{i=1}^n t_i . \quad (18)$$

Елементами другого стовпця показника (Δ_2) для знаходження a_1 є вільні члени системи (15)

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} n & \sum_{i=1}^n y_i \\ \sum_{i=1}^n t_i & \sum_{i=1}^n t_i y_i \end{vmatrix} = n \sum_{i=1}^n t_i y_i - \sum_{i=1}^n t_i \times \sum_{i=1}^n y_i . \quad (19)$$

Якщо передбачається нелінійна функція, що описується квадратичною залежністю (параболою)

$$\hat{y} = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 , \quad (20)$$

то параметри a_0, a_1, a_2 визначаються з системи рівнянь

$$\begin{cases} a_0 n + a_1 \sum_{i=1}^n t_i + a_2 \sum_{i=1}^n t_i^2 = \sum_{i=1}^n y_i \\ a_0 \sum_{i=1}^n t_i + a_1 \sum_{i=1}^n t_i^2 + a_2 \sum_{i=1}^n t_i^3 = \sum_{i=1}^n y_i t_i \\ a_0 \sum_{i=1}^n t_i^2 + a_1 \sum_{i=1}^n t_i^3 + a_2 \sum_{i=1}^n t_i^4 = \sum_{i=1}^n y_i t_i^2 \end{cases} \quad (21)$$

Для зручності визначення параметрів тренда (a_0, a_1, a_2) всі обчислення бажано звести до табличної форми (таблиця 4).

Таблиця 4 – Методика обчислення a_0, a_1 для $\hat{y} = a_0 + a_1 t + a_2 t^2$

Кількість точок часового ряду	t_i	y_i	t_i^2	t_i^3	t_i^4	$y_i t_i$	$y_i t_i^2$
1							
⋮							
n							
$\sum_{i=1}^n = n$							

Взяті з таблиці 4 значення сум підставляємо в нормальні рівняння системи (21).

Система (21) розв'язується методом виключення змінних (метод Гауса) або за формулами Крамера ($a_0 = \Delta_1 / \Delta$; $a_1 = \Delta_2 / \Delta$; $a_2 = \Delta_3 / \Delta$).

У процесах, змістовний аналіз яких і статистична обробка часового ряду (графічне зображення, змінна середня) дозволяють припустити тенденцію до зниження, тренд добре виражається гіперболічною залежністю

$$\hat{y} = \frac{1}{a_0 + a_1 t} \quad (22)$$

У даному випадку вирівнювання здійснюють заміною змінних

$$\hat{Y} = \frac{1}{\hat{y}} = a_0 + a_1 t \quad (23)$$

За умовами методу найменших квадратів

$$\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{\hat{y}} - \hat{Y}\right)^2 \rightarrow \min, \text{ тобто } \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{\hat{y}} - a_0 - a_1 t\right)^2 \rightarrow \min.$$

Параметри a_0 і a_1 знаходять із системи нормальних рівнянь

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum_{i=1}^n t_i = \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i} \\ a_0 \sum_{i=1}^n t_i + a_1 \sum_{i=1}^n t_i^2 = \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i} t_i \end{cases} \quad (24)$$

Початок відліку часу t доцільно перенести в середину часового ряду $\sum_{i=1}^n t_i = 0$, і система істотно спрощується і зменшується обсяг обчислювальної роботи

$$\begin{cases} na_0 = \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i} \\ a_1 \sum_{i=-z}^z t_i^2 = \sum_{i=-z}^z \frac{1}{y_i} t_i \end{cases} \quad (25)$$

Звідси безпосередньо одержуємо формули для визначення параметрів

$$a_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i} ; \quad a_1 = \frac{\sum_{i=-z}^z \frac{1}{y_i} t_i}{\sum_{i=-z}^z t_i^2} \quad (26)$$

Для зручності визначення параметрів a_0 , a_1 всі обчислення бажано звести до табличної форми (таблиця 5).

Вірогідність одержаного прогнозу визначається рівнем узгодження теоретичної кривої та кривої фактичного часового ряду.

Нехай дано часовий ряд, згладжений за допомогою деякої теоретичної кривої $f(t)$. Як добре не була би підібрана теоретична крива, між нею і часовим рядом неминучі деякі розбіжності.

Природно виникає питання: чи пояснюються ці розбіжності тільки випадковими обставинами, пов'язаними з обмеженням кількості спостережень, або вони є істотними і пов'язані з тим, що обрана крива $f(t)$ погано відображує тенденцію даного часового ряду.

Таблиця 5 – Методика обчислення a_0, a_1 $\hat{y} = \frac{1}{\bar{y}} = a_0 + a_1 t$

Кількість точок часового ряду (n)	i-та точка часового ряду t_i (рік)	Умовна i-та точка часового ряду t_i'	i-те значення згладженого тренда $1/y_i$	$(t_i')^2$	$t_i' * 1/y_i$
1		-z			
2		.			
.		-1			
.		0			
.		1			
.		.			
n		z			
$\sum_{i=1}^n = n$		$\sum_{i=-z}^z t_i' = 0$			

1 Для перевірки значущості отриманого рівняння використовують F- розподіл (критерій Фішера) [4]:

$$F = \frac{S_y^2}{S_{ост}^2}, \quad (27)$$

де S_y^2 – загальна дисперсія, $S_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{(n-1)}$;

$S_{ост}^2$ – залишкова дисперсія, $S_{ост}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{(n-p)}$,

де y_i – значення часового ряду;

\hat{y}_i – значення теоретичного ряду;

\bar{y} – середнє значення часового ряду;

n – обсяг часового ряду;
 p – кількість параметрів, що входять до рівняння теоретичної кривої ($a_p, p=0, 1, \dots$).

Крива $\hat{y} = f(t)$ добре узгоджується з емпіричною кривою, побудованою за точками часового ряду, якщо при обраному рівні значущості α ($\alpha=0,05; \alpha=0,01; \alpha=0,025; \dots$) і $\nu_1=n-1, \nu_2=n-p: F_{расч} > F_{табл}(\nu_1, \nu_2, \alpha)$. У протилежному випадку розбіжності між значеннями теоретичної кривої (\hat{y}_i) і значеннями часового ряду (y_i) носять не випадковий характер: або груба помилка в обчисленнях, або неоднорідність вихідних даних часового ряду, або неправильно обрана форма теоретичної кривої.

У цьому випадку треба вибрати інший вид теоретичної кривої $\hat{y} = f(t)$ або знову зібрати дані та ретельно провести обчислення.

2 Для перевірки адекватності обраної теоретичної кривої $\hat{y} = f(t)$ можна також використовувати кореляційне відношення

$$R = \sqrt{1 - \frac{S_{ocm}^2}{S_y^2}}. \quad (28)$$

Величина R завжди має додатне значення і змінюється від нуля до одиниці: $0 \leq R < 1$. Чим більше R , тим краще якість обраної функції часового ряду.

7.3 Прогнозна екстраполяція з використанням методу найменших квадратів

Метод аналітичного вирівнювання тренда (метод найменших квадратів) може бути застосований тільки в тому випадку, коли розвиток явища досить добре описується побудованою моделлю, і умови, що визначають тенденцію розвитку в минулому, істотно не зміняться в майбутньому. При дотриманні цих вимог прогнозування здійснюється шляхом підстановки в рівняння тренда значень незалежної змінної t , що відповідає величині періоду упередження.

Процедура розроблення прогнозу щодо використання аналітичного вирівнювання тренду складається з таких етапів [9]:

- 1) вибір форми кривої, що відображує тенденцію;
- 2) визначення показників, що кількісно характеризують тенденції змін;
- 3) оцінювання вірогідності прогнозних розрахунків.

Вибір форми кривої можна здійснювати на основі побудови графіка, загальний вигляд якого, як правило, дає змогу встановити:

- 1) чи має динамічний ряд показника чітко виражену тенденцію;
- 2) якщо так, то чи ця тенденція плавна;
- 3) який характер тенденції.

Відповідаючи на ці питання, необхідно пам'ятати, що зовнішня простота графіка хибна. Будь-яке динамічне завдання набагато складніше від статичного, і кожна точка кривої є результатом зміни явища як у просторі, так і в часі.

У зв'язку з цим для підвищення обґрунтованості й вірогідності вирівнювання з метою більш точного виявлення наявної тенденції необхідно провести варіантний розрахунок за кількома аналітичними функціями, і на основі експертних і статистичних оцінок визначити кращу форму зв'язку.

На другому етапі необхідно визначити параметри рівняння зв'язку. Для їх знаходження використовують метод найменших квадратів. У цьому випадку вирівнювальна функція буде займати таке положення серед фактичних значень показників, при якому сумарне відхилення точок від функції буде мінімальним.

Достовірну й обґрунтовану оцінку отриманим результатам можна дати, використовуючи такі статистичні показники, як середній коефіцієнт зростання, загальна і залишкова дисперсія, коефіцієнт кореляції, індекс кореляції, коефіцієнт кореляції вихідного ряду і ряду відхилень визначеного за різницею фактичних і вирівняних за будь-якою аналітичною функцією даних.

Для перевірки гіпотези про наявність або відсутність автокореляції використовують таблиці з критичними значеннями коефіцієнта автокореляції при різних рівнях значущості. Якщо табличне значення коефіцієнта автокореляції вище від

фактичного, то можна стверджувати, що автокореляція відсутня або усувається, а отже, можна використовувати формули для імовірнісної оцінки значень, прогнозованими за цими точками.

Контрольні запитання за темою

- 1 Як визначити вид згладженої кривої?
- 2 Що дозволяє визначити візуальний аналіз згладженої форми згладженого часового ряду?
- 3 Які функції найчастіше використовуються в економічному прогнозуванні?
- 4 Який метод найчастіше використовується для розрахунку параметрів підібраних кривих?
- 5 Які показники використовуються для перевірки адекватності обраної теоретичної кривої?
- 6 Опишіть процедуру розроблення прогнозу щодо використання аналітичного вирівнювання тренда.

ТЕМА 8. Поняття і суть моделювання як інструментарію прогнозування

План

- 8.1 Поняття і суть моделювання як інструментарію прогнозування.
- 8.2 Методи математичного моделювання.

8.1 Поняття і суть моделювання як інструментарію прогнозування

Моделювання – це наукова теорія побудови і реалізації моделей, за допомогою яких досліджуються явища й процеси в природі і суспільному житті [4, 9].

Модель – це умовне зображення об'єкта, що відображує його найістотніші характеристики, необхідні для проведення досліджень.

Економічна модель відображує взаємозв'язок окремих параметрів, явищ і процесів економічного життя.

Будь-яка модель виконує в першу чергу прогностичну функцію, без якої побудова її була б недоцільною для теорії і тим паче для практичного використання.

Найважливіша вимога до економіко-математичної моделі полягає в її можливості адекватного відображення економічних процесів (явищ).

За характером взаємозв'язку прогнозованого (або аналізованого) показника з факторіальними ознаками всю різноманітність економіко-математичних моделей можна поділити на дві групи: детерміновані і стохастичні.

Нижче розглядаються стохастичні моделі.

Стохастичні моделі описуються ймовірними (стохастичними) залежностями.

До стохастичних моделей відносять у першу чергу моделі, які базуються на принципі вирівнювання статистичних рядів. Це так звані факторні моделі, де рівень результативної ознаки (функції) визначається впливом факторіальних ознак (аргументів).

Однією з форм економіко-статистичного моделювання є кореляційне моделювання. Суть його полягає в тому, щоб знайти математичний вираз (формулу), що відображує зв'язок досліджуваного показника і чинників, які його визначають, тобто реалізувати залежність

$$y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n). \quad (29)$$

Кореляційна модель реалізується за допомогою методів кореляції та регресії (кореляційний і регресійний аналіз).

8.2 Методи математичного моделювання

Одним із найбільш поширених засобів одержання багатофакторних прогнозів є побудова моделі множинної регресії [1]. Регресійний аналіз використовується для дослідження форм зв'язку, що встановлюють кількісні співвідношення між випадковими явищами досліджуваного процесу.

Для лінійного випадку модель множинної регресії має вигляд

$$\hat{y} = \sum_{i=0}^n a_i x_i + E_i, \quad (30)$$

де a_i – коефіцієнти моделі;

x_i – відповідно значення i -ї змінної;

E_i – випадкова помилка;

n – кількість незалежних змінних у моделі.

Коефіцієнти моделі a_i визначають методом найменших квадратів.

Регресійний аналіз припускає вирішення трьох завдань:

1 Добір незалежних змінних (x_i), що істотно впливають на залежну змінну (y).

2 Визначення форми рівняння регресії.

3 Оцінювання коефіцієнтів або параметрів моделі (α_i), що виконується методом найменших квадратів.

При вивченні процесу використання регресійного аналізу важливою є умова лінійності форми зв'язку між залежною (y) і незалежною змінними (x_i). Залежність має бути лінійною або приведеною до лінійної за допомогою деяких перетворень (логарифмування; введення нових змінних).

Даний метод відрізняється відносною простотою, легкістю реалізації за допомогою програм комп'ютерного забезпечення, ефективністю при визначенні оцінок коефіцієнтів моделі (a_i).

Регресійний аналіз тісно пов'язаний із кореляційним аналізом, що дозволяє кількісно оцінити зв'язки між великою кількістю взаємодіючих економічних явищ; дає можливість робити перевірку різних економічних гіпотез щодо наявності і сили зв'язків між явищами, досліджувати форми зв'язку.

Якщо розглянутий часовий ряд являє собою випадковий стаціонарний процес, то для прогнозування може бути застосований метод авторегресії. Авторегресійна модель може бути записана так:

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1 y_t + a_2 y_{t-2} + \dots + a_m y_{t-m} + E(t)$$

або

$$\hat{y}_t = a_0 + \sum_{r=1}^m a_r y_{t-r} + E(t), \quad (31)$$

де t – час;

m – кількість змінних;

a_r – коефіцієнти рівняння, що визначаються або методом найменших квадратів, або за допомогою коефіцієнтів автокореляції;

$E(t)$ – випадкова величина.

Найважливіший етап побудови автокореляційної моделі – визначення її порядку. Вибір порядку здійснюється на основі всебічного економічного аналізу і застосування математико-статистичних методів, що дозволяють з'ясувати, через яку кількість років зміна показника за один період впливає на його рівні в інші періоди.

$\hat{y}_t = a_0 + a_1 y_{t-r} + E(t)$ – авторегресія першого порядку,

$\hat{y}_t = a_0 + a_1 y_{t-r} + a_2 y_{t-r+1} + E(t)$ – авторегресія другого порядку.

Власне кажучи, у методах авторегресії використовується теорія множинної регресії, але кожне значення досліджуваної змінної в момент часу t наводиться у вигляді функції від самої себе в момент часу $t-1$; $t-2$, $t-r$, де r – тривалість часового запізнювання.

Методи авторегресії можуть застосовуватися для аналізу і прогнозування тих часових рядів, що мають специфічні властивості автокореляційних функцій (наприклад мають вигляд загасаючої синусоїди).

Однак застосування авторегресійних моделей вимагає наявності чітко вираженої автокореляційної залежності; перевірки виконання передумов стаціонарності прогнозованого процесу. Вони неефективні при невеликій кількості спостережень ($n < 10$).

Контрольні запитання за темою

- 1 Що являє собою процес моделювання в прогнозуванні?
- 2 З якою метою розробляється економічна модель?
- 3 Назвіть особливості економіко-математичних моделей, що використовуються в моделюванні.
- 4 Які моделі використовуються для визначення багатофакторних прогнозів?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Основи економічного і соціального прогнозування : навч . посіб. / Є. І. Балака, Л. А. Балака, О. І. Зоріна та ін. Харків : ХарДАЗТ, 2001. 210 с.
- 2 Кулявець В. О. Прогнозування соціально-економічних процесів : навч. посіб. Київ : Кондор, 2016. 194 с.
- 3 Єріна А. М. Статистичне моделювання та прогнозування : навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2011. 170 с.
- 4 Грабовецький Б. Є. Планування та економічне прогнозування : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2013. 66 с.
- 5 Пілько А. Д. Прогнозування соціально-економічних процесів : конспект лекцій. Івано-Франківськ, 2011. 81 с.
- 6 Грабовецький Б. Є. Основи економічного прогнозування : навч. посіб. Вінниця : ВФ ТАНГ, 2000. 209 с.
- 7 Лубенець С. В. Моделі і методи прийняття рішень в аналізі та аудиті : навч. посіб. Львів : Магнолія 2006, 2010. 261 с.
- 8 Світлична Т. І., Дріль Н. В. Прогнозування : конспект лекцій (для студ. 3 курсу денної і 4 курсу заочної форм навчання напряму підготовки 6.030504 «Економіка підприємства» 0501 «Економіка і підприємництво» спеціальності ЕП). Харків : ХНАМГ, 2010. 112 с.
- 9 Касьяненко В., Старченко Л. Моделювання та прогнозування економічних процесів : конспект лекцій. Суми : ВТД «Університетська книга», 2015. 185 с.
- 10 Моделі і методи соціально-економічного прогнозування : підручник / В. М. Геєць, Т. С. Клебанова, О. І. Черняк та ін. Харків : ВД «ІНЖЕК», 2005. 396 с.

11 Присенко Г., Равікович Є. Прогнозування соціально-економічних процесів : навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2005. 315 с.

12 Черняк О. І., Ставицький А. В. Динамічна економетрика. Київ : КВІЦ, 2000. 120 с.

13 Купалова Г. І. Теорія економічного аналізу : навч. посіб. Київ, 2008. 639 с.

14 Юрченко М. Є. Прогнозування та аналіз часових рядів : метод. вказівки до практ. занять і самост. роботи студ. спец. 051 «Економіка» освітня програма «Економічна кібернетика», «Економічна аналітика». Чернігів : ЧНТУ, 2018. 88 с.

О. І. Зоріна, Т. В. Нескуба, О. М. Мкртичян
ПРОГНОЗУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ
Конспект лекцій

Відповідальний за випуск Зоріна О. І.

Редактор Ібрагімова Н. В.

Підписано до друку 03.07.20 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 3,25. Тираж 10. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.