

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

Л. В. Оболенцева, Д. О. Шаповаленко

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з навчальної дисципліни

**«СИТУАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
ТА ПРОГНОЗУВАННЯ В ТУРИЗМІ»**

*(для студентів 5 курсу денної форми навчання
освітньо-професійного рівня «магістр»,
спеціальності 242 – Туризм)*

**Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2019**

Оболенцева Л. В. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Ситуаційне моделювання і прогнозування в туризмі» для студентів 5 курсу денної форми навчання освітньо-професійного рівня «магістр» спеціальності 242 – Туризм) / Л. В. Оболенцева, Д. О. Шаповаленко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 95 с.

Автори: канд. екон. наук Л. В. Оболенцева,
канд. екон. наук Д. О. Шаповаленко

Рецензент д-р екон. наук, проф. О. В. Димченко

Рекомендовано кафедрою туризму й готельного господарства,
протокол № 11 від 24.03.2017.

© Л. В. Оболенцева, Д. О. Шаповаленко, 2019
© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019

ЗМІСТ

ВСТУП	4
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ В ТУРИЗМІ	5
Тема 1 Теоретичні засади ситуаційного аналізу	5
Тема 2 Логіка прикладного моделювання. Сутність і види прогнозів	23
Тема 3 Комп'ютерні технології моделювання і прогнозування в туризмі	30
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ ДИНАМІКИ	34
Тема 4 Дослідження рівноваги в економіці	34
Тема 5 Комплексний аналіз динамічних процесів, ідентифікація моделей та прогнозування	43
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ, СКЛАДНИХ ПРИЧИННИХ КОМПЛЕКСІВ І МОДЕЛІ КЛАСИФІКАЦІЇ	52
Тема 6 Характеристика моделей класифікації	52
Тема 7 Теоретичні засади моделювання взаємозв'язків	66
Тема 8 Моделювання складних причинних комплексів	78
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	90

ВСТУП

Аналіз даних і аналіз ситуації, що склалася для певного об'єкта, стає невід'ємним атрибутом системи управління на всіх її рівнях – від невеликої фірми до національної економіки в цілому. Економіко-математичні й економіко-статистичні моделі використовують для діагностики стану об'єктів управління, при вивченні причинно-наслідкового механізму формування варіацій та динаміки соціально-економічних явищ і процесів, у моніторингу ринкової кон'юнктури, при прогнозуванні й прийнятті оптимальних управлінських рішень.

Оволодіння багатим арсеналом методів економіко-статистичної та економіко-математичної обробки даних з використанням сучасних комп'ютерних технологій є важливою складовою професійної підготовки магістрів з туризму та готельно-ресторанного бізнесу.

Саме цим і обумовлена актуальність навчальної дисципліни «Ситуаційне моделювання та прогнозування», це визначає її мету і завдання.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ В ТУРИЗМІ

ТЕМА 1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ СИТУАЦІЙНОГО (КОН'ЮНКТУРНОГО) АНАЛІЗУ

- 1.1 Сутність і завдання ситуаційного (кон'юнктурного) аналізу.
- 1.2 Основи методики ситуаційного (кон'юнктурного) аналізу.
- 1.3 Система кон'юнктурних показників.
- 1.4 Інформаційне забезпечення і кон'юнктурні дослідження.
- 1.5 Методи аналізу основних тенденцій ринку.

Література: основна [3, 5, 6, 15, 17, 18]; додаткова [1, 3, 7, 8, 15, 17, 21–35, 39–41, 43, 44, 46, 47].

Питання 1.1, 1.2, 1.3 – для аудиторного розгляду; питання 1.4, 1.5 – для самостійного опрацювання.

1.1 Сутність і завдання ситуаційного (кон'юнктурного) аналізу

Вивчення кон'юнктури ринку являє собою одне із найбільш актуальних і дієвих завдань як на макро-, так і на мікрорівні. Адже інформація про стан ринку, про конкретну ситуацію, що склалася на ньому в даний момент часу, а також аналіз, оцінка, передбачення і прогнозування подальшого розвитку подій на ринку вкрай необхідні як на державному рівні для умілого керівництва країною, так і в будь-якому іншому конкретному випадку: будь-то голові правління підприємства чи власнику дрібного господарства.

Зрозуміло, що без звернення до історії не можливе жодне серйозне теоретичне дослідження, а звідси доцільно, іноді просто необхідно їй, врешті, цікаво ознайомитися з процесом становлення як поняття «кон'юнктура», так і визначень та теорій, пов'язаних з нею.

Корисно коротко зупинитися на найбільш відомих спробах дати визначення кон'юнктури. Згідно з М. Д. Кондратьєвим, вперше термін –«кон'юнктура» був визначений Ф. Лассалем в його полемічній роботі проти Ф. Шульце-Деліча. У цій роботі поняття кон'юнктури ототожнювалось з уявленням про зв'язану сукупність всіх існуючих невідомих обставин, які оточують людину меркантильного світу.

Ф. Лассаль вклав у поняття кон'юнктури занадто широкий і невизначений зміст: «Conjunctio rerum omnium (поєднання, зв'язок існуючого) називали римські й грецькі стоїки орфічну «нерозривну стрічку», ланцюг долі, який негативно зв'язує і визначає все буття».

Слово «кон'юнктура» має походження від астрономічного терміну, який подібний за своїм змістом зі словом «констеляція». Слово «констеляція» означає наступне :

- 1) положення зірок (в певний момент);
- 2) положення справ, кон'юнктура;
- 3) збіг обставин, ситуація.

Починаючи з XVII ст. поняття «кон'юнктура» стало загальноживаним у значенні «положення речей, тимчасові взаємозв'язки».

А. Е. Шеффле порівнював кон'юнктуру з сукупністю непередбачуваних і незалежних зовнішніх впливів, яких зазнає діючий суб'єкт в кожний момент.

А. Вагнер розумів під кон'юнктурою сукупність технічних, економічних, соціальних та правових умов, які в народному господарстві, заснованому на розподілі праці й приватній власності матеріальних засобів виробництва, визначають їхній попит та пропозицію, а в результаті цього і їхню цінність, особливо мінову цінність, та ціну, при цьому визначають їх, як правило, абсолютно незалежно від волі й зусиль суб'єкта і незалежно від індивідуальних витрат, які необхідні для певного блага.

В. Зомбарт під кон'юнктурою розумів ту форму руху економічної дійсності, яка проявляється у зміні стану експансії та занепаду.

В. Репке визначив кон'юнктуру як «співвідношення попиту та пропозиції на якому-небудь ринку, співвідношення, яке в значній мірі не піддається обчисленню та впливу й постійно змінюється. Оцінка цього співвідношення залежить від того, виражене воно чи ні в рентабельності окремих господарств, яка обумовлена ціною та формою продажу».

На думку С. О. Первушина, кон'юнктура – це господарська динаміка, процес, зв'язок економічних явищ як процесів, що розвиваються з часом.

В. Г. Громан кон'юнктурою називав «рух окремих елементів народного господарства... в їхньому взаємозв'язку».

Як впливає з викладеного, кон'юнктура являє собою комплексне і швидкозмінне явище, яке відображає динамічність та стихійність, важкопередбачуваність розвитку ринку. Це пов'язано з

тим, що ринкова кон'юнктура формується під впливом безлічі елементів та дій, які, в свою чергу, підпорядковуються імовірнісним законам. Тому кон'юнктуру ринку можна оцінити за допомогою системи якісних і кількісних характеристик. Завдяки визначенням особливостей кон'юнктури використання методів збору, обробки та аналізу інформації дає можливість одержати ефективні й цінні результати.

Цим пояснюється особлива роль кон'юнктурних досліджень ринку, за допомогою яких можна вивчити ситуацію, що складається в результаті дій чималої кількості соціально-економічних, демографічних, природних, суспільно-політичних і випадкових чинників.

Перед кон'юнктурними дослідженнями стоїть ряд завдань, які М. Д. Кондратьєв звів до трьох основних. Перш за все необхідно охарактеризувати й дослідити фактичний стан та тенденції зміни кон'юнктури. По-друге, необхідно пояснити причини існуючого руху кон'юнктури й висунути теорію кон'юнктури. По-третє, кінцевою метою вивчення кон'юнктури є постановка та вирішення проблеми, пов'язаної з прогнозом зміни кон'юнктури.

В. Репке основними завданнями вивчення кон'юнктури називав:

- дослідження форм прояву кон'юнктури;
- дослідження факторів утворення кон'юнктури;
- встановлення впливу кон'юнктури на окремі галузі економіки;
- групування показників кон'юнктури та їх визначення;
- розробка кон'юнктурної політики.

Обов'язковою умовою дослідження кон'юнктури ринку є постійне спостереження за ринком, оскільки ринок розвивається згідно з імовірнісними законами і піддається різним коливанням. Крім того необхідно сформувати інформаційну базу для якісного й оперативного аналізу.

Основними джерелами інформації для кон'юнктурного аналізу є дані статистичної та податкової звітності. Збирають також інформацію, використовуючи методи вибіркового спостереження, спеціальних періодичних та моментних обстежень. Для одержання безперервної інформації використовують моніторинг. Кон'юнктурну інформацію можна одержати за допомогою кон'юнктурних індикаторів, тобто оцінюють показники, які характеризують основні параметри ринку, їх стан та зміну.

Кон'юнктурна інформаційна база даних має обновлятися з певною періодичністю, мати організовану структуру бази даних і репрезентативний ступінь охоплення ринку.

Оскільки значна частина кон'юнктурної інформації має попереджувальний характер, то завдяки цьому можна приймати не тільки оперативні рішення з урахуванням конкретної ринкової ситуації, але й вносити зміни в майбутні плани залежно від основних тенденцій розвитку.

1.2 Основи методики ситуаційного (кон'юнктурного) аналізу

Вивчення, аналіз і узагальнення значної кількості праць у галузі досліджень ринку дає змогу вважати, що в основу досліджень необхідно покласти наступні методологічні вимоги:

По-перше, дослідження ринку не можна проводити ізольовано, без взаємозв'язку із ситуацією, що склалася, та врахування особливостей функціонування в інших галузях чи на товарних ринках, оскільки між усіма явищами, які обумовлюють розвиток ринку, існує взаємозв'язок.

По-друге, тенденції, притаманні одним ринкам, не можна автоматично, без додаткових досліджень переносити на інші.

По-третє, необхідність в постійному й безперервному спостереженні за ринком, яка викликана нестійкістю ситуації.

Слід зазначити, що ринкова ситуація характеризується:

- постійною мінливістю, значними коливаннями;
- має суперечливий характер, оскільки різні показники, які характеризують товарний ринок в один і той же час можуть відображати протилежні тенденції;
- нерівномірністю, яка проявляється коли динаміка розвитку різних показників має однаковий напрямок, але не співпадають їхні темпи.

Як виходить з викладеного, ринкова ситуація являє собою комплексне й швидкозмінне явище, яке відображає динамічність та стихійність, важкопередбачуваність розвитку ринку. Це пов'язано з тим, що така ситуація формується під впливом безлічі елементів та дій, які, в свою чергу, підпорядковуються імовірнісним законам. Завдяки зазначеним особливостям ринкової ситуації використання науково обґрунтованих методів збору, обробки й аналізу інформації дає можливість одержати ефективні й цінні результати, необхідні для функціонування підприємства.

Цих результатів можна досягти в результаті проведення дослідження ринку, яке являє собою певну систему дій, заходів науково-дослідної діяльності, спрямованих на одержання достовірних інформаційних матеріалів про ситуацію на ринку, про співвідношення

попиту і пропозиції продуктів та послуг, ступінь масовості попиту, відповідність обсягів, структури і якості товару, структурі та якості попиту, відповідність матеріально-технічної бази торгівлі потребам розвитку ринку тощо.

Четверта методологічна вимога полягає в тому, що дослідження ринку будь-якого рівня та його суб'єктів має здійснюватися в певній послідовності, а саме:

- виявлення та аналіз проблеми, яка обумовлює необхідність проведення дослідження;
- постановка цілей дослідження;
- визначення завдань і об'єкта дослідження, обґрунтування цього вибору;
- вивчення основних особливостей організації та функціонування ринку, їх загальна характеристика;
- збір та накопичення інформації;
- аналіз загальносвітових тенденцій та їх впливу на розвиток національного ринку та його суб'єктів;
- оцінювання ситуації на ринку;
- виявлення факторів, що впливають на стан підприємств ринку;
- дослідження циклічних закономірностей розвитку економіки;
- узагальнення проведеного дослідження у вигляді висновків, рекомендацій.

Після того як з'ясовано проблему, що викликала необхідність проведення дослідження, визначено мету, об'єкт дослідження та ряд інших, зокрема, організаційних питань, виникає завдання з'ясування основних показників, на основі яких буде вивчатися ринок і за якими буде проводитися накопичення інформації.

До основних показників дослідження ринку та його суб'єктів слід включати ті, які адекватно й оперативно відображають основні зміни, тенденції та темпи розвитку ринку й найменше знаходяться під впливом випадкових, неконтрольованих і важкопередбачуваних факторів.

Як відомо, економіка розвивається під впливом значної кількості факторів:

- фізичного, психологічного, політичного, економічного, соціального походження;
- місцевого, національного або світового масштабу;
- зрозумілих і не зовсім чітких за характером і проявом;
- тимчасових і тривалих за своїм ефектом.

З'ясовуючи основні показники дослідження ринку, можна

зіткнутися з такою дилемою. З одного боку, для кращого, детального, адекватного аналізу стану справ та виявлення кон'юнктууроутворюючих факторів та основних тенденцій розвитку потрібно скористатися якомога більшою кількістю показників. Але з іншого боку, кількість обраних показників має бути мінімізована в розумних межах, бо за короткий період часу практично неможливо підібрати надзвичайно об'ємний інформаційний матеріал, який би адекватно відображав ситуацію; систематизувати його, проаналізувати й виявити тенденції та скласти необхідний прогноз. Це пов'язано з тим, що за надмірної кількості характеристик неможливо одночасно всі їх проаналізувати, тобто коли доведені до ладу останні – перші можуть змінитись і вже не відповідати дійсності, тому їх прийдеться доповнювати, уточнювати, щоб не звести нанівець всю проведenu роботу. Таким чином, зі значної кількості можливих показників необхідно відібрати найголовніші, що якнайкраще відображають вплив кон'юнктууроутворюючих факторів, тобто саме ті характеристики, які формують поточну ситуацію і матимуть місце в найближчий час.

Важливе значення при дослідженні ринку відіграють цінні характеристики. Основними показниками цін доцільно вважати: їх рівень, динаміку, співвідношення, регіональний розріз цін тощо.

Масштаб ринку характеризується обсягом продажу товарів, кількістю та розміром підприємств як виробників, так і торгових посередників.

Тип ринку залежить від кількості підприємств, які виробляють один і той же товар, тобто потрібно визначити, чи є конкуренція на ринку, чи вона відсутня.

Ринковий попит та пропозиція на продукти й послуги аналізуються як в цілому, так і за окремими продуктами чи послугами, в розрізі покупців, виробників чи посередників, регіонів.

Основними показниками пропозиції є: обсяг, структура, динаміка. Залежно від рівня попиту та пропозиції складається певна пропорційність ринку, яку характеризує співвідношення попиту та пропозиції, структура споживання, структура товарообігу, структура основних виробників, посередників, територіальна структура.

Товарна пропозиція включає три складові:

- продукція вітчизняного виробництва;
- імпортна продукція;
- товарні запаси.

Попит споживачів – інша важлива категорія, що виражається обсягом товарів, які бажають і можуть придбати споживачі, тобто

попит споживачів – це необхідність, забезпечена грошима.

До основних показників попиту можна віднести наступні: обсяг, структура, динаміка, сегментація та диференціація попиту.

Регіональні особливості ринку піддаються аналізу за допомогою показників співвідношення попиту та пропозиції в регіонах, динаміки основних характеристик розвитку ринку. Регіональні особливості вивчаються з використанням таких багатовимірних методів дослідження як кластерний аналіз, ранжування на основі розрахунку інтегральної оцінки та ін.

Динаміку й циклічність розвитку ринку характеризують темпи росту, трендові моделі, показники сезонності тощо.

У цілому методи аналізу розділяють на такі три групи:

- методи загальноекономічного аналізу;
- економіко-математичні методи;
- економіко-статистичні методи.

Можна виявити основні закономірності, що характеризують зміни основних параметрів ринку з часом, аналізуючи ряди динаміки. Одним з надійних способів виявлення основної тенденції розвитку є побудова трендової моделі. Під трендом розуміють графічне чи математичне відображення закономірностей розвитку в динаміці, яке і є виявленням основної тенденції зміни явища, що вивчається та аналізується.

Проводячи ситуаційний аналіз, слід враховувати, що конкретна ситуація обумовлена дією протилежних тенденцій. Тобто кінцевий результат є співвідношенням як негативних, так і позитивних факторів. Це по-перше. По-друге, бажано мати ряди динаміки певних факторів, показників, що характеризують ринок чи впливають на нього.

Взагалі ж основні показники й напрямки аналізу ринку та його суб'єктів залежать від мети і завдань, що висуваються перед проведенням дослідження.

Для аналізу ситуації на ринку в даний момент і передбачення її в майбутньому необхідно знати, що сприяло створенню саме такої ситуації і як вона змінюватиметься в перспективі, тобто треба мати інформацію щодо кон'юнктуруотворюючих факторів ринку.

З методологічного погляду доцільним є поділ кон'юнктуруотворюючих факторів на постійно діючі й тимчасові. До постійно діючих кон'юнктуруотворюючих факторів належать: концентрація і централізація виробництва й капіталу, розвиток науково-технічного прогресу, структурні зміни в економіці, вплив інфляції, стан соціального забезпечення населення і його доходи,

умови формування попиту, валютний курс, кількість малих, середніх і великих підприємств у галузі, розвиток спеціалізації, кооперування, комбінування та диверсифікації виробництва, запаси сировини, напівфабрикатів, зміна форм і методів державного регулювання економіки (податкова, фінансово-кредитна, регіональна політика тощо).

До тимчасових кон'юнктуруотворюючих факторів можна віднести: сезонність, стихійні лиха, війни, соціальні потрясіння, політичні кризи.

Іноді вплив того чи іншого фактора неможливо оцінити кількісно, тому крім кількісних оцінок потрібно використовувати якісні характеристики у вигляді експертних оцінок і висновків щодо ролі та значення певного фактора, явища в процесі розвитку ринку. Крім того, мають бути застосовані статистичні методи аналізу, які усувають суб'єктивний підхід при оцінці цих факторів і їх впливу на ринок та його суб'єкти.

Виділяють циклічні й нециклічні кон'юнктуруотворюючі фактори.

Важливою складовою в методології аналізу й прогнозу ситуації на ринку є вивчення, по-перше, активності й характеру впливу циклічних факторів; по-друге, фази циклу, в якій перебуває економіка, і прогнозування переходу до іншої фази; по-третє, майбутньої динаміки циклу.

При вивченні закономірностей та тенденцій розвитку ринку за досить довгий період часу можна виявити, що ці тенденції та закономірності повторюються через деякий час, тобто розвиток ринку відбувається хвилеподібно, так би мовити циклічно.

Економічні цикли являють собою підйоми і спади, які повторюються і проявляються в більшості економічних процесів суспільства з достатньо розвинутою системою грошового господарства, які не розкладаються на будь-які інші хвилі з амплітудою, що приблизно дорівнює їхній власній амплітуді, і продовжується в країнах, які стоять на різних стадіях економічного розвитку.

Економічний цикл можна представити у вигляді чергування піднесень і спадів рівнів ділової активності або коли повторюються один за одним ці піднесення і спади.

Ф. Е. Клеменс розуміє значення слова «цикл» таким чином: «У загальному науковому вживанні слово цикл означає повторення різних фаз позитивних і негативних відхилень, які часто доступні для точного вимірювання. Певна тривалість циклу не є необхідною...Словом цикл

бажано користуватися як терміном, який означав би будь-якого характеру повторення, що піддаються вимірюванню, словом період чи періодичність – у випадках таких повторень з певним інтервалом, але необхідно визнати, що певної лінії розмежування між цими двома поняттями не існує».

Таким чином, постійним елементом ринкового механізму, який притаманний усім галузям економіки й товарним ринкам, є циклічність ринку. Розвиваючись, ринок має пережити ряд циклів, які безперервно змінюють один одного за схемою: підйом – спад – підйом ... і т. д.

Кожний новий цикл перебуває «в нових конкретно-історичних умовах, на новому рівні розвитку виробничих сил, і тому зовсім не є простим повторенням попереднього циклу».

Взявши до уваги певний фактор чи процес, можна сформулювати теорії економічних циклів, довівши, що цей фактор чи процес є першоджерелом коливань, які повторюються в ході розвитку економіки. Схематично можна виділити такі теорії економічних циклів:

I. Теорії, в основу яких покладено фізичні процеси (В. С. Джевонс, Е. Хентингтон, Г. Л. Мур, В. Зомбарт).

II. Теорії, які пояснюють виникнення економічних циклів в результаті емоційних процесів (А. Пігу, М. Б. Хекстер).

III. Теорії, які зводять економічні цикли до інституціональних процесів.

1. Теорії, що пояснюють економічні цикли, тобто вбачають джерело коливань у змінах господарських інститутів (Е. Фогель, Й. А. Шумпетер,

М. Інгланд).

2. Підгрупа теорій економічних циклів, які пояснюють їх виникнення як результат функціонування існуючих господарських інститутів (Т. Веблен, Ж. Лескюр, С. А. Кузнець, У. Т. Фостер, М. Бунятян, А. Афталъон, А. Шпітгоф, М. І. Туган-Барановський, М. Д. Кондратьєв).

Одним з поглядів є такий, що схема економічного циклу являє собою безупинний процес. Тобто криза має обумовити депресію, депресія, в свою чергу, має обумовити пожвавлення, пожвавлення – підйом і т. д.

Але питання щодо саморозвитку економічного циклу є суперечливим. Пожвавлення, яке вже розпочалося, рано чи пізно призведе до депресії чи кризи. У той же час депресія, яка настала, не є гарантією швидкого підйому, бо він може і не настати. Тобто не можна

стверджувати про автоматичний підйом з депресії за відсутності впливу особливих потужних факторів, які не мають нерозривного зв'язку зі станом економіки в минулому.

Такими особливими потужними факторами, що мають нерозривний зв'язок з минулою ситуацією економіки і забезпечують безупинний процес циклу, вважають, по-перше, технічний прогрес, по-друге, появу нових ринків. Тобто між депресією і підйомом є певний розрив, яким є втручання нового потужного фактора – збуджувача.

Без сумніву, науково-технічний прогрес відіграє надзвичайно важливу роль в ході розвитку економіки, оскільки обумовлює, зокрема, масовий процес автоматизації, механізації тощо, а це, в свою чергу, приводить до скорочення строків поновлення обладнання. Як наслідок – строк поновлення основного капіталу значно скорочується. Це може призвести навіть до зміни тривалості циклів, як короткострокових, так середньо- і довгострокових.

Мають місце безкризові теорії розвитку економіки. Так, У. К. Мітчелль рекомендує слово «криза» замінити на «перелом». Окрім того, криза, на його думку, проявляється не в кожному циклі, оскільки є випадковим явищем. Доцільно підкреслити, що кризи другої половини ХХ ст., як правило, проявляються не у формі вибуху, різкого перелому кривої динаміки виробництва вниз, а у вигляді застою економіки протягом певного часу на досить високому рівні з плавним переходом до кризи.

Щодо безкризових теорій розвитку економіки, то до них можна віднести інноваційну теорію Й. А. Шумпетера. Він вважає, що криза є наслідком порушень економічних процесів, обумовлених зовнішніми чинниками. На його погляд, кожен новий економічний цикл розпочинається під час депресії, але вже на новому рівні рівноваги.

Якщо говорити про безкризові теорії розвитку, то однією з найкращих теорій, які досліджують довгі цикли, є теорія Г. Менша. Він довгі цикли пояснює моделлю «метаморфоз», суть якої полягає в тому, що кожний довгий цикл являє собою не хвилю, а має форму логістичної кривої, яка відображає траєкторію життєвого циклу технічного способу виробництва, що розглядається. Точку, в якій об'єднуються два життєвих цикли, називають «технологічним патом» або «структурною кризою». Обґрунтовуючи періоди технологічного пату, Г. Менш виходить з того, що між винаходами й інноваціями не має значної кореляції. А відсутність такого сильного зв'язку він пояснює результатом недостатньої інформації про наявність вигідних сфер застосування базових інновацій. На його

думку, технологічний пат обумовлений саме недостатньою інформацією, а не браком прибутку, вільного капіталу чи нових ринків. У той же час С. М. Меншиков і Л. О. Клименко інновацію обґрунтовують економічними причинами, зокрема співвідношенням між гарантованим й потенційним прибутком.

Окрім довгих хвиль, існують хвилі з меншою періодичністю. Так, англійський економіст Дж. Кітчін дійшов до висновку, що циклічним коливанням торгово-промислової кон'юнктури притаманні «малі» цикли, які в середньому тривають 40 місяців, і цикли, які складаються з 2–3 малих. Ці «малі» цикли називають циклами Кітчїна.

Французький економіст К. Жюглар намагався виявити хвилю, яка б лягла в основу процесу розвитку економіки. Він займався вивченням циклу, який триває 7–11 років і пов'язаний з інвестиціями в обладнання. Тепер ці цикли відомі як «цикли Жюглара».

С. А. Кузнець займався дослідженням коливань, які тривають близько 20 років і обумовлені періодичними масовими поновленнями житла і виробничих споруд. Ці коливання відомі як будівельні цикли, і вони пояснюються демографічними змінами.

Залежно від тривалості можна виділити наступні види хвилеподібних циклічних коливань економічної активності:

- дуже короткі, сезонні коливання, до року;
- короткострокові або малі – цикли Дж. Кітчїна, 3–4 роки;
- середні економічні цикли – цикли К. Жюглара, 7–11 років;
- будівельні цикли С. Кузнеця, 20–24 роки;
- великі цикли – цикли М. Кондратьєва, 40–60 років;
- циклічні коливання столітніх трендів (тенденція розвитку економіки).

Потрібно розрізняти поточні дослідження ринку та його суб'єктів від досліджень довгострокових тенденцій економічного розвитку, оскільки залежно від того, що є об'єктом дослідження, є розбіжності в методиці дослідження, в системі показників та їхньому значенні при аналізі й подальшому прогнозі.

Як вже було зазначено, одним з найважливіших завдань кон'юнктурних досліджень є виявлення основних тенденцій розвитку ринку. Щодо дослідження галузевої кон'юнктури, то її також треба проводити в певній послідовності. Для цього потрібно розробити методологічні засади тенденцій розвитку галузевого ринку. Але перед цим доцільно з'ясувати питання, пов'язані з трактуванням таких понять, як «ринок» та «галузь».

Ринок являє собою базову економічну категорію, яка не має однозначного трактування. Це пояснюється тим, що поняття ринку

залежить від мети дослідження. Найчастіше використовують такі тлумачення «ринку».

Ринок являє собою певний інститут чи механізм, який зводить разом покупців і продавців конкретного товару.

Ринок – це «сукупність окремих сегментів споживачів, які диференціюють споживчий попит і формуються в результаті комплексної взаємодії економічних, демографічних, соціальних і психологічних чинників».

Під ринком розуміють «форму організації економічних взаємозв'язків між економічними агентами щодо обміну різноманітних благ в результаті купівлі-продажу».

Ринок є механізмом взаємодії покупців як представників ринкового попиту і продавців, які представляють ринкову пропозицію.

Під галузю розуміють «сукупність підприємств, які виробляють близькі продукти, використовуючи близькі ресурси й близькі технології».

Перш ніж приступити до вивчення тенденцій, які мають місце на галузевому ринку, важливо зазначити, що ринок не є синонімом галузі, бо товари, які виробляються в певній галузі, можна охарактеризовані двоюко: вони можуть бути як близькими заміниками, так і зовсім незалежними товарами. Тобто в галузь об'єднуються підприємства, і в основі цього об'єднання лежить характер технологій, які в них застосовуються. Ринок об'єднаний потребою, яка має бути ним задоволена.

У межах галузі можна виділити підгалузі, що характеризуються виробництвом близьких товарів. Тому чим більше спеціалізовані підприємства підгалузі, тим більш правомірним є ототожнення ринку та підгалузі. Таким чином, коли йдеться про галузевий ринок, мають на увазі підприємства підгалузі, які об'єднані випуском продукції, що може замінюватися, і, які одночасно конкурують один з одним, щоб реалізувати свою продукцію.

Слід вказати, що галузевий ринок має певні особливості. Такими вважаються наступні. По-перше, багатоструктурність, оскільки ринку притаманне паралельне існування різних елементів і взаємодіючих сил. Це обумовлює необхідність оцінки пропорційності розвитку ринку. По-друге, динамічність, бо всі характеристики ринку змінюються з часом. Крім того, вивчення і аналіз динамічних рядів – одне з найважливіших завдань кон'юнктурних досліджень. По-третє, варіаційність, яка викликана, пов'язана з тим, що ринку притаманні коливання як випадкові, так і постійні. Наступні особливості – це циклічність, тобто повторюваність основних тенденцій розвитку через

деякий час; притаманність ринку складних взаємозв'язків (необхідність постійного виявлення безлічі зовнішніх і внутрішніх зв'язків у сфері ринку).

Слід мати на увазі, що в зв'язку з появою нових чинників та нових тенденцій і закономірностей, тобто зміни значимості кон'юнктуроутворюючих чинників, відбувається старіння методики кон'юнктурного аналізу та прогнозу. Тому, доцільно та необхідно регулярно удосконалювати та переглядати методику дослідження кон'юнктури й системи показників, які б відображали як якісні, так і кількісні зміни в економіці.

При аналізі й прогнозі кон'юнктурної ситуації важливим є визначення впливу загальногосподарської кон'юнктури на кон'юнктуру галузеву. Доцільним є також визначення рівня залежності даної галузі від інших галузей та ринків, від експорту та імпорту, від моди. Щоб досягти певних результатів, будь-то певна галузь економіки, підприємство, регіон потрібно вести так звану кон'юнктурну політику. Skorиставшись визначенням кон'юнктурної політики П. Момберта, можна сказати, що:

1) це «поведінка під час певної кон'юнктури для уникнення втрат та збитку або за хорошої кон'юнктури по можливості використовувати її переваги»;

2) «сукупність засобів і можливостей, які мають за мету вплинути на хід кон'юнктури в абсолютно визначеному напрямку.»

Тобто, «будь-яка кон'юнктурна політика має бути, перш за все, прогнозом кон'юнктури, який висуває собі за мету якомога раніше розпізнати ознаки прийдешнього повороту кон'юнктури».

Кон'юнктурну політику можна розділити на:

I. Активну, коли ведеться політика на користь бажаної ситуації на ринку.

II. Пасивну:

а) коли кон'юнктурна політика спрямована проти можливої ситуації;

б) коли кон'юнктурна політика спрямована проти ситуації, яка вже склалася на ринку:

1) зовнішня кон'юнктурна політика:

– політика закупок: політика цін, кондицій, організації закупок та збуту;

– політика збуту: політика цін, кондицій, організації закупок та збуту.

2) зовнішня кон'юнктурна політика:

– політика виробництва й робоча політика;

– фінансова політика.

Основною метою державної галузевої політики є вирішення проблем, пов'язаних з так званими провалами ринку, до яких можна віднести недосконалість системи інформації, серед якої важливе місце посідає такий її феномен як асиметрична інформація; суспільні блага, монопольну владу, зовнішні ефекти.

1.3 Система кон'юнктурних показників

Кон'юнктуру будь-якого ринку вивчають за певними напрямками для кількісної характеристики якісних змін і складання прогнозу. До основних напрямків дослідження кон'юнктури слід включати ті напрямки, які адекватно й оперативно відображають зміни, тенденції та темпи розвитку кон'юнктури ринку й найменше знаходяться під впливом випадкових, неконтрольованих й важкопередбачуваних чинників. Основні напрямки кон'юнктурних досліджень повинні бути підібрані таким чином, щоб мати змогу аналізувати як загальні процеси, так і виявляти особливості розвитку окремих процесів, тобто поряд із загальними даними мають бути менш агреговані показники.

З'ясовуючи напрямки дослідження кон'юнктури ринку, можна зіткнутися з дилемою, оскільки, з одного боку, для кращого, детального, адекватного аналізу стану справ і виявлення кон'юнктурутворюючих чинників та основних тенденцій розвитку потрібно скористатися якомога більшою кількістю напрямків дослідження. Але з іншого боку, кількість обраних напрямків має бути в розумних межах, бо за короткий період часу практично неможливо підібрати дуже об'ємний інформаційний матеріал, який би адекватно відображав кон'юнктурну ситуацію; систематизувати його, проаналізувати та виявити тенденції і скласти необхідний прогноз. По-перше, це пов'язано з тим, що за надмірної кількості кон'юнктурних показників неможливо одночасно всі їх проаналізувати, тобто коли доведені до ладу останні – перші можуть змінитись і вже не відповідати дійсності, тому їх прийдеться доповнювати, уточнювати, щоб не звести нанівець всю проведenu роботу. Таким чином, з чималої кількості напрямків потрібно відібрати найголовніші, які б якнайкраще відображали вплив кон'юнктурутворюючих чинників, тобто саме ті характеристики й чинники, які впливають і формують поточну кон'юнктуру та в найближчий час.

Розробляючи основні напрямки дослідження кон'юнктури, потрібно, перш за все визначитися, що є об'єктом дослідження: чи це

загальногосподарська кон'юнктура, чи регіональна або галузева кон'юнктура. Крім того, основні напрямки дослідження кон'юнктури ринку та інші питання, пов'язані з аналізом, залежать від мети і завдань, які висувуються перед проведенням кон'юнктурного дослідження.

При розробленні напрямків дослідження кон'юнктури потрібно зважати на те, що вона має сприяти вирішенню кількох завдань, зокрема:

- вивченню порівняльної показової сили окремих характеристик кон'юнктури;

- дослідженню послідовності в часі, яка притаманна певним показникам кон'юнктури, оскільки деякі з них йдуть один за одним; а також послідовності їхнього руху та знаходження, при можливості, інтервалів між цими показниками;

- аналізу загальних характеристик кон'юнктури: так званих єдиних показників чи тотальних індексів, які необхідні для діагностики та економічних барометрів – для прогностичних цілей.

Не всі показники прямо й безпосередньо характеризують і відображають певні кон'юнктурні зміни. Деякі з них можуть характеризувати кон'юнктурні процеси лише як непрямі індикатори. Це обумовлено відсутністю або обмеженою кількістю прямих даних, необхідних для повного, детального аналізу.

Оскільки розвиток кон'юнктури різних ринків може бути охарактеризований як нерівномірний, а то й з діаметрально протилежним рухом, тому ймовірно, що одні й ті ж показники, навіть при одночасних подіях, але на різних ринках, будуть характеризувати протилежні тенденції.

Однією із спільних особливостей всіх показників кон'юнктури є їхня властивість змінюватися залежно від руху господарства з однієї фази циклу в іншу. На основі результатів дослідження зміни показників кон'юнктури, які мали місце під час руху циклів, можна робити висновок не тільки про зміни, які вже мали місце, але й використовувати деякі з цих показників для прогнозування кон'юнктури.

Потрібно зупинитись на основних напрямках дослідження, які необхідні для діагностики кон'юнктури. Щодо характеристик, необхідних для аналізу кон'юнктури, то існує дві точки зору. Прихильники першої точки зору вважають, що для загального аналізу кон'юнктури достатньо використовувати один чи декілька окремих показників. Сутність цієї методики зводиться до того, що вони відбирають деякі показники, які більш-менш вдало репрезентують

кон'юнктуру всього народногосподарського механізму. Ж. Лескюр і І. Фішер такими характеристиками вважали «загальний рівень товарних цін.»

С. А. Фалькнер мав аналогічну точну зору: «Напрямок руху загального рівня цін є, безумовно, найважливішим показником кон'юнктури товарного господарства». Цю думку продовжує В. М. Штейн, який зазначав, що «...хребтом руху кон'юнктури є зрушення цін, які призводять до різноманітних дій на всі сторони господарського життя. Тому рух цін і виявляється основною причиною економічного розвитку».

Є також й інші погляди на цю проблему, зокрема таким основним показником, який чуйно реагує на загальні коливання господарської кон'юнктури, називають зміну безробіття, рух облікового відсотка та ряд інших.

Але слід зазначити, що використовувати індекс цін як основний показник кон'юнктури неправомірно, особливо в умовах інфляції. Таку позицію можна підтвердити словами Л. Боулі: «...коли рух цін обумовлюється політикою, яка контролює грошовий обіг, неможливо припустити, щоб ціни мали таке ж значення для оцінки кон'юнктури, як...коли гроші здавались чимось визначеним.» Звичайно, це не означає, що його не потрібно використовувати як один із основних напрямків, що характеризував би кон'юнктуру.

Щодо прихильників другої точки зору, то вони вважають, що не можна використовувати один чи кілька показників для аналізу кон'юнктури, а пропонують скористатися комплексом показників, які можна звести в єдиний показник.

Перш ніж розглянути єдиний показник, слід зазначити, що він являє собою середню геометричну з даних про послідовні кількісні зміни окремих показників кон'юнктури. Це можна пояснити тим, що середня геометрична є незалежною від початкової бази, що дає змогу спостерігати за динамікою кон'юнктури за будь-який короткий період часу. Середня геометрична, на відміну від середньої арифметичної, менш залежна від крайніх відхилень, а тому дає кращі результати. Крім того, тільки за допомогою ланцюгового методу можна прослідкувати за поточними змінами рівня кон'юнктури, оскільки є можливість безпосередньо порівняти характеристики за короткий період часу, усунувши вплив початкової бази, яка є випадковою і вже не придатна для динаміки економіки останніх періодів. Таким чином, тільки використовуючи ланцюговий метод, можна виявити загальну тенденцію ринку. Як зазначав С. О. Первушин, «...тотальний індекс, як єдиний показник кон'юнктури, тим точніше відображає тенденцію

останньої, чим коротший період, за який він обчислений.».

Вимогами, що висуваються при побудові тотального індексу, є наступні. По-перше, до даного індексу має бути включена значна кількість характеристик. По-друге, відібрані характеристики повинні мати якомога більшу відносну незалежність, тобто до індексу мають увійти різноманітні показники. По-третє, характеристики повинні мати репрезентативний характер для кожної групи явищ.

Таким чином, єдиний показник повинен відобразити коливання кон'юнктури в минулому й бути приблизним показником-орієнтиром загального напрямку кон'юнктури.

Тотальний індекс, побудований С. О. Первушиним, складається з 9 груп, в які ввійшов 41 показник, а саме:

I. Товарні ціни – загальний рівень цін як оптових, так і роздрібних.

II. Виробництво (промисловість). Ця група складається з 11 показників.

III. Сільське господарство (3 показники).

IV. Торгівля (6 показників).

V. Транспорт (5 показників).

VI. Ринок грошей (грошовий обіг та кредит). До групи увійшло 5 показників.

VII. Ринок капіталу (4 показники).

VIII. Ринок праці (3 показники).

IX. Фінанси (3 показники).

Слід зазначити, що неодноразово робилися спроби побудувати єдиний індекс для характеристики розвитку кон'юнктури. Але жоден з них не в змозі відобразити дійсного масштабу кон'юнктури, а тільки дає загальну уявлення про хід кон'юнктури. Це можна пояснити тим, що при побудові цих індексів довільно беруться характеристики, що характеризують як сферу виробництва, так і сферу споживання, крім того, навряд чи доцільно вважати всі характеристики, які ввійшли до індексу, рівнозначними. Жоден з індексів не може дати адекватну характеристику економічних циклів. Це пов'язано з тим, що економічні цикли поєднують чимало циклічних коливань економічних процесів, які мають різну амплітуду, а також не співпадають у часі. Тому такі комплексні явища просто неможливо точно відобразити за допомогою якогось одного напрямку.

В. Репке вважав, що надійність кон'юнктурної характеристики тим вища, чим менше піддається вона іншим впливам, аніж кон'юнктури як такої; крім того, чим більше на неї впливає сам рух кон'юнктури.

Для вирішення завдань, які стоять при дослідженні і аналізі кон'юнктури ринку, потрібно з'ясувати основні напрямки дослідження і при їх розробленні доцільно дотримуватись таких пунктів:

- I. Ринковий попит.
- II. Пропозиція ринку.
- III. Пропорційність ринку.
- IV. Масштаб ринку.
- V. Стійкість і динаміка розвитку ринку.
- VI. Регіональні особливості ринку.
- VII. Ділова активність і комерційний ризик.

Можна сказати, що на кон'юнктуру галузевого ринку найвагоміший вплив мають три напрямки: ринкова ситуація, цінові характеристики й характеристика ринкової інфраструктури.

Завдання для самоперевірки

1. Кон'юнктура, кон'юнктура ринку, кон'юнктурні дослідження.
2. Сутність ситуаційного аналізу.
3. Етапи проведення кон'юнктурного дослідження.
4. Місце кон'юнктурних досліджень при інформаційному забезпеченні підприємства.
5. Основні риси і особливості розробки методики дослідження кон'юнктури.
6. Методи аналізу економічної кон'юнктури.
7. Значення кон'юнктурного аналізу у системі ринкових досліджень.
8. Специфіка кон'юнктурних прогнозів.
9. Ключові напрямки вивчення ринку.
10. Система показників кон'юнктури.
11. Аналіз і передбачення кон'юнктури.
12. Кон'юнктурні оцінки ринкової ситуації.
13. Особливості дослідження кон'юнктури окремих видів ринків.

ТЕМА 2

ЛОГІКА ПРИКЛАДНОГО МОДЕЛЮВАННЯ. СУТНІСТЬ І ВИДИ ПРОГНОЗІВ

- 2.1 Методологічні основи моделювання та прогнозування.
- 2.2 Прогноз і методика прогнозування.
- 2.3 Економіко-статистичне й економіко-математичне моделювання.

Література: основна [2, 5, 6, 9, 11, 23, 28]; додаткова [4, 6, 16, 20, 37, 42].

Питання 2.1, 2.2 – для аудиторного розгляду; питання 2.3 – для самостійного опрацювання.

2.1 Методологічні основи моделювання та прогнозування

Моделювання – один з ефективних засобів пізнання законів і закономірностей навколишнього світу. Суть моделювання полягає в заміні реального процесу певною конструкцією, яка відтворює основні, найголовніші риси процесу, абстрагуючись від вторинних, неістотних. Будь-яка конструкція – це спрощений, схематичний образ реальності. Мистецтво моделювання саме й полягає в тому, щоб знати, що, де, коли і як можна й треба спрощувати.

Особливого значення набувають моделі при вивченні закономірностей масових процесів, які не доступні прямому спостереженню і не піддаються експериментуванню. Передусім це стосується соціально-економічних явищ і процесів, закономірності яких формуються під впливом безлічі взаємозв'язаних факторів.

За своєю природою соціально-економічні явища і процеси – стохастичні, імовірнісні, крім того невизначеність – їх внутрішня властивість. Вивчення цих процесів, передбачення перспектив їх подальшого розвитку, прийняття оптимальних управлінських рішень мають спиратися на такі моделі, які й в умовах невизначеності забезпечують сталість і надійність висновків. Такими є статистичні моделі. Вони належать до класу математичних, виражаються у формі рівнянь, функцій, алгоритмів; при їх розв'язуванні поєднуються логіко-алгебраїчні та імовірнісні методи.

Формальною статистична модель являє собою абстрактну схему відношень між величинами, що характеризують властивості реального процесу. Вибір же цих властивостей і розробка схем відношень між

ними здійснюється неформальним шляхом. На основі апріорного аналізу природи процесу формуються гіпотези щодо окремих його властивостей і закономірностей. Гіпотези перевіряють на фактичних даних.

Зв'язок між математичною схемою моделі і реальним процесом забезпечується поєднанням у моделі інформації двох типів:

1) апріорі логічно обґрунтованих гіпотез щодо природи й характеру властивостей процесу, співвідношень і взаємозв'язків між ними;

2) емпіричних даних, що характеризують ці властивості.

Модель встановлює відповідність між сукупністю фактів і гіпотезами, імітує механізм формування закономірностей. На моделях проводять експерименти, результати яких поширюються на реальність. Основна вимога, що ставиться до моделі, — подібність, адекватність її реальному процесу.

Щоб зрозуміти загальну логіку моделювання, умовно розкладемо його на етапи:

- 1) Характеристика мети і об'єкта моделювання.
- 2) Розвідувальний аналіз даних.
- 3) Математична формалізація моделі.
- 4) Оцінювання параметрів моделі.
- 5) Перевірка адекватності моделі.
- 6) Аналіз та інтерпретація результатів.

На першому етапі визначаються мета і об'єкт моделювання. Мета – це кінцеве призначення моделі, наприклад, діагностика процесу, аналіз механізму його формування, тенденцій розвитку тощо. Залежно від мети дослідження один і той самий процес можна описати різними моделями.

При формуванні ознакової множини X – вирішальну роль відіграють експертні оцінки значущості та інформативності окремих ознак, враховується можливість їх точного вимірювання, діапазон варіації, трудомісткість збирання інформації.

У статистичному моделюванні сукупність завжди розглядається як вибірка – класична чи гіпотетична. Класична вибірка – це частина реальної генеральної сукупності, відібрана для обстеження за принципами вибіркового методу. Гіпотетична генеральна сукупність оперує не кількістю елементів, а кількістю можливих наслідків функціонування об'єкта моделювання в одних і тих самих умовах. Отже фактичні дані, навіть якщо вони є результатом суцільного обстеження сукупності, розглядаються як випадкові реалізації стохастичного, непередбачуваного процесу. Це

дає підстави для ймовірного оцінювання результатів моделювання.

Завдання ймовірного оцінювання – встановити, наскільки виявлена закономірність позбавлена випадкових впливів, наскільки вона характерна для того комплексу умов, в яких функціонує об'єкт моделювання. Якісна своєрідність і неповторність статистичних сукупностей потребує інтерпретації цих оцінок щодо конкретних умов простору й часу. В окремих випадках ймовірнісне оцінювання результатів суцільного спостереження недоречно, скажімо, при визначенні рейтингів окремих елементів сукупності. Проте мета конкретного дослідження не може відкинути правомірність використання таких оцінок.

Розвідувальний аналіз даних передбачає:

- статистичне описування об'єкта визначення середніх, стандартних відхилень, інших характеристик розподілу;
- уніфікацію типів ознак, приведення їх до одного виду;
- тестування сукупності на однорідність, ідентифікацію аномальних спостережень;
- відтворення пропущених даних;
- оцінювання взаємозв'язків між ознаками.

Побудова моделі ґрунтується на основі певних правил та алгоритмів, які визначають порядок розрахунків і математичних дій, необхідних для обробки інформації. На етапі математичної формалізації моделі обґрунтовується алгебраїчна форма розрахунків, відношення між властивостями процесу описуються символами та знаками, порядок розрахунків – блок-схемами.

Перевірка адекватності моделі означає оцінювання ступеня відповідності параметрів моделі характеристикам об'єкта. На цьому етапі використовують різні процедури порівняння модельних висновків, перевірки статистичних гіпотез за допомогою статистичних критеріїв. Перевірка адекватності моделі має сенс лише щодо мети дослідження і не може бути абстрактною.

Заключний етап моделювання – аналіз та інтерпретація результатів – один з найскладніших і найвідповідальніших. Складність його полягає тому, що для інтерпретації результатів не існує готових алгоритмів чи рецептів. Єдина спільна для всіх моделей вимога – інтерпретація має узгоджуватися з первинними гіпотезами. Основні висновки формуються у змістовних термінах: зміст параметрів моделі, правильність перевірюваних гіпотез, оцінювання ступеня їх вірогідності.

Можна сформулювати два принципи статистичного моделювання:

- підпорядкованість меті дослідження на всіх етапах моделювання;
- забезпечення адекватності моделі.

Слід пам'ятати, що єдино правильної, «ідеальної» моделі не існує. Ту ж саму закономірність можна описати різними моделями. Вибір того чи іншого типу моделі залежить від мети дослідження, специфіки явища або процесу, масштабу об'єкта моделювання, наявної інформації, технічного та програмного забезпечення.

2.2 Прогноз і методика прогнозування

Одна з найскладніших проблем системи управління – передбачити майбутнє і віднайти ефективні рішення в умовах невизначеності. Інструментом мінімізації невизначеності слугує прогнозування, а прогнозом називають науково обґрунтований висновок про майбутні події, про перспективи розвитку процесів, про можливі наслідки управлінських рішень.

За специфікою об'єктів прогнозування прогнози поділяють на науково-технічні, економічні, соціальні, військово-політичні тощо. Економічні прогнози, в свою чергу, класифікують за масштабністю об'єкта на глобальні (світові), макроекономічні, структурні (міжгалузеві й міжрегіональні), регіональні, галузеві, мікроекономічні.

Прогнозування передбачає систему наукових доведень, використання методів і прийомів з різним ступенем формалізації, узгодженість окремих висновків і оцінок щодо майбутнього розвитку процесу. В світовій практиці прикладного прогнозування використовують різні методи: статистичні (прогнозна екстраполяція), функціонально-ієрархічні (прогнозні сценарії), методи структурної аналогії, імітаційного моделювання, експертні оцінки. Кожен метод має свої особливості, позитивні якості й вади, свої межі використання.

При прогнозуванні соціально-економічних процесів перевага віддається статистичним методам, прогнозним результатом яких є очікувані в майбутньому значення характеристик процесу.

Очевидно, що майбутнє неможливо спостерігати, а очікуваний результат – виміряти, його можна лише передбачити за певних умов, скажімо, «...якщо тенденція не зміниться, то ...» або «...якщо станеться подія А, то ...» і т. ін. Якщо умови зміняться, то автоматично зміниться і результат прогнозування. Отже статистичний прогноз, побудований за схемою «...якщо, то ...», завжди є умовним.

Іншою особливістю статистичного прогнозу є визначеність його в часі. Часовий горизонт прогнозу називають періодом упередження. За тривалістю цього періоду вирізняють прогнози: короткострокові (до 1 року), середньострокові (до 5 років) й довгострокові (від 5 до 20 років і більше). Тривалість періоду упередження залежить від специфіки об'єкта прогнозування, інтенсивності динаміки, тривалості дії виявлених закономірностей та тенденцій.

Прогнозний результат на період упередження можна представити одним числом (точковий прогноз) або інтервалом значень, до якого з певною ймовірністю належить прогнозна величина (інтервальний прогноз).

Статистичні прогнози ґрунтуються на гіпотезах про стабільність значень величини, що прогнозується; закону її розподілу; взаємозв'язків з іншими величинами тощо. Основний інструмент прогнозування – екстраполяція. Сузь прогнозної екстраполяції полягає в поширенні закономірностей, зв'язків і відношень, виявлених в t-му періоді, за його межі. Залежно від гіпотез щодо механізму формування і подальшого розвитку процесу використовують різні методи прогнозної екстраполяції. Їх можна об'єднати в дві групи:

- екстраполяція закономірностей розвитку – тенденцій і коливань;

- екстраполяція причинно-наслідкового механізму формування процесу – багатофакторне прогнозування.

Ці методи різняться не процедурою розрахунків прогнозу, а способом описування об'єкта моделювання. Екстраполяція закономірностей розвитку ґрунтується на вивченні його передісторії, виявленні загальних і усталених тенденцій, траєкторій зміни в часі. Абстрагуючись від причин формування процесу, закономірності його розвитку розглядають як функцію часу. Інформаційною базою прогнозування слугують одномірні динамічні ряди.

При багатофакторному прогнозуванні процес розглядається як функція певної множини факторів, вплив яких аналізується одночасно або з деяким запізненням. Інформаційною базою виступає система взаємозв'язаних динамічних рядів. Оскільки фактори включаються в модель в явному вигляді, то особливого значення набуває апіорний, теоретичний аналіз структури взаємозв'язків.

Важливим етапом статистичного прогнозування є верифікація прогнозів, тобто оцінювання їх точності й обґрунтованості. На етапі верифікації використовують сукупність критеріїв, способів і процедур, які дають можливість оцінити якість прогнозу.

Найбільш поширене ретроспективне оцінювання прогнозу,

тобто оцінювання прогнозу для минулого часу (ex-post прогноз). Процедура перевірки така. Динамічний ряд поділяється на дві частини: перша – для $t = 1, 2, 3, \dots, p$ – називається ретроспекцією (передісторією), друга – для $t = p + 1, p + 2, p + 3, \dots, p + (n - p)$ – прогнозним періодом.

За даними ретроспекції моделюють закономірність динаміки і на основі моделі розраховують прогноз Y_{p+v} , де v – період упередження. Ретроспекція послідовно змінюється, відповідно змінюється прогнозний період, що унаочнює рисунок 1 (для $v = 1$).

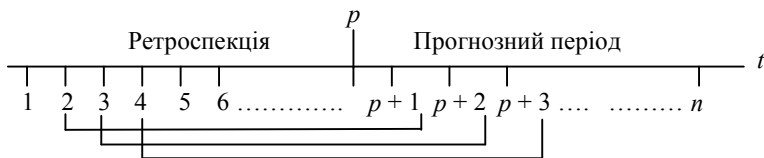


Рисунок 1 – Схема ретроспективної перевірки точності прогнозу для $v = 1$

Оскільки фактичні значення прогнозного періоду відомі, то можна визначити похибку прогнозу як різницю фактичного y_t і прогнозного Y_t рівнів: $e_t = y_t - Y_t$. Всього буде $n-p$ похибок. Узагальнюючою оцінкою точності прогнозу є середня похибка

– абсолютна $\bar{e} = \frac{\sum |e_t|}{n-p}$,

– квадратична $s = \sqrt{\frac{\sum e_t^2}{n-p}}$.

Для порівняння точності прогнозів, визначених за різними моделями, використовують похибку апроксимації (%):

$$\hat{A} = 100 \frac{\sum \left| \frac{e_t}{y_t} \right|}{n-p}$$

Якщо результат оцінювання точності прогнозу задовольняє визначені критерії точності, наприклад, 5-10%, то прогнозна модель вважається прийнятною і рекомендується для практичного використання. Похибка прогнозу залежить від довжини ретроспекції та горизонту прогнозування. Оптимальним співвідношенням між ними вважається 3:1.

При оцінюванні та порівнянні точності прогнозів використовують також коефіцієнт розбіжності Г. Тейла, який дорівнює нулю за відсутності похибок прогнозу і не має верхньої межі:

$$V = \frac{\sqrt{\sum (y_t - Y_t)^2}}{\sqrt{\sum y_t^2}}.$$

Існуючі методи верифікації прогнозів у більшості ґрунтуються на статистичних процедурах, які зводяться до побудови довірчих меж прогнозу, тобто до побудови інтервальних прогнозів.

При прогнозуванні процесів, розвиток яких повністю або частково не піддається формалізації (наприклад, розвиток науки і техніки, соціально-економічні та політичні наслідки прийняття певних управлінських рішень), використовують методи експертних оцінок. Вони ґрунтуються на мобілізації професійного досвіду та інтуїції експертів, які добираються за принципом компетентності.

Завдання для самоперевірки

1. У чому полягає сутність моделювання?
2. Які існують методи економіко-статистичного та економіко-математичного моделювання?
3. Назвати методологічні основи моделювання та прогнозування.
4. Перелічити основні етапи моделювання та дати характеристику кожному з них.
5. Що таке прогноз та прогнозування?
6. У чому полягає специфіка експертних оцінок як методу прогнозування?
7. Які виникають складнощі при інтерпретації результатів моделювання та прогнозування?

ТЕМА 3

КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ В ТУРИЗМІ

- 3.1 Характеристика об'єкта моделювання.
- 3.2 Формування інформаційної бази моделі, етапи її формування.
- 3.3 Особливості обробки даних при використанні сучасних комп'ютерних технологій.
- 3.4 Графічні методи аналізу даних.

Література: основна [5, 6, 11]; додаткова [13, 45].

Питання 3.1, 3.2 – для аудиторного розгляду; питання 3.3, 3.4 – для самостійного опрацювання.

3.1 Характеристика об'єкта моделювання

Об'єктом моделювання виступає статистична сукупність, в якій реалізується закономірність. Формально будь-яку сукупність можна подати у вигляді впорядкованого набору даних з параметрами n , m , T де n – кількість елементів сукупності ($i = 1, 2, \dots, n$), m – кількість зареєстрованих в i -го елемента ознак ($i = 1, 2, \dots, m$), T – календарний термін періоду з певними квантами часу (рік, квартал, місяць, доба тощо). Отже, інформаційна одиниця об'єкта моделювання – значення i -ї ознаки у i -го елемента сукупності у i -му періоді – x_{iji} . Якщо сукупність вивчається у статиці, то інформація представляється матрицею $n \cdot m$, якщо в динаміці, то матрицею $T \cdot m$.

Характеристика об'єкта моделювання включає такі моменти:

- вибір одиничного елемента сукупності – носія характерних для закономірності рис;
- визначення просторових і часових меж об'єкта моделювання;
- формування ознакової множини моделі.

Вибір первинного елемента сукупності залежить від рівня об'єкта моделювання. Межі об'єкта моделювання задаються обсягом сукупності n для статичних моделей і тривалістю періоду T – для динамічних.

3.2 Формування інформаційної бази моделі, етапи її формування

Масив первинних даних у системі Statistica організується і зберігається у вигляді електронної таблиці Spreadsheet з рядками Cases і стовпцями Variables. Тобто в рядках електронної таблиці розміщуються елементи статистичної сукупності ($j = 1, 2, \dots, n$), по стовпцях — ознаки ($i = 1, 2, \dots, m$). Клітинки таблиці призначені для числової або текстової інформації. У системі реалізовано так званий механізм «подвійного запису», за яким встановлюється еквівалент: число = текстове значення. У процесі опрацювання інформації можна переключатися з одного типу даних на інший.

Уведення первинних даних у таблицю здійснюється різними способами, а саме:

- безпосередньо з клавіатури;
- перетворенням існуючого масиву даних за допомогою певних операцій (ранжування, стандартизації), математичних або статистичних функцій (ln, sin тощо);
- імпортуванням даних з інших Windows додатків, наприклад з Excel.

При формуванні нового файлу через команду New Data автоматично створюється таблиця розміром $10 \cdot 10$: по стовпцях – 10 ознак (VAR1, VAR2 ...) і по рядках – 10 спостережень. Залежно від обсягу наявної інформації стандартну структуру електронної таблиці можна змінити, додаючи або вилучаючи певні ознаки чи спостереження.

Якщо для конкретної моделі масив первинних даних містить 15 спостережень і чотири ознаки. Отже необхідно із стандартної електронної таблиці вилучити шість ознак і додати п'ять спостережень. За допомогою кнопок Vars і Cases на панелі інструментів вибирають відповідні команди:

- 1) Delete Variables – вилучити ознаки в діапазоні VAR5 – VAR10;
- 2) Add Cases – додати спостереження (вказати їх кількість – 5 і номер спостереження, за яким їх треба розмістити – 10).

Необхідним етапом формування інформаційної бази є специфікація ознак, тобто визначення основних параметрів кожної з них: імені, формату, коду для пропущених даних, формули.

Найпростіший спосіб надання специфікації ознакам – через команду Current Specs – Поточні специфікації (кнопка VARS). Основні з них:

Name – ім'я, не більше восьми символів. У протилежному разі необхідно використати мітку Label у полі Long Name. Наприклад, Name: ВВП; Label: Валовий внутрішній продукт 2007 р. у поточних цінах, млрд. грн.;

MD code – код, який приписується пропущеним даним. Можна вилучити дані з розрахунків, замінити їх середніми значеннями або інтерполювати. За умовчання MD code становить – 9999.

Decimals – кількість розрядів після коми.

Display Format – спосіб представлення ознак різних типів: числа, дати, час, науковий формат, грошовий формат, проценти.

Якщо значення *i*-ї ознаки необхідно розрахувати, то в текстовому полі Long Name задається формула, за якою ведеться розрахунок. Формула починається із знака «=». При потребі у формулі використовують математичні чи статистичні функції – Functions. У цьому ж текстовому полі можна встановити зв'язок (link) з іншими Windows додатками за допомогою механізму DDE.

Еквівалент між числовим і текстовим значеннями ознак встановлюється через команду Text Values. За допомогою команди All Specs можна переглянути й відредагувати специфікації усіх ознак.

Інші параметри електронної таблиці встановлюють за допомогою функціональних кнопок на панелі інструментів. Так, імена спостережень (рядків) – через кнопку Cases, а заголовок таблиці – через кнопку Workbook – робочі книги. Після того, як всі параметри таблиці задано, можна вводити дані.

Спеціалізований модуль Data Management має значно ширші можливості доступу до команд з формування структури таблиць і специфікації первинних даних. У діалоговому вікні Create New Data File можна одразу задати кількість спостережень і кількість ознак, їх імена, формат і заголовок файла. У файл первинних даних спеціального формату можна конвертувати кореляційну матрицю.

Для роботи з даними в системі Statistica реалізовано всі стандартні операції методу Drag-and-Drop, зокрема:

- копіювання, переміщення, вставка;
- автозаповнення блоків з регулярною структурою;
- стандартизація даних;
- транспонування;
- зсування значень ознаки на певний лаг;
- ранжування даних;
- перекодування значень ознаки, перехід від однієї шкали вимірювання до іншої.

Завдання для самоперевірки

1. Комп'ютерні технології економіко-статистичного й економіко-математичного моделювання.
2. Процедура описування об'єкта моделювання.
3. Особливості обробки даних при використанні сучасних комп'ютерних технологій?
4. Способи формування інформаційної бази моделі.
5. Програмне забезпечення економічних досліджень.
6. Розвідувальний аналіз даних.
7. Графічна підтримка процесу обробки даних.
8. Візуалізація результатів аналізу.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2

МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ ДИНАМІКИ

ТЕМА 4

ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНОВАГИ В ЕКОНОМІЦІ

- 4.1 Види економічних процесів.
- 4.2 Зміст і види економічної кон'юнктури.
- 4.3 Економічні барометри.
- 4.4 Основні складові динамічної моделі.

Література: основна [15, 17, 18, 27]; додаткова [3, 7, 8, 15, 17, 21–35, 39–41, 43, 44, 46, 47].

Питання 4.1, 4.2, 4.3 – для аудиторного розгляду; питання 4.4 – для самостійного опрацювання.

4.1 Види економічних процесів

Найбільш загальна класифікація видів економічних процесів.

Залежно від динаміки розвитку економічні процеси поділяють на еволюційні та хвилеподібні.

Еволюційні процеси – це неповторні чи необоротні процеси, які за умови відсутності різких сторонніх впливів відбуваються у тому самому напрямку з певною тенденцією росту або зниження показників.

Так як еволюційні процеси є неповторними й необоротними, то вони являють собою процеси від однієї локальної рівноваги до іншої. Вони підкреслюють динаміку нерівноваги в економіці.

Процеси переходу з одного стану рівноваги до іншого є еволюційними.

Хвилеподібні процеси – це повторювані чи оборотні процеси, при яких однакові значення показників можуть бути досягнуті в різні періоди часу з однаковими або подібними супутніми збігами обставин.

Хвилеподібні процеси описують стан періодичного відхилення системи від середнього значення рівноваги. Ці процеси характеризуються повторюваністю і оборотністю.

Економічний розвиток країни в цілому є необоротним процесом, так як, в основному, характеризує перехід від однієї стадії

до іншої, а умови зміни цього ходу безперервно змінюються. Загальноекономічний процес є необороним за умови його розгляду у всій складності. Але група ряду його економічних елементів виявляє хвилеподібні оборотні рухи. Вони пояснюють коливання, яким підлягає загалом необоротний еволюційний розвиток економіки.

Еволюційні й хвилеподібні процеси можуть бути піддані коливальним збуренням постійного (хвилеподібного) і випадкового характеру.

4.2 Зміст і види економічної кон'юнктури

Для розвитку науки про кон'юнктуру важливу роль відіграв Кон'юнктурний інститут. Як науковий заклад Кон'юнктурний інститут був заснований у вересні 1920 р. в Москві при Тимірязєвській сільськогосподарській академії. Завідуючим цього інституту було призначено М. Д. Кондратьєва. Кон'юнктурний інститут вважався одним з кращих в Європі. Залежно від напрямків дослідження Кон'юнктурний інститут складався з шести секцій:

- індексів та цін;
- сільськогосподарського ринку;
- кон'юнктури промисловості, торгівлі, праці та транспорту;
- грошового обігу, кредиту та фінансів;
- світового господарства;
- методології вивчення кон'юнктури.

Кон'юнктурним інститутом видавався щомісячник «Економічний бюлетень Кон'юнктурного інституту», журнал «Питання кон'юнктури».

Але з 1 липня 1928 р. Кон'юнктурний інститут Наркомфіну СРСР припинив свою діяльність. Замість нього було засновано Бюро фінансової кон'юнктури, яке вже в 1929 р. припинило існування.

Інтерес М. Д. Кондратьєва до динамічного й статичного підходу при аналізі економічних явищ був привитий йому його вчителями, перш за все М. І. Туган-Барановським і М. М. Ковалевським. Зважаючи на щойно сказане, доцільно особливою увагою наділити кон'юнктурне вчення М. Д. Кондратьєва.

Перш ніж дати визначення кон'юнктури, доцільно розібратися з поняттями економічної статистики й динаміки.

Під статичною розуміють таку теорію, яка розглядає економічні явища, по суті, поза їх зміною в часі. Динамічна теорія вивчає економічні явища в процесі їх зміни з часом. У свою чергу, динамічні процеси розділяють на процеси кількісних та якісних змін. Якісні

зміни динамічних процесів спостерігаються у тому випадку, коли елементи економічного життя чи їхнього зв'язку піддаються змінам, хоча в результаті їх ці елементи залишаються в тому ж обсязі, тій же кількості. Майже всі якісні зміни, врешті-решт, мають призвести до змін кількісних. Однією з найважливіших заслуг М. Д. Кондратьєва є те, що, на його думку, економічна кон'юнктура – це синонім економічної динаміки і являє собою постійний процес, що складається з рухів двох видів. Перший рух відображає хвилеподібні, спонтанні оборотні процеси, а інший – процеси необоротні, еволюційні і вони відображають поступальний розвиток виробничих сил суспільства.

Перед тим як підійти до визначення поняття кон'юнктури, дане М. Д. Кондратьєвим, необхідно врахувати, що мова йде про народне господарство, побудоване на основі ринкового обміну. Зрозуміло, що саме ринок визначає успіх і невдачу господарської діяльності, адже відомо, що бувають періоди в економіці, які можуть сприяти розвитку підприємництва та господарської діяльності взагалі, і періоди, коли господарська ініціатива зустрічає об'єктивні перешкоди для свого розвитку. Таким чином, можливі випадки, коли збіг обставин сприятливий для розвитку господарства і навпаки. Саме виявлення більш-менш сприятливого збігу обставин приводить до поняття кон'юнктури.

М. Д. Кондратьєв підкреслював, що можна вбачати економічний зміст поняття кон'юнктури ні в чому іншому як в тій сукупності обставин, яка проявляється завдяки ринку, від якої залежить підйом чи спад приватного або народногосподарського життя... І все питання зводиться до того, щоб якомога точніше вказати, про які саме обставини йдеться мова, і як визначити сприятливість чи несприятливість їх збігу.

Таким чином, під економічною кон'юктурою кожного моменту потрібно розуміти напрямок і ступінь зміни сукупності елементів функціонування народного господарства в порівнянні з попереднім моментом часу.

Зрозуміло, що для кожного моменту буде своя кон'юнктура. І якщо порівнювати кожний наступний момент з попереднім, то можна одержати систему кривих. Сукупність цих кривих в їх взаємозв'язку і буде характеризувати собою криву зміни кон'юнктури. Тобто поняття кон'юнктури, виведене Кондратьєвим, спирається на коливальні зміни елементів господарства та їх сукупності.

С. О. Первушин залежно від того, в якому аспекті розглядалась кон'юнктура – статичному чи динамічному – дав два її визначення. По-перше, динамічне визначення кон'юнктури, коли кон'юнктура

являє собою рух і процес, що безперервно розвивається. По-друге, статичне визначення кон'юнктури. У цьому аспекті під нею розуміли «відомий стан народного господарства у відомий момент часу в порівнянні з його станом в який-небудь інший момент часу, що йому передує».

Крім того, кон'юнктуру як в статичному, так і в динамічному аспекті можна виділити:

- як в широкому, так і в вузькому смисловому значенні слова;
- як загальну, так і спеціальну (часткову).

Кон'юнктура в широкому значенні являє собою «...динаміку народного господарства в цілому, тобто складні коливальні рухи, які спостерігаються в конкретному господарському житті незалежно від того, якими б причинами вони не обумовлювались: сезонними коливаннями, відновлюваними процесами, врешті, чисто кон'юнктурними коливаннями». «Загальногосподарська кон'юнктура характеризує стан усього відтворювального процесу в масштабах світового господарства та економіки будь-якої держави на той чи інший період».

Кон'юнктуру у вузькому значенні можна розуміти як «властиві товарно-міновому господарському устрою... стихійні більш-менш періодичні коливальні рухи господарського організму, які супроводжуються як кількісними, так і якісними змінами і найяскравіше проявляються у сфері ринку, цін, доходів, тобто в коливаннях цін і ціннісних зсувах».

Частковою кон'юнктурою є «... відношення стану кон'юнктури тієї чи іншої галузі народного господарства до загальної народногосподарської кон'юнктури в даний момент».

Спеціальну кон'юнктуру М. Д. Кондратьєв розділяв на просту і диференційну. Під простою спеціальною кон'юнктурою розуміють кон'юнктуру, яка характеризує ступінь зміни характеристик та складових частин певного регіону, галузі чи товару на заданий момент в порівнянні з попереднім моментом. Тобто проста спеціальна кон'юнктура ідентична загальному поняттю кон'юнктури. Що ж стосується диференційної кон'юнктури, то це проста кон'юнктура даної галузі, але яка береться у порівнянні або відношенні до кон'юнктури інших галузей.

Форми прояву кон'юнктури, окрім вже зазначених, можна назвати таким чином:

І. Залежно від тривалості кон'юнктурних коливань:

- 1) кон'юнктури з довгими хвилями, які тривають 5-10 років;

2) кон'юнктури з короткими хвилями. Вони обумовлені економічними та соціальними явищами, які носять періодичний характер. До них можна віднести:

а) коливання, пов'язані з визначеними строками платежів і поставок;

б) сезонні коливання;

в) коливання кон'юктур, обумовлені змінами в моді. Такі коливання кон'юктур мають кілька особливостей:

причини, які впливають на моду, співпадають з причинами, що обумовлюють решту кон'юктур з короткими хвилями;

оскільки кон'юнктури мод обумовлені не економічними причинами, а мають соціально-психологічний характер, то неможливо точно визначити їхню періодичність;

кон'юнктуру мод можна назвати аномальним явищем, оскільки незважаючи на досить коротку тривалість коливань і незначну загальногосподарську інтенсивність, вони мають майже міжнародний характер;

3) кон'юктурні коливання, які важко піддаються аналізу, бо вони характеризуються дуже малою тривалістю коливань і значною локалізацією.

II. Залежно від причин кон'юнктури. Оскільки будь-яка подія може змінити співвідношення між попитом та пропозицією, тобто стати чинником утворення кон'юнктури. Залежно від цього розрізняють:

1) ендогенні кон'юнктури. Вони обумовлені внутрішніми причинами. Їх ще іноді називають господарські кон'юнктури або природні кон'юнктури, оскільки вони викликані причинами природного порядку;

2) екзогенні кон'юнктури (позагосподарські, соціальні кон'юнктури). Їх причинами є події політичного, соціального, технічного й правового характеру.

Окремою групою виділяється так звана антиципаційна кон'юнктура. В перекладі з німецької мови слово «Anticipation» означає «передбачення, прогнозування розвитку подій».

Слід зазначити, що С. О. Первушин економічну сутність кон'юктурних процесів вбачав у ціннісних зрушеннях (зсувах), оскільки різні елементи системи цін (ціни на послуги, предмети споживання й засоби виробництва) мають однаковий напрямок, але в коливаннях різняться їх ступенем, а також у часовій послідовності.

Кон'юнктура ринку, чи ринкова кон'юнктура – це конкретна економічна ситуація, що склалася на ринку в даний момент чи за

обмежений відрізок часу під дією комплексу сил та чинників. Дещо інакше, кон'юнктура ринку являє собою сукупність умов, в результаті яких формується конкретна ринкова ситуація.

Кон'юнктура як економічне поняття являє собою «процес капіталістичного відтворення в конкретних історичних умовах у всій його сукупності та ринковому прояві».

Кон'юнктура ринку являє собою «сформовану на ринку економічну ситуацію, що характеризує співвідношення між попитом і пропозицією, рівень цін, товарні запаси та інші економічні показники».

Кон'юнктура – сукупність умов, взаємозв'язків, ситуацій, обставин, здатних вплинути на реалізацію певних планів, програм, вирішити справу, досягти певних результатів.

Кон'юнктурою ринку називають сукупність конкретних умов суспільно-економічного, соціального, політичного характеру, що діють у певний час і суттєво впливають на співвідношення попиту і пропозиції у процесі руху товарів зі сфери виробництва у сферу торгівлі й сферу споживання.

Кон'юнктура – це найважливіші ознаки, риси, показники, що характеризують поточний і перспективний стан розвитку економіки світового господарства, його окремих регіонів, країн, певної галузі або ринку товарів і послуг.

Кон'юнктурою ринку можна вважати економічну ситуацію, що склалася на ринку і характеризується рівнями попиту та пропозиції, ринкової активності, цінами, обсягами продажу.

Поняття кон'юнктура включає в себе сукупність взаємопов'язаних між собою умов, які визначають (обумовлюють) перехід з одного стану в інший.

Під економічною кон'юнктурою слід розуміти «напрямок і ступінь зміни сукупності елементів економічних процесів на основі порівняння поведінки (змін) їхніх окремих елементів у динаміці».

Економічна кон'юнктура являє собою сукупність економічних умов, стан речей, збіг обставин, що може впливати на перебіг і результати процесів у країні, на окремих товарних чи регіональних ринках. Стан економіки, що характеризується рівнем ділової активності, динамікою виробництва і споживання, рухом цін, процентних ставок, валютного курсу, кредитно-банківської діяльності, зростання доходів, заробітної плати, дивідендів тощо.

Досліджуючи й розмірковуючи над такою науковою категорією як кон'юнктура, в ході узагальнення можна прийти до наступного трактування кон'юнктурного феномена. Кон'юнктура являє собою

конкретну економічну ситуацію, що склалася на ринку в процесі її зміни з часом, і була спричинена сукупністю умов, взаємозв'язків та певним збігом обставин, що діють певний час і впливають на прийняття та реалізацію рішень, які можна охарактеризувати за допомогою низки показників та чинників, які піддаються кількісній чи якісній оцінці для аналізу поточної та прогнозу найближчої ситуації та на перспективу.

На сучасному етапі в економічній та спеціальній додатковій літературі вченими даються наступні визначення поняття «кон'юнктура».

Кон'юнктура ринку являє собою «сформовану на ринку економічну ситуацію, що характеризує співвідношення між попитом і пропозицією, рівень цін, товарні запаси та інші економічні показники».

Кон'юктурою ринку називають сукупність конкретних умов суспільно-економічного, соціального, політичного характеру, що діють у певний час і суттєво впливають на співвідношення попиту і пропозиції у процесі руху товарів зі сфери виробництва у сферу торгівлі й сферу споживання.

Кон'юнктура – це найважливіші ознаки, риси, показники, які характеризують поточний і перспективний стан розвитку економіки світового господарства, його окремих регіонів, країн, певної галузі або ринку товарів і послуг.

Таким чином, кон'юнктура ринку, окрім традиційного розуміння як поточної ринкової ситуації, що визначається на основі застосування відповідних показників і факторів, являє собою також динамічне функціонування ринку, спричинене сукупністю умов, взаємозв'язків та факторів, що діють певний час і впливаючих на прийняття, перебіг та реалізацію рішень.

4.3 Економічні барометри

Одним із засновників у галузі кон'юнктурного прогнозу є Самуель Беннер. Ним було сформульовано правило, суть якого полягає в тому, що «одна крайність неминуче йде за іншою у всіх діях природи, у всіх комерційних справах та у всіх галузях торгівлі й промисловості».

Прогнозом кон'юнктури займався також Роджер В. Бебсон. На відміну від Беннера, який спирається на час (однаковість періоду) чи тільки на основі інтенсивності – рівності розмаху відхилень (У. Мітчелль), він намагається обґрунтувати свій підхід на основі

комбінації вказаних вище двох принципів. За його методикою необхідно перемножити зазначені елементи. Таким чином, прогноз потрібно складати, спираючись на площу відхилення, яка дорівнює добутку часу на інтенсивність відхилення від еволюторного рівня. Тобто площі процвітань та депресій мають бути рівні між собою.

Принцип, на якому базується прогноз Дж. Брукмайра і Гарвардського економічного бюро полягає в існуванні зв'язку й послідовності в русі певної кількості елементів чи кривих. Така закономірність пояснюється тим, що різні галузі економіки характеризуються неодноточасними змінами та кон'юнктурними коливаннями. Це породжує ідею знайти такі показники, які б змінювалися раніше інших і могли бути передвісниками майбутньої кон'юнктури.

Як вже зазначалося, вперше такий прогноз розроблено Дж. Брукмайром. Принцип побудови його барометра має таку послідовність дій. По-перше, необхідно окремо взяти три групи показників. У кожному ряді показників є потреба усунути сезонні коливання та лінію зростання. По-друге, окремі показники потрібно об'єднати в три групових; для цього необхідні обчислення середньої для кожної групи. По-третє, існують три криві, з яких і складається барометр – крива торгово-промислової кон'юнктури, банківська крива і крива акцій.

Щодо Гарвардського бюро, то воно було створено в 1917 р. при Гарвардському університеті під керівництвом У. М. Персонса і Ч. Буллока. Навколо Гарвардського бюро та інших закладів подібного типу (Економічного бюро федеральної резервної системи США, Національного бюро економічних досліджень, спеціальних закладів при університетах) склалася Гарвардська школа, яка займалася вивченням коливань економічної кон'юнктури для її прогнозування, зокрема використовуючи методи економіко – математичного аналізу. Це бюро побудувало свій барометр, який названо Гарвардським кон'юнктурним барометром. Принцип його побудови подібний до роботи Дж. Брукмайра. Кон'юнктурний барометр гарвардського бюро складається з трьох кривих А, В і С, кожна з яких являє собою середню арифметичну з показників, що її складають. Перед розрахунком середньої величини з емпіричних рядів цих показників задля виявлення циклічних коливань виключали еволюторні тенденції та сезонні хвилі. Крива А характеризувала фондовий ринок, В – товарний ринок, С – ринок грошей. На думку Гарвардського бюро економічний цикл складається з 5 фаз, тому криві, з яких складається барометр, одну й ту ж фазу циклу проходять не одночасно. Таким

чином, в основі цього прогнозу лежить властивість кожної кривої йти за рештою кривих, але в певній послідовності та з певним відставанням. Причини такого руху кривих не були досліджені. Закономірності їхнього руху були лише описані та складено прогноз руху цих кривих на певну перспективу без обґрунтування. На жаль, починаючи з 1925 року Гарвардський барометр втратив свою відому чутливість.

За таким же принципом був розроблений економічний барометр Англійською економічною школою.

Завдання для самоперевірки

1. Економічна статика і динаміка.
2. Види економічних процесів.
3. Основні складові динамічної моделі.
4. Стаціонарність динамічного ряду.
5. Характеристика економічних циклів, їх тривалості і амплітуди коливань.
6. Оцінка рівня коливань в економічній динаміці.
7. Зміст та ендогенний механізм довгоплинних коливань.
8. Аналіз динаміки і циклічності економічних процесів.
9. Сутність стаціонарності динамічного ряду.
10. Циклічні та нециклічні кон'юнктурутворюючі фактори.
11. Теорії економічних циклів, їх порівняльна характеристика.
12. Безкризові теорії розвитку економіки.
13. Вклад Гарвардського бюро і Англійської економічної школи у вивчення коливань економічної кон'юнктури.
14. Зміст і види економічної кон'юнктури.
15. Економічні барометри.

ТЕМА 5

КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ, ІДЕНТИФІКАЦІЯ МОДЕЛЕЙ І ПРОГНОЗУВАННЯ

- 5.1 Аналіз динамічних процесів, методи обробки даних.
- 5.2 Виявлення основної тенденції розвитку.
- 5.3 Оцінювання сезонної компоненти.
- 5.4 Моделювання повних циклів.

Література: основна [4–6, 9, 11, 14, 16, 21, 23–25, 27, 28]; додаткова [5, 6, 9, 11–13, 16, 18, 19, 37, 38, 45].

Питання 5.1, 5.2 – для аудиторного розгляду; питання 5.3, 5.4 – для самостійного опрацювання.

5.1 Аналіз динамічних процесів, методи обробки даних

Для вивчення просторових даних використовують технологію їх агрегування з побудовою інтервального ряду. Характеристиками інтервального ряду є: середнє значення, дисперсія, середньоквадратичне відхилення, коефіцієнти асиметрії і ексцесу, мода та медіана. Їх зміст і призначення збігаються з варіаційними характеристиками, а формули розрахунку містять компоненту, що враховує частоту попадання спостережень в інтервали.

У загальному випадку часовий ряд економічного показника можна розкласти на чотири структурно утворюючі елементи: тренд (f_t), сезонна компонента (s_t), циклічна компонента (c_t), випадкова компонента (ε_t).

Тренд, сезонна і циклічна компоненти не є випадковими і називаються систематичними компонентами часового ряду. Складова частина часового ряду, що залишається після вилучення з нього систематичних компонент, являє собою випадкову компоненту (залишки, помилки) ε_t . Оскільки випадкові відхилення неминуче супроводжують будь-яке макроекономічне явище, випадкова компонента є обов'язковою складовою часового ряду і визначає стохастичний характер його елементів y_t . Якщо побудована «якісна» модель прогнозування, то ε_t є близькою до нуля, випадковою, незалежною, нормально розподіленою компонентою, інакше модель вважається поганою.

Аналіз динаміки часового ряду містить такі послідовні завдання:

1) коригування рівнів динамічного ряду, якщо цього вимагають умови порівняльності;

2) визначення систематичних компонент динамічного ряду (функції f_t , s_t , c_t), які присутні в його розкладенні;

3) розрахунок оцінок тих функцій, які входять у розкладення часового ряду;

4) підбір моделі, яка адекватно описує поведінку випадкової компоненти ε_t , і статистичне оцінювання параметрів цієї моделі.

Цей процес прийнято називати ідентифікацією моделі.

Можна записати кілька окремих моделей динамічного ряду, наприклад:

модель тренду $y_t = f_t + \varepsilon_t$;

модель сезонності $y_t = s_t + \varepsilon_t$.

Моделі тренду і сезонності (тренд-сезонні) здатні відображати як відносно постійну сезонну хвилю, так і динамічно змінювану залежно від тренду. Перша форма належить до класу адитивних ($y_t = f_t + s_t + \varepsilon_t$), а друга – до класу мультиплікативних моделей.

Послідовні значення рівнів часового ряду, які залежать один від одного, утворюють авторегресійні процеси. Одним із способів вимірювання зв'язку між поточними й минулими значеннями рівнів ряду, є розрахунок коефіцієнтів автокореляції.

Пошук потрібної моделі ведеться в межах двох класів часових рядів: стаціонарних і нестаціонарних. Перевірка стаціонарності та оцінювання наявності тренду в дослідженні часового ряду (ідентифікація тренду) здійснюються за допомогою кількох способів. Стаціонарні ряди не мають тренду або періодичної зміни середнього та дисперсії.

Для ідентифікації трендів використовують метод аналізу автокореляції.

Поширеними методами виявлення тренду є перевірка різниць середніх рівнів і метод Форстера – Стьюарта.

Метод Форстера – Стьюарта має більші можливості і дає більш надійні результати, ніж попередній. Крім тренду самого ряду (тренду в середньому), він дозволяє встановити існування тренду дисперсії часового ряду: якщо тренду дисперсії немає, то розкид рівнів ряду постійний; якщо дисперсія збільшується, то ряд «розхитується», тощо.

Адаптивні методи прогнозування застосовуються в ситуації зміни зовнішніх умов, коли найбільш важливими стають останні реалізації досліджуваного процесу. Загальна схема побудови адаптивних методів може бути подана так:

1) за кількома першими рівнями ряду будується модель і оцінюються її параметри;

2) на основі побудованої моделі розраховується прогноз на один крок вперед, причому його відхилення від фактичного рівня ряду розцінюється як помилка прогнозування, яка враховується відповідно до прийнятої схеми коригування моделі;

3) за моделлю з відкоригованими параметрами розраховується прогнозна оцінка на наступний момент часу тощо.

Таким чином, модель постійно вбирає в себе нову інформацію і до кінця періоду відбиває тенденцію розвитку процесу, що існує на даний момент. Прогноз отримується як екстраполяція останньої тенденції. Численні адаптивні методи відрізняються один від одного лише способами числової оцінки параметрів моделі і визначення параметрів адаптації. Базовими адаптивними методами вважаються методи Хольта, Брауна і Хольта – Уінтерса.

Методи фільтрації сезонної компоненти s_t .

Проблема аналізу сезонності (та/або циклічності) полягає у дослідженні сезонних коливань і у вивченні зовнішнього циклічного механізму, що їх породжує. Для дослідження суто сезонних коливань необхідно виокремити з часового ряду y_t сезонну компоненту s_t , і потім аналізувати її динаміку. Більшість методів фільтрації побудовано таким чином, що попередньо виділяється тренд, а потім сезонна компонента. Тренд у чистому вигляді необхідний і для аналізу динаміки сезонної хвилі. Оскільки індекси сезонності сезонної хвилі величини безрозмірні і не змінюються з року в рік, то їх можна використовувати для визначення рівня сезонності в часовому ряді. У разі використання квартальних даних їх буде чотири, а місячних спостережень – 12.

Для повного дослідження тренд-сезонного часового ряду потрібно розв'язати сукупність завдань у такій послідовності:

- 1) визначення наявності тренду і визначення його гладкості;
- 2) виявлення наявності у часовому ряді сезонних коливань;
- 3) здійснення фільтрації сезонної компоненти в разі підтвердження сезонного процесу;
- 4) проведення аналізу динаміки (еволюції) сезонної хвилі;
- 5) дослідження чинників, що визначають сезонні коливання;
- 6) розроблення прогнозу тренд-сезонного процесу.

Найбільш поширеними методами фільтрації є ітераційні й гармонічного аналізу.

Методи прогнозування випадкових компонент.

На відміну від прогнозів, які, наприклад, послуговуються

класичною регресійною моделлю, у прогнозі часових рядів суттєво використовуються взаємозалежність і прогноз самих випадкових залишків. Отже мова йде про моделювання не самих часових рядів, а тільки їх випадкових залишків. Для описання поведінки випадкових залишків ε_t і прогнозування їх значень використовується клас стаціонарних часових рядів, для яких розроблені спеціальні лінійні параметричні моделі, такі як авторегресійні (AR), ковзної середньої (MA) та ARMA. Однак реальні часові ряди, що зустрічаються в макроекономіці, є у багатьох випадках нестаціонарними. Їх нестаціонарність частіше за все виявляється в наявності невідповідної складової f_t . У таких випадках йдеться про нестаціонарні однорідні часові ряди. Отже нестаціонарний однорідний часовий ряд y_t може бути перетворений у стаціонарний часовий ряд процедурою віднімання від ряду y_t його невідповідної складової f_t . Для моделювання нестаціонарних часових рядів з означеними властивостями використовується ARIMA-модель (авторегресійна інтегрована модель ковзної середньої), або модель Бокса—Дженкінса. При цьому AR, MA та ARMA моделі являють собою окремі випадки ARIMA-моделі.

Інструменти аналізу ARIMA-моделей.

Щоб визначити структуру динамічного процесу, важливо поділити часовий ряд на розглянуті три складові й встановити рівень автокореляції, інтегрованості й порядку ковзної середньої.

Перевірка автокореляції.

Для визначення міри автокореляції часових рядів треба визначити силу зв'язку між поточними і минулими значеннями змінної, що аналізується. Способами цього виміру є коефіцієнти автокореляції і Q -критерій Бокса – Пірса. Порядок авторегресії визначається за допомогою розрахунку взаємної кореляційної (автокореляційної) функції (АКФ) між вихідним рядом y_t і цим самим рядом, зрушеним у часі на величину τ (лаг), та часткової автокореляційної функції (ЧАКФ).

Перевірка процесу ковзної середньої.

Якщо знати поведінку коефіцієнта автокореляції і часткового коефіцієнта автокореляції, то можна спробувати визначити, чи містить ряд елемент ковзної середньої. Якщо значення часткових коефіцієнтів автокореляції спадає за експонентою, а не різко падає до нуля, то можна припустити, що ряд характеризує процес ковзної середньої, а не AR. Якщо ряд скоріше MA ніж AR, то автокореляція не буде показувати порядок MA-процесу. Для перевірки автокореляції в рядах,

де є елементи і авторегресії, і ковзної середньої, використовують критерій Льюнга – Бокса (LB).

Перевірка ступеня інтеграції та стаціонарності.

Інтеграція показує, до якого ступеня ряд повинен бути перетворений за допомогою різниць будь-якого порядку, щоб стати стаціонарним, що дуже важливо, оскільки багато методів аналізу часових рядів працюють тільки зі стаціонарними рядами.

Простішим способом визначення найбільш відповідного різницевого ряду є розрахунок для кожного ряду його дисперсії, тобто усередненої суми квадратів розходжень його рівнів із середнім значенням $\Delta u_{\text{сер}}$. Для подальшого оброблення обирається ряд, в якому величина цього показника є мінімальною.

Перевірку стаціонарності виконують також за допомогою аналізу коренів характеристичного рівняння. Проблеми перевірки на стаціонарність при існуванні автокореляції залишків вирішуються завдяки застосуванню розширеного критерію Дікі-Фуллера.

5.2 Виявлення основної тенденції розвитку

Будь-який динамічний ряд у межах періоду з більш-менш стабільними умовами розвитку виявляє певну закономірність зміни рівнів – загальну тенденцію. Одним рядам притаманна тенденція до зростання, іншим – до зниження рівнів. Зростання чи зниження рівнів динамічного ряду, у свою чергу, відбувається по-різному: рівномірно, прискорено чи уповільнено. Нерідко ряди динаміки через коливання рівнів не виявляють чітко вираженої тенденції.

Щоб виявити й охарактеризувати основну тенденцію, застосовують різні способи згладжування та аналітичного вирівнювання динамічних рядів.

Суть згладжування полягає в укрупненні інтервалів часу й заміні первинного ряду рядом середніх по інтервалах. У середніх взаємно врівноважуються коливання рівнів первинного ряду, внаслідок чого тенденція розвитку вирізняється чіткіше.

Залежно від схеми формування інтервалів розрізняють ступінчасті й ковзні (плинні) середні.

При розрахунку ковзних середніх кожний наступний інтервал утворюється на основі попереднього заміною одного рівня. Оскільки середня \bar{u}_j належить до середини інтервалу, то доцільно формувати інтервали з непарного числа рівнів первинного ряду. У разі парного

числа рівнів необхідна додаткова процедура центрування (усереднення кожної пари значень \bar{y}_j).

Ряд ковзних середніх коротший за первинний на $(m - 1)$ рівнів, що потребує уважного ставлення до вибору ширини інтервалу m . Якщо первинному ряду динаміки притаманна певна періодичність коливань, то інтервал згладжування має бути рівним або кратним періоду коливань.

Перше значення ковзної середньої обчислюється як арифметична проста, кожне наступне можна визначити на основі попередньої середньої і коригуючого доданка.

Метод ковзних середніх застосовують також для попередньої обробки дуже колиливних динамічних рядів; можливе подвійне згладжування.

При аналітичному вирівнюванні динамічного ряду фактичні значення y_t замінюються обчисленими на основі певної функції $Y = f(t)$, яку називають трендовим рівнянням (t – змінна часу, Y – теоретичний рівень ряду).

Вибір типу функції ґрунтується на теоретичному аналізі суті явища, яке вивчається, і характері його динаміки. Звичайно перевага надається функціям, параметри яких мають чіткий економічний зміст і вимірюють абсолютну чи відносну швидкість розвитку. Суттєвою підмогою при виборі функцій є аналіз ланцюгових характеристик інтенсивності динаміки. Якщо ланцюгові абсолютні прирости відносно стабільні, не мають чіткої тенденції до зростання чи зменшення, вирівнювання ряду виконують на основі лінійної функції: $Y_t = a + bt$. Якщо ж відносно стабільними є ланцюгові темпи приросту, то найбільш адекватною такому характеру динаміки є експонента $Y_t = ab^t$. У зазначених функціях t – порядковий номер періоду (дати), a – рівень ряду при $t = 0$. Параметр b характеризує швидкість динаміки: середню абсолютну в лінійній функції і середню відносну – в експоненті. Коли характеристики швидкості розвитку зростають (чи зменшуються), використовуються інші функції (парабола 2-го степеня, модифікована експонента тощо).

Параметри трендових рівнянь визначають методом найменших квадратів. Згідно з умовою мінімізації суми квадратів відхилень фактичних рівнів ряду y_t від теоретичних Y_t параметри визначаються розв'язуванням системи нормальних рівнянь. Для лінійної функції вона записується так:

$$na + b \sum t = \sum y,$$

$$a \sum t + b \sum t^2 = \sum yt.$$

Система рівнянь спрощується, якщо початок відліку часу ($t = 0$) перенести в середину динамічного ряду. Тоді значення t , розміщені вище середини, будуть від'ємними, а нижче – додатними. При непарному числі членів ряду (наприклад, $n = 5$) змінній t надаються значення з інтервалом одиниця: $-2, -1, 0, 1, 2$; при парному: $-2,5, -1,5, -0,5, 0,5, 1,5, 2,5$. В обох випадках $\sum t = 0$, а система рівнянь набирає вигляду

$$na = \sum y,$$

$$b \sum t^2 = \sum yt.$$

Отже $a = \frac{\sum y}{n}$, $b = \frac{\sum yt}{\sum t^2}$. Значення $\sum t^2$ можна визначити за формулами:

– для непарного числа членів ряду

$$\sum t^2 = \frac{n(n^2 - 1)}{12},$$

– для парного числа членів ряду

$$\sum t^2 = \frac{n(n^2 - 1)}{3}.$$

Продовження виявленої тенденції за межі ряду динаміки називають екстраполяцією тренду. Це один з методів статистичного прогнозування, передумовою використання якого є незмінність причинного комплексу, що формує тенденцію. Прогнозний, очікуваний рівень Y_{t+v} залежить від бази прогнозування і періоду упередження v .

Метод екстраполяції дає точковий прогноз. На практиці, як правило, визначають довірчі межі прогнозного рівня $Y_{t+v} \pm ts_p$, де s_p – стандартна похибка прогнозу, t –квантиль розподілу Стьюдента.

Фактичні рівні динамічних рядів під впливом різного роду чинників варіюють, відхиляючись від основної тенденції розвитку. В одних рядах коливання мають систематичний, закономірний характер, повторюються через певні інтервали часу, в інших – не мають такого характеру і тому називаються випадковими. У конкретному ряду можуть поєднуватися систематичні і випадкові коливання.

Найпростішою оцінкою систематичних коливань є коефіцієнти нерівномірності, які обчислюються відношенням максимального і

мінімального рівнів динамічного ряду до середнього. Чим більша нерівномірність процесу, тим більша різниця між цими двома коефіцієнтами.

Окремим соціально-економічним процесам притаманні внутрішньорічні, сезонні піднесення і спади. Сезонні коливання виявляються і аналізуються на основі рядів щомісячних або щоквартальних даних.

Характер сезонних коливань описується «сезонною хвилею», яку утворюють індекси сезонності. У динамічних рядах, які не виявляють чіткої тенденції розвитку, індекси сезонності є відношенням фактичних місячних (квартальних) рівнів y_t до середньомісячного (середньоквартального) за рік \bar{y} , %:

$$I_c = 100 \frac{y_t}{\bar{y}}.$$

Оскільки сезонні коливання з року в рік не лишаються незмінними, виявити сталу сезонну хвилю можна за допомогою середніх індексів сезонності за кілька років:

$$\bar{I}_c = \frac{1}{n} \sum_1^n I_c,$$

де n – число років.

Для порівняння інтенсивності сезонних коливань різних явищ чи одного й того самого явища в різні роки використовують узагальнюючі характеристики варіації індексів сезонності:

– середнє лінійне відхилення $\bar{l}_c = \frac{1}{12} \sum_1^{12} |I_c - 100|$,

– або середнє квадратичне відхилення $\sigma_t = \sqrt{\frac{1}{12} \sum_1^{12} (I_c - 100)^2}$.

Якщо спостерігається тенденція розвитку, попередньо проводиться згладжування чи вирівнювання динамічного ряду, визначаються теоретичні рівні для кожного місяця (кварталу) року, а індекс сезонності обчислюється як відношення фактичних рівнів ряду

y_t до теоретичних Y_t , тобто $I_c = 100 \frac{y_t}{Y_t}$.

Відхилення фактичних рівнів y_t від скоригованих трендів \hat{Y}_t зумовлено дією випадкових причин.

Абсолютною мірою випадкових коливань є середнє квадратичне відхилення s_e , яке обчислюється на основі залишкової дисперсії:

$$s_e = \sqrt{s_e^2}.$$

Поряд з абсолютною мірою випадкових коливань використовують відносну – коефіцієнт варіації $V_e = 100 \frac{s_e}{\bar{y}}$, де \bar{y} – середній рівень динамічного ряду.

Різницю $100 - V_e$ використовують для оцінки сталості динаміки.

Завдання для самоперевірки

1. Виявлення основної тенденції розвитку.
2. Моделювання повних циклів.
3. Обробка даних з використанням моделі авторегресії та проінтегрованої ковзкої середньої.
4. Обробка даних з використанням аналізу розірваного динамічного ряду.
5. Спектральний аналіз у прогнозуванні соціально-економічних явищ.
6. Специфіка аналізу динамічних процесів.
7. Методика оцінювання сезонного компонента.
8. Переваги та недоліки методу експоненціального згладжування.
9. Трендові моделей, які використовуються при аналізі динамічних процесів.
10. Сезонно-декомпозиційна модель Холта-Вінтера.
11. Моделі сезонної хвилі на основі гармонійного аналізу.
12. Модель ARIMA.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3

МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ, СКЛАДНИХ ПРИЧИННИХ КОМПЛЕКСІВ І МОДЕЛІ КЛАСИФІКАЦІЇ

ТЕМА 6

ХАРАКТЕРИСТИКА МОДЕЛЕЙ КЛАСИФІКАЦІЇ

- 6.1 Моделі класифікації. Методологічний принцип класифікації.
- 6.2 Багатовимірне ранжування.
- 6.3 Кластерні процедури класифікації.
- 6.4 Дисперсійний аналіз.
- 6.5 Класифікація на основі дискримінантної функції.

Література: основна [1, 4–6, 8, 10, 11, 20–23]; додаткова [13, 36].

Питання 6.1, 6.2, 6.3 – для аудиторного розгляду; питання 6.4, 6.5 – для самостійного опрацювання.

6.1 Моделі класифікації.

Методологічний принцип класифікації

Однією з умов статистичного моделювання є однорідність сукупності. Тільки в однорідній сукупності виявлені закономірності є сталими і їх можна застосувати до всіх одиниць сукупності.

Поняття однорідності пов'язують з наявністю в усіх одиниць сукупності таких спільних властивостей і рис, що визначають їх однакісність, належність до одного й того ж типу. Оцінювання ступеня однорідності здійснюється за допомогою критеріїв математичної статистики, більшість з яких орієнтовано на аналіз форми одновершинних розподілів.

Однорідними вважаються сукупності, яким властивий симетричний, нормальний розподіл. Звісно, в соціально-економічних явищах нормальний розподіл у чистому вигляді не зустрічається. Але він близький до інших одновершинних розподілів, його часто використовують як перше наближення при моделюванні. Деякі одновершинні розподіли приводяться до нормального виду перетворенням значень ознак, скажімо, заміною їх логарифмами. Лог-

нормальною кривою можна описати низку асиметричних розподілів, передусім з правосторонньою асиметрією.

Основні властивості нормального розподілу:

- крива розподілу симетрична відносно максимальної ординати, яка відповідає значенню середньої арифметичної \bar{x} ;

- у межах $\bar{x} \pm \sigma$ міститься 68,3 % усіх частот ряду розподілу, в межах $\bar{x} \pm 2\sigma$ – 95,4 % частот, у межах $\bar{x} \pm 3\sigma$ – 99,7 % частот;

- співвідношення стандартного відхилення σ і середнього модуля відхилень \bar{l} становить $\frac{\bar{l}}{\sigma} = \sqrt{\frac{2}{\pi}} = 0,8$ або $\frac{\sigma}{\bar{l}} = 1,25$. Значення

його залежить від наявності в сукупності нетипових, аномальних спостережень і може слугувати індикатором її «засміченості»;

- третій центральний момент розподілу $m_3 = 0$, четвертий $m_4 = 3m_2^2$, звідси коефіцієнт асиметрії $a_3 = m_3 / \sigma^3 = 0$ і коефіцієнт ексцесу $a_4 = m_4 / m_2^2 = 3$.

У системі Statistica закономірність одномірного розподілу можна аналізувати за допомогою процедур Distribution стартової панелі Descriptive statistics (модуль Basic Statistics and Tables). Розподіл сукупності за варіаційною ознакою подається у вигляді таблиці Frequency Table, де вказуються інтервали групувань, частоти і частки розподілу по інтервалах, а також кумулятивні частоти і частки. Опція Normal expected frequencies додає в таблицю теоретичні частоти і частки (групові й кумулятивні). Перевірка на нормальність розподілу здійснюється за опцією K-S and Lilliefors test for normality.

Якщо необхідно перевірити гіпотезу про узгодженість даних з іншими розподілами (лог-нормальним, експоненційним тощо), використовується модуль Nonparametrics / Distribution — Непараметричні статистики / Розподіли.

У складі сукупності можуть бути окремі одиниці, в яких значення варіюючої ознаки далеко віддалені від центру розподілу й нетипові для сукупності в цілому, аномальні. Це може бути максимальне x_n чи мінімальне x_1 значення в упорядкованому ряду спостережень $x_1 \leq x_2 \leq x_3 \leq \dots \leq x_n$. Походження аномальних спостережень (їх називають викидами) різне. Вони можуть виникнути як наслідок: а) помилок спостережень; б) випадкового збігу різного роду обставин; в) порушення однорідності сукупності. Щоб прийняти об'єктивне рішення про вилучення таких спостережень з подальшого аналізу, необхідно їх ідентифікувати.

Однією з поширених форм неоднорідності сукупностей соціально-економічних явищ є внутрішня їх розшарованість. Це зумовлено нерівномірністю розвитку окремих одиниць сукупності і своєрідністю умов, у яких вони функціонують. Одні сукупності поділяються на чітко визначені, ізольовані класи (групи, типи), іншим властива латентна, прихована структура.

Поділ сукупності на однорідні класи (групи, кластери) називають класифікацією. Ідея класифікації ґрунтується на поняттях подібності і відмінності. Методологічний принцип класифікації містить два фундаментальних положення:

в один клас об'єднуються подібні, схожі між собою одиниці сукупності;

ступінь подібності, схожості одиниць, які належать до одного класу, вища, ніж ступінь подібності одиниць, віднесених до різних класів.

Оцінювання подібності здійснюється на основі однієї чи декількох ознак, які, на думку експертів, формують «образ класу». В традиційній схемі класифікації ці ознаки ієрархічно впорядковуються за своєю вагомістю. Саме так будується більшість комбінаційних групувань. На кожному кроці поділу сукупності до уваги береться лише одна ознака, тобто відбувається послідовне формування, покрокове уточнення, детальніше описування класів. У невеликих за обсягом сукупностях можливості використання такої схеми класифікації обмежені.

Друга схема класифікації використовує множину класифікаційних ознак одночасно. Будь-яка одиниця сукупності, описана множиною ознак, геометрично інтерпретується як точка у багатовимірному просторі, а близькість двох точок розглядається як подібність їх, однорідність. Існують різні варіанти реалізації багатовимірної схеми класифікації. Їх можна об'єднати в два блоки:

конструювання багатовимірних інтегральних оцінок (індексів, рейтингів), на основі яких проводиться класифікація за традиційною схемою;

автоматична багатовимірна класифікація методами кластерного аналізу, коли поняття однорідності задається певними метриками.

Слід зазначити, що класифікація за будь-якою схемою є певною мірою суб'єктивною, оскільки результати її визначаються передусім множиною класифікаційних ознак та їхніми розмежувальними властивостями.

6.2 Багатовимірне ранжування

При описуванні об'єкта моделювання, окрім узагальнюючих характеристик за сукупністю в цілому, важливо впорядкувати одиниці сукупності за певними властивостями, визначити належність кожної з них до певного типу. Якщо властивість характеризується однією ознакою, то упорядкування одиниць сукупності здійснюється заміною значень цієї ознаки відповідними рангами. У системі Statistica це процедура Rank Variables меню Vars. У діалоговому вікні Rank Order Values вибираються ознаки, схема упорядкування (за зростанням чи зменшенням значень), умови обробки зв'язаних рангів, тип рангу: регулярний (від 1 до n) чи фракційний (від 0 до 1).

Оскільки властивості соціально-економічних явищ характеризуються, як правило, множиною ознак ($m \geq 2$), то при впорядкуванні одиниць сукупності виникає необхідність агрегування усіх ознак множини x_i в одну інтегральну оцінку G_j . Така оцінка геометрично інтерпретується як точка у багатовимірному просторі, координати якої вказують на масштаб або позицію j -ї одиниці. Алгебраїчно значення ознак для j -ї одиниці сукупності представляються вектором $x_j = |x_1, x_2, \dots, x_m|$, а агрегування їх означає перетворення вектора в скаляр.

Агрегування ознак ґрунтується на так званій теорії «адитивної цінності», згідно з якою цінність цілого дорівнює сумі цінностей його складових. Такий підхід реалізовано при визначенні рейтингів на основі експертних оцінок, представлених рангами або балами. Якщо ознаки множини X мають різні одиниці вимірювання, то адитивне агрегування потребує приведення їх до однієї основи, тобто попередньої стандартизації. Вектор первинних значень ознак $x_j = |x_1, x_2, \dots, x_m|$ замінюється вектором стандартизованих значень $z_j = |z_1, z_2, \dots, z_m|$.

Найчастіше інтегральна оцінка G_j визначається як середня арифметична стандартизованих значень ознак z_{ij} . Для j -ї одиниці сукупності

$$G_j = \frac{1}{m} \sum_1^m z_{ij} .$$

Якщо ознаки множини різновагомі, то кожній з них надається певна вага ω_i , тобто інтегральна оцінка має форму середньої арифметичної зваженої:

$$G_j = \sum_1^m z_{ij} \omega_i ,$$

де $\sum \omega_i = 1$.

Конструювання інтегральної оцінки передбачає чотири етапи:

- формування ознакової множини;
- вибір способу стандартизації показників;
- обґрунтування функції вагових коефіцієнтів;
- визначення процедури агрегування показників.

На етапі формування ознакової множини X вирішальну роль відіграє апіорний якісний аналіз суті явища. Щодо вагових коефіцієнтів, то вибір їх також ґрунтується на теоретичному аналізі суті явища і в кожному конкретному дослідженні ω_i визначається експертно-статистичним методом.

При формуванні ознакового простору важливо забезпечити інформаційну односпрямованість показників x_i .

З метою забезпечення інформаційної односпрямованості показників їх поділяють на стимулятори й дестимулятори. Зв'язок між оцінкою G і показником-стимулятором x_{st} прямий, між оцінкою G і показником-дестимулятором x_{dst} – обернений. При агрегуванні дестимулятори перетворюються на стимулятори, наприклад, $x_{st} = 1 - x_{dst}$ або $x_{st} = 1/x_{dst}$.

На практиці застосовують різні способи стандартизації. Усі вони ґрунтуються на порівнянні емпіричних значень показника x_{ij} з певною величиною a . Такою величиною може бути максимальне x_{\max} , мінімальне x_{\min} , середнє \bar{x} чи еталонне x_0 значення показника.

Результат порівняння можна представити відношенням $\frac{x_{ij}}{a}$ або

відхиленням $\frac{x_{ij} - a}{q}$, де q – одиниця стандартизації.

Найпростіший спосіб стандартизації – відношення $\frac{x_{ij}}{a}$.

Якщо існують стандарти, нормативи чи будь-які інші еталонні значення ознак x_{i0} , то, агрегуючи відношення $\frac{x_{ij}}{x_{i0}}$, можна оцінити

ступінь відхилення від «еталона». Щоб значення інтегральної оцінки G_j змінювалося в інтервалі від 0 до 1, розрахунок ведуть за формулою, в якій агрегуються і додатні, і від'ємні відхилення:

$$G_j = \frac{1}{m} \sum_1^m \left| \frac{x_{ij}}{x_{i0}} - 1 \right|.$$

Залежно від конкретної мети дослідження можна агрегувати лише додатні або лише від'ємні відхилення. Іноді усереднюють не модулі, а квадрати відхилень, використовуючи середню квадратичну.

Порівняльний аналіз у межах сукупності, в якій кожний показник має типовий середній рівень, здійснюється на основі агрегування відношень x_{ij} до середнього рівня \bar{x} :

$$G_j = \frac{1}{m} \sum_1^m \frac{x_{ij}}{\bar{x}}.$$

Очевидно, що при $G_j > 1$ рівень розвитку явища в j -ї одиниці вищий за середній по сукупності, а при $G_j < 1$ – нижчий. Таку узагальнюючу оцінку називають багатовимірною середньою, за її значеннями здійснюють типологію одиниць сукупності.

Якщо ознаки множини різновагомі, то багатовимірна середня розраховується як арифметична зважена

$$G_j = \sum_1^m \frac{x_{ij}}{\bar{x}} \omega_i, \text{ де } \omega_i - \text{вага } i\text{-ї ознаки, } \sum_1^m \omega_i = 1.$$

Тобто ступінь забезпеченості ресурсами вищий за середній по регіону.

Аналогічного змісту інтегральну оцінку можна обчислити і на основі часток:

$$d_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_1^n x_{ij}},$$

де $\sum_1^n x_{ij}$ – загальний обсяг значень i -ї ознаки по сукупності в цілому;

x_{ij} – обсяг j -ї складової за цією ознакою. Очевидно, що

$\sum_1^n d_{ij} = 1$, або 100%. Формула інтегральної оцінки має такий вигляд:

$$G_j = \frac{n}{m} \sum_1^m d_{ij}.$$

У соціально-економічних дослідженнях широко використовують інтегральні оцінки, розраховані на основі відхилень ($x_{ij} - a$), стандартизованих варіаційним розмахом ($x_{\max} - x_{\min}$). При цьому для стимуляторів $a = x_{\min}$, для дестимуляторів $a = x_{\max}$.

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}; \quad z_{ij} = \frac{x_{\max} - x_{ij}}{x_{\max} - x_{\min}}.$$

Тобто z_{ij} показує відносну позицію j -ї одиниці сукупності в діапазоні варіації за i -ю ознакою. При високих значеннях i -ї ознаки z_{ij} наближається до 1, при низьких – до 0. Таку саму властивість має й інтегральна оцінка $G_j = \frac{1}{m} \sum_1^m z_{ij}$. Чим вищий рівень розвитку властивості, тим далі від нуля відхиляється значення G_j .

Використання теоретично можливого варіаційного розмаху дає змогу провести порівняльний аналіз як у просторі, так і в часі. Якщо аналіз динаміки не передбачається, то за одиницю стандартизації можна взяти фактичний варіаційний розмах.

Відносну позицію j -ї одиниці сукупності у багатовимірному просторі характеризує також таксономічний показник рівня розвитку, розрахунок якого спирається на традиційний спосіб стандартизації відхилень від середньої:

$$\text{для стимуляторів } z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_i}{\sigma_i},$$

$$\text{для дестимуляторів } z_{ij} = \frac{\bar{x}_i - x_{ij}}{\sigma_i}.$$

Така стандартизація дає змогу позбутися одиниць вимірювання, але водночас відбувається вирівнювання середніх і дисперсій: для кожної ознаки $z = 0$, дисперсія $\sigma_z^2 = 1$, а діапазон варіації z_{ij} згідно з правилом «трьох сигм» – від -3 до $+3$.

При розрахунку інтегральної оцінки використовують стандартний діапазон варіації для всіх ознак на одному і тому самому рівні. Скажімо, на рівні двох стандартних відхилень (від -2 до $+2$). Відстань між верхньою ($+2$) і нижньою (-2) точками діапазону у багатовимірному просторі становить $|C| = 2 z_0 \sqrt{m}$, де z_0 – точка, взята за базу порівняння.

Позиція j -ї одиниці відносно бази порівняння z_0 визначається як Евклідова відстань:

$$G_{j0} = \left[\sum_1^m (z_{ij} - z_0)^2 \right]^{1/2},$$

а відношення відстані G_{j0} до стандартного діапазону варіації $|C|$ називають таксономічним показником рівня розвитку:

$$G_j = \frac{C_{j0}}{|C|}.$$

Значення його коливаються в межах від 0 до 1. Чим вищий рівень розвитку явища, тим більше значення G_j . Якщо координати умовного об'єкта визначити на рівні $z_0 = +2$ (по верхній межі діапазону варіації), то таку інтерпретацію має відхилення $(1 - G_j)$.

Основне призначення інтегральних оцінок – ранжування, типологія об'єктів. Проте, як і будь-який інший статистичний показник, G_j має певний соціально-економічний зміст, варіація його значень підпорядкована певним законам розподілу, а отже, правомірним є використання таких оцінок при вивченні закономірностей розподілу, взаємозв'язку й тенденцій розвитку.

6.3 Кластерні процедури класифікації

Формування однорідних одиниць сукупності у багатовимірному просторі важко уявити без такого методу аналізу як кластерний. Це пов'язано з тим, що за його допомогою можна побудувати науково обґрунтовані класифікації об'єктів з одночасним врахуванням всіх групувальних ознак. Особливої уваги кластерний аналіз заслуговує ще й тоді, коли є потреба дослідити певне явище в регіональному розрізі, тобто згрупувати регіони за заданими ознаками.

Кластерному аналізу свої праці присвятили чимало вчених, найбільш відомими серед них можна назвати Сокала Р., Сніта П., Дюрана Б., Оделла П., Айвазяна С. А., Мхітаряна В. С., Плюту В., Жамбю, Болла Г., Холла Д., Мак-Куїна Дж., Тамашевича В., Сошникову Л., Єрїну А. М., Манделя І.

Сьогодні існує чимало прикладних програм для швидкої та неклопіткої побудови кластерної моделі, зокрема, прикладний пакет «Statistica» та його модуль «Cluster analysis».

Слово «кластер» походить від англійського «cluster», що в перекладі означає гроно, скупчення, пучок.

У 1939 р. Р. Тріоном було запропоновано вжити термін «кластерний аналіз».

В основу кластерного аналізу Р. Сокалом та Дж. Снітом покладено так званий політетичний підхід. На противагу монотетичному підходу, його сутність полягає в тому, що одночасно враховуються всі групувальні ознаки під розбиття сукупності на групи.

Кластерний аналіз являє собою спосіб групування багатовимірних об'єктів. В основу кластерного аналізу покладено представлення результатів спостереження за допомогою точок відповідного геометричного простору та подальшого виділення груп у вигляді «згустків» цих точок.

Основні завдання кластерного аналізу можна звести до:

- виділення однорідних груп із початкових багатовимірних даних таким чином, щоб об'єкти, які належать одній групі, були схожі між собою, а ті, що відносяться до різних груп – відмінні;
- побудови науково обґрунтованих класифікацій;
- виявлення внутрішнього зв'язку серед одиниць сукупності;
- скорочення інформації через виявлення діагностичних ознак, тобто ознак, які мають найсуттєвіші особливості серед чисельних початкових ознак.

Нехай є множина $I = (I_1, I_2, \dots, I_n)$, яку характеризує n об'єктів, а також множина ознак $C = (C_1, C_2, \dots, C_m)^T$, які притаманні кожному об'єкту з множини I . Тоді результатом вимірювання i -ї ознаки I_j об'єкта буде x_{ij} , $i = 1, 2, \dots, m$; $j = 1, 2, \dots, n$. Підсумовуючи сказане, маємо: для множини об'єктів I є множина векторів $X = (X_1, X_2, \dots, X_m)$, які характеризують множину I . Слід зазначити, що множину X можна відобразити у вигляді n точок у m -вимірному просторі (E_m).

У матричному вигляді можна записати так.

На основі матриці початкових даних розміром $n \times m$:

$$X = \begin{pmatrix} x_{11}x_{21} \dots x_{1m} \\ x_{21}x_{22} \dots x_{2m} \\ \dots\dots\dots \\ x_{n1}x_{n2} \dots x_{nm} \end{pmatrix} = (X_1, X_2, \dots, X_m),$$

де x_{ij} – значення i -ї ознаки для j -ї одиниці сукупності;

$i = 1, 2, \dots, m$;

$j = 1, 2, \dots, n$;

m – кількість ознак;

n – кількість одиниць сукупності потрібно розрахувати нормовані значення ознак та побудувати матрицю нормованих значень Z розміром $n \times m$:

$$Z = \begin{pmatrix} z_{11}z_{21} \dots z_{1m} \\ z_{21}z_{22} \dots z_{2m} \\ \dots\dots\dots \\ z_{n1}z_{n2} \dots z_{nm} \end{pmatrix} = (Z_1, Z_2, \dots, Z_m).$$

Ця дія обумовлена тим, що коли ознаки мають різні одиниці виміру, виникає необхідність нормування ознак, в результаті чого вони стануть безрозмірними величинами. В результаті введення так званої умовної одиниці виміру буде змога порівнювати об'єкти.

Під час проведення кластерного аналізу виникають труднощі, пов'язані з вибором способу нормування та визначення відстані між об'єктами, яка має неоднозначний характер.

Найбільш вживаними способами нормування прийнято вважати наступні:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_i}{\sigma_i}; \quad z_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_i}; \quad z_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{\max_i}}; \quad z_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{\min_i}}; \quad z_{ij} = \frac{(x_{ij} - \bar{x}_i)}{(x_{\max_i} - x_{\min_i})},$$

де z_{ij} – нормоване значення i -ї ознаки для j -ї одиниці сукупності;

$$i = 1, 2, \dots, m;$$

$$j = 1, 2, \dots, n;$$

m – кількість ознак;

n – кількість одиниць сукупності;

x_{ij} – значення i -ї ознаки для j -ї одиниці сукупності;

\bar{x}_i – середній рівень i -ї ознаки;

σ_i – середньоквадратичне відхилення i -ї ознаки;

x_{\max_i} – максимальне значення i -ї ознаки;

x_{\min_i} – мінімальне значення i -ї ознаки.

Після стандартизації ознак розраховано елементи матриці відстані. Одержують симетричну матрицю відстаней розміром $(n \times n)$ з нульовими діагональними елементами:

$$D = \begin{pmatrix} 0 & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & 0 & \dots & d_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & 0 \end{pmatrix},$$

де $d_{jj} = 0$ для $j = 1, 2, \dots, n$.

Таким чином, метою кластерного аналізу є розбиття множини об'єктів I на k кластерів ($k < n$; k – ціле число) на основі даних x_{ij} множини X , але таким чином, щоб кожен об'єкт I_i належав лише одному кластеру, крім того об'єкти, які належать одному кластеру мають бути подібними, а от об'єкти з різних кластерів – відмінними.

Кластерний аналіз являє собою певні процедури, в результаті яких створюються кластери, тобто групи схожих об'єктів, тобто завданням кластерного аналізу є класифікація об'єктів.

Проводячи кластерний аналіз, прийнято дотримуватися певної послідовності дій:

- 1) проведення вибірки, яку потрібно кластеризувати;
- 2) виділення ознак, за якими відібрані об'єкти будуть оцінюватися;
- 3) вибір та обчислення певної міри подібності з-поміж об'єктів;
- 4) вибір методу кластерного аналізу, який найкраще підходить для групування схожих об'єктів та його застосування;
- 5) підтвердження результатів кластерного аналізу, тобто перевірка достовірності.

Слід зазначити, що важливим поняттям при оцінюванні подібності є метрика. І для того, щоб бути метрикою, функція відстані $d(X_i, X_j)$ має відповідати деяким вимогам. Такими вимогами є:

- симетрія, коли $d(X_i, X_j) = d(X_j, X_i)$;
- нерівність трикутника $d(X_i, X_j) \leq d(X_i, X_k) + d(X_k, X_j)$;
- розрізнення нетотожних об'єктів $d(X_i, X_j) \geq 0$;
- нерозрізнення ідентичних об'єктів $d(X_i, X_j) = 0$, коли $X_i = X_j$.

Виділяють чимало відстаней, які використовуються в процесі кластеризації, але найбільш відомими і живаними є наступні:

- Евклідова відстань;
- зважена Евклідова відстань;
- квадратна Евклідова відстань;
- Манхеттенська відстань або інакше – відстань міських кварталів;
- відстань Мінковського;
- відстань Махаланобіса;
- відстань Чебишева.

У випадку, коли ознакова множина складається з різновагомих ознак, виникає потреба зважити ознаки. Вага має бути надана ознакам в залежності від ступеня вагомості, тобто значущості ознаки. Цієї мети можна досягти в результаті детального вивчення сутності ознак, на основі яких проводиться класифікація або на основі експертних оцінок.

Важливо врахувати, що основним недоліком евклідових і подібних їм метрик є те, що змінні, в яких великі як абсолютні значення, так і стандартні відхилення, можуть зменшити вплив змінних, які мають менші абсолютні значення і стандартні відхилення.

Як вже було зазначено, суть кластерного аналізу полягає в розбитті подібних об'єктів на групи, які прийнято називати кластерами. Цим кластерам притаманні деякі властивості. Такими властивостями можна назвати наступні: щільність; дисперсія; розмір; форма.

Методи кластерного аналізу розділяють на ієрархічні й ітераційні.

- ієрархічні методи складаються з двох великих груп:
- агломеративні, тобто поєднуючі;
- дивізімні (роз'єднуючі).

Кожен з методів як ієрархічних, так і ітераційних застосовуються з використанням різноманітних алгоритмів.

Найбільш вживаними методами кластерного аналізу є ієрархічні агломеративні методи. Серед ієрархічних агломеративних методів виділяють такі алгоритми:

- метод одиночного зв'язку або інакше, метод ближнього сусіда;
- метод повних зв'язків – метод дальнього сусіда;
- метод середнього зв'язку;
- метод Уорда;
- метод медіанного зв'язку;
- центроїдний метод.

Відмінність між ієрархічними агломеративними методами полягає в особливостях побудови кластерів, тобто від того, яким алгоритмом класифікації використано та від метрики (міри відстані між об'єктами).

Таким чином, всім методам ієрархічних агломеративних методів кластерного аналізу притаманні наступні положення. По-перше, кожен з цих методів розглядає об'єкти у вигляді матриці відстані і в певному порядку поєднує найбільш схожі з них. По-друге, весь процес кластеризації можна відобразити графічно у вигляді деревовидних діаграм, так званих дендрограм. На дендрограмі мають бути зазначені об'єкти, які поєднуються, і відстані, на яких відбувається об'єднання. По-третє, необхідно саме $n-1$ крок для повної кластеризації за допомогою цих методів, використовуючи матрицю відстані $n \times n$. Слід зазначити, що на першому кроці всі об'єкти являють собою незалежні кластери, а вже на останньому вони являють собою єдине об'єднання.

Результати агломеративних методів важко піддаються візуальному аналізу. Тому доцільно побудувати декілька дендрограм різними методами та порівняти одержані результати. Крім того, недоліком ієрархічних процедур є громіздкість обчислювальних процедур.

Особливістю ітеративних методів є те, що для проведення кластеризації мають бути задані початкові умови, зокрема кількість виділених кластерів. У результаті ітеративних алгоритмів, на відміну від ієрархічних, може скластися ситуація, коли один об'єкт належить кільком кластерам. Ітеративні методи допускають використання як початкових даних результати класифікації, одержані після проведення ієрархічного кластерного аналізу. При використанні ітеративних методів, зокрема алгоритм k -середніх, не має потреби проводити обчислення та зберігати матрицю відстаней, оскільки в даному випадку використовуються початкові дані ознак.

Для проведення алгоритму k -середніх потрібно випадково вибрати k об'єктів. Ці k об'єкти будуть виступати як центри кластерів, так би мовити еталони. Далі із об'єктів, що залишились, вибирають один, який має бути віднесений до одного із центрів, використовуючи якусь із зазначених вище метрик. Об'єкт приєднується до центру, якому відповідає найменша відстань. Процедура повторюється аналогічно доти, поки буде одержана задана кількість кластерів з мінімальною внутрішньокластерною дисперсією.

На думку Манделя, найкращих результатів можна досягти використовуючи ієрархічний метод кластерного аналізу, зокрема такий алгоритм як Уорда, оскільки щокроку виконується умова щодо мінімізації внутрішньокластерної дисперсії. Така умова виконується і при застосуванні алгоритму k -середніх (ітераційний метод).

Про якість одержаних кластерів можна робити висновки після порівняння середніх значень ознак кластерів з середнім значенням всієї сукупності об'єктів. Чим більш значуща різниця групових середніх від загальної середньої, тим якісніше проведена кластеризація.

Завдання для самоперевірки

1. Загальні принципи кластерного аналізу
2. Поняття близькості між об'єктами.
3. Основні показники й особливості відстані.
4. Поняття Евклідової відстані.
5. Поняття відстані Мінковського.
6. Основні особливості і показники подібності.
7. Групування даних.
8. Ієрархічні процедури групування даних.
9. Метод «найближчого сусіда».
10. Метод «найдалшого сусіда».

11. Метод середньої відстані.
12. Метод центра групування.
13. Метод медіани.
14. Неієрархічні процедури групування даних.
15. Метод К-середніх.
16. Основні цілі дискримінантного аналізу.
17. Які існують підходи до здійснення дискримінантного аналізу?
18. Завдання дискримінантного аналізу.
19. Припущення щодо вихідних даних у дискримінантному аналізі.
20. Як відбувається інтерпретація функцій дискримінації?
21. Функція дискримінації за наявності двох груп.
22. Функція дискримінації за наявності декількох груп.
23. Оцінка якості класифікації за допомогою функції дискримінації.
24. Як використовуються результати дискримінантного аналізу для класифікації об'єктів?
25. Класифікація спостережень з використанням відстані Махалобіса.
26. Апостеріорні й апіорні ймовірності класифікації.
27. У чому полягає сутність дисперсійного аналізу?
28. Побудова дисперсійного комплексу.
29. Визначення сили впливу досліджуваного фактора.
30. Оцінка значущості основного показника сили впливу.
31. Оцінка значущості основного показника з попереднім розрахунком помилки репрезентативності.
32. Оцінка значущості основного показника за методом Фішера.
33. Дисперсійний аналіз двох контрольованих факторів.

ТЕМА 7

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ

- 7.1 Моделювання взаємозв'язку, його сутність.
- 7.2 Кореляційно-регресійний аналіз.
- 7.3 Моделювання взаємозв'язків соціально-економічних явищ і процесів.

Література: основна [4–6, 9, 11, 21, 23–25]; додаткова [13, 36].

Питання 7.1, 7.2 – для аудиторного розгляду; питання 7.3 – для самостійного опрацювання.

7.1 Моделювання взаємозв'язку, його сутність

Усі явища навколишнього світу взаємозв'язані й взаємозумовлені. У складному переплетенні всеохоплюючого взаємозв'язку будь-яке з них є наслідком дії певної множини причин і водночас причиною інших явищ.

Логічний зміст і практичну значущість статистичних моделей взаємозв'язку слід розглядати саме в площині співвідношення причинності і зв'язків, що вимірюються статистичними методами.

Суть причинності полягає в породженні одного явища іншим. Причина основа, що примушує інше явище змінюватися. Сама по собі причина не визначає наслідку. Останній залежить і від умов, у яких діє причина.

Через нерозпізнаність причин і умов при моделюванні вони об'єднуються в одне поняття «фактор», а наслідок розглядається як результат дії факторів.

Методологічні проблеми побудови моделей взаємозв'язку можна об'єднати в дві групи:

- формування ознакової множини моделі, тобто визначення кількості факторів та їх числових еквівалентів;

- модельна специфікація, тобто вибір функціонального виду моделі, ідентифікація та оцінювання параметрів.

Основна мета моделей взаємозв'язку – виявити і кількісно виміряти вплив факторів на результат. Очевидно, щоб визначити ефект впливу i -го фактора, необхідно елімінувати (усунути) вплив інших факторів, умовно зафіксувавши їх шляхом відповідних розрахунків на одному і тому ж рівні.

На етапі модельної специфікації враховується характер зв'язку й особливості наявної інформації. За своїм характером зв'язки поділяються на стохастичні, різновидом яких є кореляційні зв'язки, та жорстко детерміновані (функціональні). Перші відображують стохастичний характер причинно-наслідкових відношень, другі – адитивні чи мультиплікативні зв'язки між елементами розрахункових формул показників. Відповідно вибирається функціональна форма моделі: кореляційні зв'язки описуються переважно регресійними моделями, функціональні – балансовими або індексними.

У моделях, що описують функціональні зв'язки, ступінь свободи при формуванні ознакової множини обмежений, маневрувати можна лише кількістю факторів, укрупнюючи їх чи деталізуючи. Для регресійних моделей характерна багатоваріантність як ознакової множини, так і функціональної форми моделі.

Інформаційна база моделі залежить від того, як представлено об'єкт моделювання. Якщо він розглядається як сукупність елементів у просторі, то інформація подається просторовими рядами у вигляді матриці обсягом ($n \cdot m$), де n – обсяг сукупності, m – кількість включених у модель факторів. Класична регресія передбачає однорідність сукупності, тобто всі одиниці сукупності мають бути однотипними щодо комплексу умов існування, а властиві їм закономірності однаковими для усіх одиниць без винятку. Якщо сукупність внутрішньо диференційована, має у своєму складі певні групи одиниць зі специфічним характером зв'язку, в моделі слід врахувати неоднорідність за принципом структурної подібності. Методи відображення неоднорідності залежать від характеру та сталості міжгрупових розбіжностей.

Моделі, побудовані у просторовій площині, охоплюють одиничний, фіксований інтервал часу. Серія такого типу моделей за певний період дає можливість простежити динаміку взаємозв'язків, оцінити зміну потужності впливу окремих факторів, його перерозподіл.

Якщо об'єкт моделювання розглядається як первинний, неподільний елемент (галузь економіки, регіон, країна), то інформаційна база представляється багатовимірним динамічним рядом у вигляді матриці обсягом ($m \cdot T$), де T – довжина динамічного ряду. В такому разі в моделі необхідно відобразити властиві процесу закономірності динаміки: тенденції, коливання, запізнення впливу тощо. За умови, що об'єкт моделювання нечисленний, а довжина динамічного ряду обмежена, просторові та динамічні ряди об'єднуються.

На практиці використовують переважно автономно побудовані моделі, тобто моделі одного показника-функції. Специфікація моделі залежить від її призначення, природи і структури взаємозв'язків, специфіки об'єкта моделювання, наявної інформації. Поєднання, комбінація усіх цих елементів визначає безліч типів моделей.

В однорівневих регресійних моделях відбувається складний процес елімінування впливів між включеними в модель факторами і виокремлення безпосереднього впливу кожного з них на результат. Фактичне використання такої моделі передбачає, що в разі необхідності рівні факторів можна змінювати незалежно один від одного. Проте в реальних умовах зміна одного фактора не може відбуватися за незмінності інших, вона спричиняє ланцюгову реакцію в усій системі взаємозв'язаних показників. Поряд з безпосереднім прямим впливом має місце опосередкований вплив, часом за різними напрямками, що потребує оцінювання сумарного впливу. Іноді одна й та сама змінна виступає водночас причиною і наслідком. Тоді виникає необхідність одночасного оцінювання прямого і зворотного впливів.

7.2 Кореляційно-регресійний аналіз

Важливою характеристикою кореляційного зв'язку є лінія регресії – емпірична в моделі аналітичного групування і теоретична в моделі регресійного аналізу. Емпірична лінія регресії представлена груповими середніми результативної ознаки \bar{y}_j , кожна з яких належить до відповідного інтервалу значень групувального фактора x_j . Теоретична лінія регресії описується певною функцією $Y = f(x)$, яку називають рівнянням регресії, а Y – теоретичним рівнем результативної ознаки. На відміну від емпіричної, теоретична лінія регресії неперервна.

Рівняння регресії описує числове співвідношення варіації ознак x і y в середньому. Коефіцієнт пропорційності при цьому відіграє визначальну роль. Він показує, на скільки одиниць y в середньому змінюється y зі зміною x на одиницю. У разі прямого зв'язку b – величина додатна, у разі оберненого – від'ємна.

Подаючи y як функцію x , тим самим абстрагуються від множинності причин, штучно спрощуючи механізм формування варіації y . Аналіз причинних комплексів здійснюється за допомогою множинної регресії.

Різні явища по-різному реагують на зміну факторів. Для того щоб відобразити характерні особливості зв'язку конкретних явищ,

використовують різні за функціональним видом регресійні рівняння. Якщо зі зміною фактора x результат y змінюється більш-менш рівномірно, такий зв'язок описується лінійною функцією $Y = a + bx$. Коли йдеться про нерівномірне співвідношення варіацій взаємозв'язаних ознак (наприклад, коли прирости значень y зі зміною x прискорені чи сповільнені або напрям зв'язку змінюється), застосовують нелінійні регресії, зокрема:

ступеневу $Y = ax^b$;

гіперболічну $Y = a + \frac{b}{x}$;

параболічну $Y = a + bx + cx^2$ тощо.

Вибір і обґрунтування функціонального виду регресії ґрунтується на теоретичному аналізі суті зв'язку.

Теоретичний аналіз суті зв'язку, хоча й дуже важливий, тільки окреслює особливості форми регресії і не може точно визначити її функціонального виду. До того ж у конкретних умовах простору і часу межі варіації взаємозв'язаних ознак x і y значно вужчі за теоретично можливі. І якщо кривина регресії невелика, то в межах фактичної варіації ознак зв'язок між ними досить точно описується лінійною функцією. Цим значною мірою пояснюється широке застосування лінійних рівнянь регресії:

$$Y = a + bx.$$

Параметр b (коефіцієнт регресії) – величина іменована, має розмірність результативної ознаки і розглядається як ефект впливу x на y . Параметр a – вільний член рівняння регресії, це значення y при $x = 0$. Якщо межі варіації x не містять нуля, то цей параметр має лише розрахункове значення.

Параметри рівняння регресії визначаються методом найменших квадратів, основна умова якого – мінімізація суми квадратів відхилень емпіричних значень y від теоретичних Y :

$$\sum (y - Y)^2 = \min.$$

Математично доведено, що значення параметрів a та b , при яких мінімізується сума квадратів відхилень, визначаються із системи нормальних рівнянь:

$$\begin{aligned} \sum y &= na + b \sum x, \\ \sum xy &= a \sum x + b \sum x^2. \end{aligned}$$

Розв'язавши цю систему, знаходимо такі значення параметрів:

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - \sum x \sum x},$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}.$$

Рівняння регресії відображає закон зв'язку між x і y не для окремих елементів сукупності, а для сукупності в цілому; закон, який абстрагує вплив інших факторів, виходить з принципу «за інших однакових умов».

Вплив інших окрім x факторів зумовлює відхилення емпіричних значень y від теоретичних у той чи інший бік. Відхилення $(y - Y)$ називають залишками і позначають символом e . Залишки, як правило, менші за відхилення від середньої, тобто $(y - Y) \leq (y - \bar{y})$.

Відповідно загальна дисперсія:

$$\sigma_y^2 = \frac{1}{n} \sum_1^n (y - \bar{y})^2,$$

залишкова дисперсія:

$$\sigma_e^2 = \frac{1}{n} \sum_1^n (y - Y)^2.$$

У невеликих за обсягом сукупностях коефіцієнт регресії схильний до випадкових коливань. Тому слід перевірити його істотність. Коли зв'язок лінійний, істотність коефіцієнта регресії перевіряють за допомогою t -критерію (Стьюдента), статистична характеристика якого для гіпотези $H_0: b = 0$ визначається відношенням коефіцієнта регресії b до власної стандартної похибки μ_b , тобто $t = b / \mu_b$.

Стандартна похибка коефіцієнта регресії залежить від варіації факторної ознаки σ_x^2 , залишкової дисперсії σ_e^2 і числа ступенів свободи $k = n - m$, де m – кількість параметрів рівняння регресії:

$$\mu_b = \sqrt{\frac{\sigma_e^2}{\sigma_x^2 (n - m)}}.$$

Для коефіцієнта регресії, як і для будь-якої іншої випадкової величини, визначаються довірчі межі $b \pm t\mu_b$.

Важливою характеристикою регресійної моделі є відносний ефект впливу фактора x на результат y – коефіцієнт еластичності:

$$\gamma = b \frac{\bar{x}}{\bar{y}}.$$

Він показує, на скільки процентів у середньому змінюється результат у зі зміною фактора x на 1%.

Поряд із визначенням характеру зв'язку та ефектів впливу факторів x на результат y важливе значення має оцінка щільності зв'язку, тобто оцінка узгодженості варіації взаємозв'язаних ознак. Якщо вплив факторної ознаки x на результативну y значний, це виявиться в закономірній зміні значень y зі зміною значень x , тобто фактор x своїм впливом формує варіацію y . За відсутності зв'язку варіація y не залежить від варіації x .

Для оцінювання щільності зв'язку використовують низку коефіцієнтів з такими спільними властивостями:

за відсутності будь-якого зв'язку значення коефіцієнта наближається до нуля; при функціональному зв'язку – до одиниці;

за наявності кореляційного зв'язку коефіцієнт виражається дробом, який за абсолютною величиною тим більший, чим щільніший зв'язок.

Серед мір щільності зв'язку найпоширенішим є коефіцієнт кореляції Пірсона. Позначається цей коефіцієнт символом r . Оскільки сфера його використання обмежується лінійною залежністю, то і в назві фігурує слово «лінійний».

Обчислення лінійного коефіцієнта кореляції r ґрунтується на відхиленнях значень взаємозв'язаних ознак x і y від середніх.

За наявності прямого кореляційного зв'язку будь-якому значенню $x_i > \bar{x}$ відповідає значення $y_i > \bar{y}$, а $x_k < \bar{x}$ відповідає $y_k < \bar{y}$. Узгодженість варіації x і y схематично показано на рисунку 2 у вигляді кореляційного поля зі зміщеною системою координат.

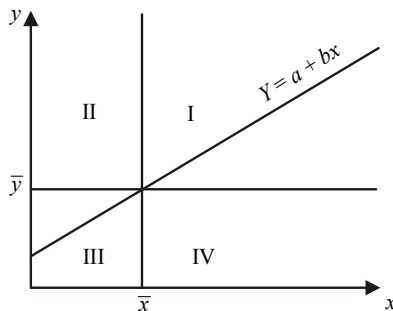


Рисунок 2 – Узгодженість варіації взаємозв'язаних ознак

Точка, координатами якої є середні \bar{x} і \bar{y} , поділяє кореляційне поле на чотири квадранти, в яких по-різному поєднуються знаки відхилень від середніх:

Квадрант	$(x - \bar{x})$	$(y - \bar{y})$
I	+	+
II	-	+
III	-	-
IV	+	-

Для точок, розміщених у I та III квадрантах, добуток $(x - \bar{x})(y - \bar{y})$ додатний, а для точок з квадрантів II і IV – від’ємний. Чим щільніший зв’язок між ознаками x і y , тим більша алгебраїчна сума добутків відхилень $\sum_1^n (x - \bar{x})(y - \bar{y})$. Гранична сума цих добутків

$$\text{дорівнює } \sqrt{\sum_1^n (x - \bar{x})^2 \sum_1^n (y - \bar{y})^2}.$$

Коефіцієнт кореляції визначається відношенням зазначених сум:

$$r = \frac{\sum_1^n (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum_1^n (x - \bar{x})^2 \sum_1^n (y - \bar{y})^2}}.$$

Очевидно, що в разі функціонального зв’язку фактична сума відхилень дорівнює граничній, а коефіцієнт кореляції $r = \pm 1$; при кореляційному зв’язку абсолютне його значення буде тим більшим, чим щільніший зв’язок.

Коефіцієнт кореляції, оцінюючи щільність зв’язку, указує також на його напрям: коли зв’язок прямий, r – величина додатна, а коли він зворотний – від’ємна. Знаки коефіцієнтів кореляції і регресії однакові, величини їх взаємозв’язані функціонально:

$$r = b \frac{\sigma_x}{\sigma_y}; \quad b = r \frac{\sigma_y}{\sigma_x}.$$

Вимірювання щільності нелінійного зв’язку ґрунтується на співвідношенні варіацій теоретичних та емпіричних (фактичних) значень результативної ознаки y . Відхилення індивідуального значення

ознаки y від середньої $(y - \bar{y})$ можна розкласти на дві складові. У регресійному аналізі це відхилення від лінії регресії $(y - Y)$ і відхилення лінії регресії від середньої $(Y - \bar{y})$.

Відхилення $(Y - \bar{y})$ є наслідком дії фактора x , відхилення $(y - Y)$ – наслідком дії інших факторів. Взаємозв'язок факторної та залишкової варіації описується правилом декомпозиції варіації:

$$\sigma_y^2 = \delta_Y^2 + \sigma_e^2,$$

де $\sigma_y^2 = \frac{1}{n} \sum_1^n (y - \bar{y})^2$ – загальна дисперсія ознаки y ;

$\delta_Y^2 = \frac{1}{n} \sum_1^n (Y - \bar{y})^2 = \frac{1}{n} (a \sum x + b \sum xy) - \bar{y}^2$ – факторна дисперсія;

$\sigma_e^2 = \frac{1}{n} \sum_1^n (y - Y)^2$ – залишкова дисперсія.

Значення факторної дисперсії δ_Y^2 буде тим більшим, чим сильніший вплив фактора x на y . Відношення факторної дисперсії до загальної розглядається як міра щільності кореляційного зв'язку і називається коефіцієнтом детермінації:

$$R^2 = \frac{\delta_Y^2}{\sigma_y^2}.$$

Корінь квадратний з коефіцієнта детермінації називають індексом кореляції R . Коли зв'язок лінійний, $R = |r|$.

На таких самих засадах ґрунтується оцінювання щільності зв'язку за даними аналітичного групування. Мірою щільності зв'язку є кореляційне відношення:

$$\eta^2 = \frac{\delta^2}{\sigma^2},$$

де δ^2 – міжгрупова дисперсія, яка вимірює варіацію ознаки y під впливом фактора x , а σ^2 – загальна дисперсія.

Обчислення та інтерпретація коефіцієнта детермінації R^2 і кореляційного відношення η^2 показують: ці характеристики щільності зв'язку за змістом ідентичні, вони характеризують внесок фактора x у загальну варіацію результату y .

Перевірка істотності кореляційного зв'язку ґрунтується на порівнянні фактичних значень R^2 і η^2 з критичними, які могли б

виникнути за відсутності зв'язку. Якщо фактичне значення R^2 чи η^2 перевищує критичне, то зв'язок між ознаками не випадковий. Гіпотеза, що перевіряється, формулюється як нульова:

$$H_0: R^2 = 0 \quad \text{або} \quad H_0: \eta^2 = 0.$$

Ступені свободи залежать від обсягу сукупності n та числа груп або параметрів функції m , тобто $k_1 = m - 1$, $k_2 = n - m$.

Вказана процедура перевірки істотності зв'язку є складовою дисперсійного аналізу, розробленого Р. Фішером. Характеристика критерію Фішера – дисперсійне відношення F – функціонально

пов'язана з кореляційним відношенням $F = \frac{\eta^2}{1 - \eta^2} \frac{k_2}{k_1}$, тому результати

перевірки будуть ідентичні.

Прогнозування на основі регресійної моделі. Коли регресійна модель використовується для прогнозування величини Y , при відомих значеннях X незміщена оцінка точкового прогнозу запишуть так:

$$M[Y_p(X_p)] = X_p \hat{A},$$

де X_p – заданий на перспективу рядок матриці екзогенних змінних X при $i = p$;

Y_p – точковий прогноз ендогенної змінної на основі економетричної моделі.

Якість прогнозу тим вища, чим повніше виконуються допущення моделі в прогнозований період, надійніше оцінені параметри моделі, точніше визначені значення екзогенних змінних для періоду упередження прогнозу.

Зв'язок між ендогенною змінною Y і однією або кількома екзогенними змінними X може бути нелінійним. Існують два шляхи розв'язання цієї проблеми:

- перетворити дані та застосувати лінійну регресію;
- застосувати методи нелінійної регресії.

За допомогою коефіцієнтів регресії неможливо порівняти вплив чинників на ендогенну змінну через розбіжність одиниць виміру і ступеня коливання. Порівняльні характеристики можна одержати, розрахувавши коефіцієнти еластичності, бета-коефіцієнти. За їх допомогою можна визначити ранги чинників за ступенем їх впливу на залежну змінну, тобто зіставити їх між собою за величиною цього впливу. Разом з тим не можна безпосередньо оцінити частку впливу певного чинника у загальній дії всіх чинників. З цієї метою використовуються дельта-коефіцієнти.

Ускладнення методів прогнозування ендогенної змінної породжується невиконанням допущень регресійного аналізу.

На особливу увагу заслуговують такі порушення, як мультиколінеарність, гетероскедастичність, автокореляція залишків.

Мультиколінеарність означає корельованість екзогенних змінних. Якщо дві або декілька незалежних змінних у множинній регресії корелюють між собою, регресійна модель не в змозі виділити особистий вплив кожної з них на залежну змінну. Точного граничного значення рівня кореляції змінних, за якого виникає проблема мультиколінеарності, не існує, отже, слід діяти на власний розсуд. При мультиколінеарності коефіцієнти регресії нестабільні як в розумінні статистичної значущості, так і за величиною та знаком, тому вони ненадійні. Значення коефіцієнтів R^2 можуть бути високими, але значні і стандартні помилки, звідси і t -критерії малі, що свідчить про незначущість параметрів моделі.

Гетероскедастичність.

Залишки з постійною дисперсією називаються гомоскедастичними, якщо ж дисперсія змінюється, то – гетероскедастичними. Гетероскедастичність призводить до втрати коефіцієнтами регресії якості кращих оцінок або оцінок з мінімальною дисперсією, отже вони не ефективні.

Вплив гетероскедастичності на оцінку інтервалу прогнозування і перевірку гіпотези про значущість параметрів моделі полягає в тому, що, хоч параметри не зміщені, дисперсії і стандартні помилки цих параметрів будуть зміщеними. Якщо зміщення від'ємне, то оцінки стандартних помилок будуть меншими за справжні їх значення, а критерій перевірки, t -статистика, буде більшим, ніж насправді. Отже можливий хибний висновок про значущість параметра. І навпаки, якщо зміщення додатне, то оцінки стандартних помилок будуть більшими за справжні їх значення, а критерій перевірки – меншим. Тоді можна помилково прийняти нульову гіпотезу, коли вона має бути відхилена.

Автокореляція залишків найчастіше виникає, коли модель будується на основі часових рядів. Якщо існує кореляція між послідовними значеннями деякої ендогенної змінної, то вона спостерігатиметься і стосовно послідовних значень залишків. Автокореляція може бути також наслідком помилкової специфікації моделі; її наявність може означати, що необхідно ввести до моделі додаткову незалежну змінну, або лінійна модель повинна бути нелінійною. Введення змінних із лагами теж може привести до автокореляції.

Якщо залишок e_t знаходиться під впливом залишку з попереднього періоду часу e_{t-1} і будь-якого значення випадкової змінної u_t , то ця залежність запишеться як авторегресійна функція першого порядку (AR1):

$$e_t = \rho e_{t-1} + u_t.$$

Величина характеризує коваріацію залишків.

Якби поточна величина залишку були під впливом двох попередніх залишків, то авторегресійна функція другого порядку (AR2) мала б такий вигляд:

$$e_t = \rho_{t-1} e_{t-1} + \rho_{t-2} e_{t-2} + u_t.$$

Завдяки регресійній моделі за МНК отримують незміщені оцінки з мінімальною дисперсією тільки тоді, коли залишки незалежні один від одного. Якщо існує автокореляція, то параметри регресії не зміщені, але їх стандартні помилки будуть недооцінені і перевірка параметрів регресії буде ненадійною.

Перевірка наявності автокореляції першого порядку виконується за критерієм Дарбіна-Уотсона (DW):

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n e_t^2}.$$

Він може набувати значень у проміжку $[0, 4]$. Якщо залишки e_t є випадковими величинами, нормально розподіленими, а не автокорельованими, то значення DW знаходяться поблизу 2. При додатній автокореляції DW майже дорівнює 0, при від'ємній – 4. Фактичні значення критерію порівнюються з критичними (табличними) при заданій кількості спостережень n і числі незалежних змінних k для вибраного рівня значущості α . Табличні значення мають нижню межу DW_1 і верхню – DW_2 .

Коли $DW_{\text{факт}} < DW_1$, то залишки мають додатну автокореляцію. Коли $DW_{\text{факт}} > 4 - DW_1$, то залишки мають від'ємну автокореляцію. Якщо $DW_{\text{факт}} > DW_2$, то приймається гіпотеза про відсутність автокореляції. Коли $DW_1 < DW < DW_2$, точні висновки не можливі, необхідні подальші дослідження з більшою сукупністю спостережень.

Підсумовуючи сказане вище, можна вказати основні завдання, які можуть бути вирішені з використанням кореляційного та регресійного методів аналізу.

Кореляційний аналіз забезпечує:

- вимірювання ступеня зв'язку двох або більше змінних;

– відбирання чинників, що найбільш суттєво впливають на залежну змінну;

– віднаходження раніше невідомих причинних зв'язків (кореляція безпосередньо не розкриває причинних зв'язків між явищами, але визначає числове значення цих зв'язків та ймовірність суджень щодо їх існування).

Регресійний аналіз дозволяє вирішити такі завдання:

– встановлення форм залежності між однією ендогенною та однією або кількома екзогенними змінними (додатна, від'ємна, лінійна, нелінійна). Ендогенна змінна звичайно позначається Y , а екзогенна (екзогенні), яка ще інакше називається регресором – X ;

– визначення функції регресії. Важливо не тільки вказати загальну тенденцію зміни залежної змінної, а й з'ясувати, який був би вплив на залежну змінну головних чинників, якщо б решта (другорядні, побічні) чинників не змінювалася (перебували на тому самому середньому рівні) і були виключені випадкові елементи;

– оцінювання невідомих значень залежної змінної.

Завдання для самоперевірки

1. Загальна лінійна модель регресії.
2. У чому полягає принцип регресійного аналізу?
3. Коефіцієнти регресії.
4. Парний регресійний аналіз.
5. Статистичне оцінювання коефіцієнтів моделі.
6. Оцінка адекватності моделі аналізованим даним.
7. Графічне подання моделі парної регресії.
8. Оцінка стандартної помилки регресії.
9. Оцінка точності коефіцієнтів регресії.
10. Розрахунок параметрів і оцінки якості моделі парної регресії.
11. Множинний регресійний аналіз.
12. Оцінка коефіцієнтів моделі і вимірювання її точності.
13. Кількість змінних у моделі множинної регресії.
14. Механізм інтерпретації коефіцієнтів регресії.
15. Проблема мультиколінеарності.
16. Оцінка вірогідності результатів регресійного аналізу.
17. Проблема гетероскедастичності.
18. Автокореляція залишків у моделях регресії.
19. Розширення множинного регресійного аналізу.

ТЕМА 8

МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ ПРИЧИННИХ КОМПЛЕКСІВ

- 8.1 Сутність моделювання складних причинних комплексів.
- 8.2 Метод головних компонент, його сутність і призначення.
- 8.3 Факторний аналіз багатовимірних даних.

Література: основна [4–7, 11–13, 19, 21–23, 26]; додаткова [10, 14, 48-54].

Питання 8.1, 8.2 – для аудиторного розгляду; питання 8.3 – для самостійного опрацювання.

8.1 Сутність моделювання складних причинних комплексів

Складне переплетення взаємозв'язків соціально-економічних явищ потребує і складних інструментів аналізу. З-поміж таких інструментів є системи рівнянь, заміна множин висококорельованих ознак інтегральними факторами (головними компонентами) тощо. Методологічні засади модельної специфікації розглядаються за принципом «від простого до складного».

Складність і багатогранність взаємозв'язків, наявність зворотного впливу зумовлюють необхідність використання моделей у вигляді системи взаємозалежних рівнянь. Розрізняють два типи таких систем. В одних системах рівняння описують послідовний ланцюг причинно-наслідкових зв'язків, що уможливило послідовне їх розв'язування. Іншим системам властиві зворотні зв'язки, коли та сама змінна одночасно виступає і як причина, і як наслідок. У такому разі рівняння необхідно розв'язувати одночасно.

Логіко-методологічна схема побудови будь-якої системи рівнянь включає: формування логічного каркасу моделі та специфікацію рівнянь. Логічний каркас моделі можна представити геометрично у вигляді графа зв'язку або таблично у вигляді матриці суміжності. Дуги графа відображують напрям зв'язку; послідовність дуг одного напрямку називають шляхом, а кількість послідовно з'єднаних дуг – довжиною шляху. На основі графа можна простежити причинні ланцюги (прямі та опосередковані), виявити контури зворотного зв'язку тощо.

При складному переплетенні взаємозв'язків шляхи впливу будь-якої довжини можна формалізувати за допомогою квадратної матриці порядку m з одиничними і нульовими елементами залежно від

нааявності (відсутності) дуг між вершинами x_i та x_k . Стівпці такої матриці асоціюються з причинами, а рядки – з наслідками. Якщо x_i впливає на x_k , на перетині i -го стівпця і k -го рядка ставиться одиниця. Нуль символізує відсутність впливу.

Важливим етапом модельної специфікації є поділ змінних, що формують структуру моделі, на ендогенні та екзогенні. Ендогенні, тобто взаємозалежні, змінні зумовлені внутрішньою структурою процесу і є предметом аналізу. Кількість їх дорівнює кількості рівнянь і тотожностей моделі. Включені в модель незалежні змінні називаються екзогенними. Саме вони спричиняють зміни в системі взаємозв'язків, не зазнаючи на собі зворотного впливу. Класифікація змінних на ендогенні та екзогенні досить умовна і залежить від природи й суті явища, яке вивчається, та від мети дослідження. В динамічних моделях з'являються лагові змінні. Взаємозв'язок усіх типів змінних представимо такою системою рівнянь:

$$\begin{aligned} Y_{1,t} &= f_1(y_{3,t}, y_{2,t-1}, x_{1,t}) \\ Y_{2,t} &= f_2(y_{1,t}, y_{3,t-1}, x_{2,t}) \\ Y_{3,t} &= f_3(y_{2,t}, y_{1,t-1}, x_{3,t}). \end{aligned}$$

У системі стільки рівнянь, скільки ендогенних змінних ($y_{1,t}, y_{2,t}, y_{3,t}$). Усі вони взаємозалежні, і кожна з них окремо зазнає впливу як незалежних (екзогенних) змінних ($x_{1,t}, x_{2,t}, x_{3,t}$), так і ендогенних із запізненням ($y_{2,t-1}, y_{3,t-1}, y_{1,t-1}$). Лаговим змінним властиві такі ж риси, як і екзогенним, тому вони об'єднуються в один клас визначених наперед змінних z_j .

Окреме i -те рівняння системи можна записати так:

$$y_i = Y_i a_i + Z_j b_j + e_i,$$

де Y_i – вектор ендогенних змінних i -го рівняння ($i=1, 2, \dots, k_i$);

a_i – коефіцієнти при ендогенних змінних, що входять в i -те рівняння;

Z_j – вектор екзогенних і лагових змінних i -го рівняння ($j=1, 2, \dots, m_i$);

b_j – коефіцієнти при змінних z_j в i -му рівнянні.

Модель відображає структуру взаємозв'язків між змінними і тому називається структурною. Оскільки ті ж самі ендогенні змінні входять до різних рівнянь моделі, то це призводить до залежності залишків від ендогенних змінних, що ускладнює оцінювання параметрів моделі класичним МНК. Щоб виключити кореляцію залишків, структурну модель трансформують, приводять до скороченої, приведеної форми. У приведеній формі всі ендогенні змінні виражені виключно через визначені наперед (екзогенні та лагові) змінні:

$$y_i = Z_j r_j + v_i,$$

де r_j – коефіцієнти приведеної форми при змінних z_j , оцінюються класичним МНК;

v_i – залишок.

Проблема оцінювання параметрів структурної моделі і можливості її перетворення пов'язані з поняттям ідентифікації моделі. Модель називають ідентифікованою, якщо рівняння структурної форми однозначно описують зв'язок. Умова ідентифікації перевіряється для кожного i -рівняння за критерієм:

$$(k_i - 1) \leq (m - m_i).$$

В ідентифікованому рівнянні різниця між загальною кількістю екзогенних і лагових змінних усієї системи m і кількістю таких змінних в i -му рівнянні m_i на одиницю більша за кількість ендогенних змінних цього рівняння k_i . Кожне рівняння ідентифікованої системи відображає певну систему взаємозв'язків, не дублює і не може бути замінено ніякою комбінацією інших рівнянь.

Коли $(m - m_i) > (k_i - 1)$, оцінки параметрів моделі не можуть бути визначені однозначно, система вважається надідентифікованою. Якщо для i -го рівняння $(m - m_i) \leq (k_i - 1)$, то така система є неідентифікованою, і визначити параметри статистичними методами неможливо.

Оцінювання параметрів наідентифікованих рівнянь здійснюється двокроковим МНК. На першому кроці визначаються параметри приведеної системи рівнянь і теоретичні значення ендогенних змінних; на другому – в системі структурних рівнянь значення ендогенних змінних замінюються значеннями, розрахованими в рамках приведеної системи. Для лінійної моделі:

$$1. \hat{y}_i = \sum_1^{m_i} r_j z_j ;$$

$$2. Y_i = \sum_1^{k_i} a_i \hat{y}_i + \sum_1^{m_i} b_j x_j .$$

Побудовані у такий спосіб рівняння розглядаються як звичайні рівняння регресії, параметри їх визначаються МНК і використовуються при прогнозуванні. Якщо специфікація моделі не відповідає вимогам математичного апарату та емпіричним даним, а система рівнянь виявляється неідентифікованою, то можливі три шляхи видозмінення моделі:

- виключити з моделі деякі ендогенні змінні;
- ввести в модель додаткові екзогенні або лагові змінні;

– замінити певну множину взаємозалежних змінних багатовимірними оцінками, скажімо, головними компонентами.

У системі Statistica методи структурного моделювання реалізовано в модулі Sepath.

8.2 Метод головних компонент, його сутність і призначення

Для проведення моделювання і прогнозування кон'юнктури ринку протягом останніх років все більше використовують багатовимірні методи. Серед них чільне місце посідає метод головних компонент. Це пояснюється тією особливістю цього методу, що за його допомогою можна одночасно досліджувати чималу кількість ознак, у тому числі і взаємозалежних. В результаті узагальнення початкових ознак є змога виявити загальні закономірності тобто, в результаті дослідження значної кількості ознак, які характеризують ринок, можна виявити кон'юнктуруутворюючі чинники, які безпосередньо неможливо спостерігати та оцінювати, оскільки вони є внутрішніми, прихованими властивостями явищ.

Чималий внесок в розвиток компонентного аналізу вклали такі всесвітньо відомі вчені як Ч. Спірмен, Л. Терстоун, Г. Томсон, С. Барт, Р. Кеттелл, Д. Максвелл, Д. Гарнетт, К. Холзінгер, Г. Харман та інші.

Слід вказати, що вперше К. Пірсоном в 1901 році було розроблено метод головних компонент, а в 1933 році Г. Хотеллінгом була подана статистична інтерпретація цього методу.

Метод головних компонент полягає в тому, що на основі дійсно існуючих зв'язків ознак можна виявити латентні узагальнені характеристики організаційної структури та механізм розвитку явищ та процесів. За допомогою метода головних компонент можна позбавитися ефекту мультиколінеарності в результаті заміни початкових ознак, які можуть бути корельованими, меншою кількістю незалежних компонент. Ці так звані гіпотетичні величини неможливо безпосередньо оцінити.

Завдання, які висуваються перед компонентним аналізом і можуть бути вирішені за його допомогою, зводяться до наступних:

- скорочення початкових ознак в результаті виділення головних компонент;
- виявлення взаємозв'язків та закономірностей, так званих латентних впливів;
- оцінювання узагальнених показників (інтерпретація та оцінка головних компонент);

- прогнозування розвитку певного процесу, при побудові рівняння регресії, з використанням результатів компонентного аналізу;
- типологія та класифікація об'єктів спостереження;
- використання компонентного аналізу в комбінації з іншими методами аналізу, тобто перетворення даних для використання в інших моделях.

Модель компонентного аналізу можна зобразити таким чином:

$$z_i = \sum_{k=1}^m a_{ik} G_k,$$

- де z_i – нормоване значення i -ї ознаки з одиничними дисперсіями;
 a_{ik} – вага, факторне навантаження k -ї компоненти на i -у ознаку;
 $i = 1, 2, \dots, m$;
 m – кількість ознак;
 $k = 1, 2, \dots, p$;
 p – кількість головних компонент; $p < m$;
 G_k – k -а головна компонента.

Або дещо інакше записана модель компонентного аналізу:

$$z_{ij} = k \sum_{i=1}^p a_{ik} g_{jk},$$

- де z_{ij} – нормоване значення i -ї ознаки для j -го об'єкта;
 $j = 1, 2, \dots, n$;
 n – кількість об'єктів;
 g_{jk} – значення k -ї компоненти для j -го об'єкта.

В матричному вигляді модель головних компонент має вигляд:

$$Z = F \cdot A',$$

- де Z – матриця нормованих значень розміром $n \times m$;
 F – матриця значень головних компонент розміром $n \times m$;
 A' – транспонована матриця факторних навантажень розміром $m \times m$.

Алгоритм методу головних компонент складається з таких етапів.

I. Формування матриці початкових даних X розміром $n \times m$:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11}x_{12}x_{13} \dots x_{1m} \\ x_{21}x_{22}x_{23} \dots x_{2m} \\ \dots\dots\dots \\ x_{n1}x_{n2}x_{n3} \dots x_{nm} \end{bmatrix},$$

де x_{ij} – значення i -ї ознаки для j -го об'єкта (спостереження);

$i = 1, 2, \dots, m$, m – кількість ознак;

$j = 1, 2, \dots, n$, n – кількість об'єктів.

II. Розрахунок матриці стандартизованих значень ознак, який здійснюється за наступною формулою:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sigma_j},$$

де z_{ij} – стандартизоване значення i -ї ознаки для j -го об'єкта;

\bar{x}_i – середнє значення i -ї ознаки;

σ_i – середньоквадратичне відхилення i -ї ознаки.

Після проведених розрахунків перейдено до матриці стандартизованих значень Z розміром $n \times m$:

$$Z = \begin{bmatrix} z_{11}z_{12}z_{13} \dots z_{1m} \\ z_{21}z_{22}z_{23} \dots z_{2m} \\ \dots\dots\dots \\ z_{n1}z_{n2}z_{n3} \dots z_{nm} \end{bmatrix}.$$

III. Обчислення матриці парних коефіцієнтів кореляції R з одиницями на головній діагоналі:

$$R = \frac{1}{n} Z^T Z,$$

$$R = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & r_{13} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & 1 & r_{23} & \dots & r_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & r_{m3} & \dots & 1 \end{bmatrix}.$$

Якщо не переходити від матриці X до матриці Z , то від матриці X перейдемо до матриці коваріацій S :

$$S = \frac{1}{n} X^T X,$$

$$S = \begin{bmatrix} 1 & s_{12} & s_{13} & \dots & s_{1m} \\ s_{21} & 1 & s_{23} & \dots & s_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{m1} & s_{m2} & s_{m3} & \dots & 1 \end{bmatrix}.$$

IV. В методі головних компонент, на відміну від факторного аналізу, вважається, що латентні компоненти мають пояснити всю варіацію. Тому, немає необхідності переходити від матриці кореляцій R чи матриці коваріацій S до редукованої матриці коваріацій чи редукованої матриці парних кореляцій R_h , у якій на головній діагоналі замість одиниць стоять спільності (h_j^2).

Таким чином, наступним кроком є розрахунок діагональної матриці властивих чисел Λ розміром $p \times p$. Елементи матриці Λ ранжовані в убиваючому порядку.

$$\Lambda = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \lambda_p \end{bmatrix}.$$

Властиві значення λ_k вказують на внесок k -ї компоненти в сумарну дисперсію початкової ознакової множини. Їхні значення визначають з рівняння $|R - \lambda E| = 0$.

V. Розрахунок ортогональної матриці властивих векторів розміром $p \times p$:

$$U = \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & u_{13} & \dots & u_{1p} \\ u_{21} & u_{22} & u_{23} & \dots & u_{2p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ u_{p1} & u_{p2} & u_{p3} & \dots & u_{pp} \end{bmatrix}.$$

Властивий вектор V_k , що відповідає властивому значенню λ_k матриці кореляцій R , знаходять з такого рівняння:

$$(R - \lambda_k E)V_k = 0.$$

Нормований властивий вектор U_k буде знаходитись таким чином:

$$U_k = \frac{V_k}{\sqrt{V_k V_k'}}.$$

VI. Розрахунок матриці факторних навантажень A , елементами якої є вага компонент (факторні навантаження):

$$A = V \Delta^{1/2}$$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1k} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & a_{m3} & \dots & a_{mk} \end{bmatrix}.$$

VII. Перш ніж перейти від матриці A до матриці значень головних компонент F , може виникнути потреба знаходження більш простої факторної структури. Пошук простішої факторної структури здійснюють за допомогою процедур обертання, в результаті чого значення одних факторних навантажень зменшуються, а інших – зростають. Після цього одержують матрицю факторного навантаження після обертання.

VIII. Розрахунок матриці значень головних компонент F :

$$F = Z V \Delta^{-1/2}$$

$$F = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & f_{13} & \dots & f_{1k} \\ f_{21} & f_{22} & f_{23} & \dots & f_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_{n1} & f_{n2} & f_{n3} & \dots & f_{nk} \end{bmatrix}.$$

Слід відмітити, що модель факторного аналізу має такий вигляд:

$$x_i = \sum_{k=1}^m a_{ik} f_k + e_i,$$

де a_{ik} – навантаження k -го фактора i -ї ознаки;

$i = 1, 2, \dots, m$;

m – кількість ознак;

$k = 1, 2, \dots, p$;

p – кількість факторів, $p < m$;

f_k – k -й загальний фактор;

e_i – залишки, які являють собою джерела відхилень, що діють лише на i -у ознаку; вони обумовлені дією характерного (специфічного) фактора.

Якщо припустити, що по-перше, загальні фактори ортогональні, по-друге, кількість загальних факторів дорівнює кількості початкових

ознак, а специфічний фактор e_i близький до нуля, то маємо модель компонентного аналізу.

Таким чином, метод головних компонент має певні властивості, які різнять його від факторного аналізу. По-перше, головні компоненти є статистично незалежними. По-друге, виділені головні компоненти ранжовані в залежності від рівня їхнього вкладу до сумарної дисперсії початкових ознак. Тобто перша головна компонента має максимальну дисперсію, друга – найбільшу дисперсію серед компонент, які залишилися, і так до повного розподілу дисперсії між компонентами.

Компонентний аналіз являє собою лінійний адитивний метод. При його використанні не має потреби висувати гіпотез щодо лінійності моделі, про наявну кількість компонент та їхню корельованість. При використанні метода головних компонентів не потрібно робити ніяких припущень щодо ознак, більше того – вони можуть бути, навіть, випадковими величинами. За його допомогою можна повністю розкласти дисперсію початкових ознак, тобто повністю її пояснити, використовуючи для цього латентні компоненти, які являють собою узагальнені ознаки.

За умови, що вага компонент визначена і їх більше однієї – не завжди є можливість однозначно та адекватно інтерпретувати виділені компоненти. Це пов'язано з тим, що для цих же компонент можна одержати еквівалентні ваги (навантаження) за допомогою їх ортогонального перетворення.

Перетворення проводять для того, щоб, за можливості, знайти просту факторну структуру. Це, коли факторні навантаження ознак, які мають вплив на невідоме явище, мали високі значення на одну компоненту та незначні – на інші. Слід зазначити, що елемент a_{ik} матриці факторних навантажень A вказує на зв'язок між i -ю початковою ознакою та k -ю головною компонентою і знаходиться в таких межах: $-1 \leq a_{ik} \leq +1$. Компоненту, для якої ознаки мають високі навантаження потрібно назвати, тобто інтерпретувати. В тому випадку, коли маємо більше одного фактора, їх не завжди можна проінтерпретувати однозначно. У зв'язку з цим факторна структура може бути змінена за допомогою різних процедур ортогонального чи косокутного обертання, в процесі якого значення одних факторних навантажень зростають, а інших – зменшуються. Найчастіше використовують процедуру варімакс, яка максимізує варіацію квадратів факторних навантажень для кожної компоненти, збільшуючи великі і зменшуючи малі значення факторних навантажень. Тим

факторам, які мають найбільші навантаження дається відповідна назва.

Для підбору компонент, вирішення яких легко інтерпретувати, використовують такі методи.

I. Методи, в основу яких покладено обертання факторів (компонент):

1. графічний метод обертання;
2. аналітичні методи:
 - варімакс;
 - квартимакс;
 - еквімакс;
 - біквартимакс.

II. Методи, що не передбачають обертання компонент (факторів).

Ці методи ґрунтуються на тому, що ще перед виділенням компонент мають бути задані як їхня кількість, так і ознаки, які повинні мати нульові ваги на компоненти.

Вирішуючи питання про вибір необхідної кількості компонент, доцільно скористатися критерієм Кайзера або методом Каттелла (критерієм «кам'янистого обвалу»). Згідно з критерієм Кайзера, залишають тільки ті фактори, властиві числа яких більші одиниці. За методом Каттелла потрібно графічно відобразити властиві числа кореляційної матриці в спадаючому порядку. Виділення факторів закінчується саме на тому факторі, після якого властиві числа кореляційної матриці стрімко не зменшуються.

Якщо після того як враховано, наприклад, 75% дисперсії, наступна компонента пояснює менше якогось заданого відсотка дисперсії, то вона виключається, оскільки має занадто малий вклад в загальну дисперсію, а тому ця компонента не є важливою.

Для економічної інтерпретації одержаних результатів найнагляднішими є випадки, коли кількість виділених головних компонент дорівнює від однієї до трьох.

Зважаючи на те, що головні компоненти ортогональні між собою, тому сумарна дисперсія i -ї ознаки дорівнює одиниці. В зв'язку з цим, внесок k -ї компоненти до сумарної дисперсії можна визначити таким чином:

$$\frac{\lambda_k}{m} 100\%.$$

Сумарний внесок відібраних головних компонент чи, інакше, повноту факторизації визначають так:

$$\frac{\sum_{k=1}^p \lambda_k}{m} 100\%.$$

Щодо значущості ваги компонентів (факторних навантажень), то в соціально-економічних дослідженнях їх можна вважати значимими, якщо вони дорівнюють не менше наперед заданої величини.

Для економічної інтерпретації використовуються лише ті факторні навантаження, значення яких більші 0,5.

Залежно від того, яким чином розташувати початкові дані для кореляційної матриці, що є основою моделі головних компонент, виділяють різні техніки аналізу. Якщо взяти до уваги тривимірний куб початкових даних, то за його допомогою можна відобразити будь-які ситуації, оскільки осі куба будуть відповідати:

- об'єктам дослідження, спостереженням;
- параметрам, характеристикам, ознакам об'єкта;
- ситуаціям, часовим інтервалам.

В залежності від того, який зріз куба береться для аналізу, традиційно виділяють шість видів технік: *R, Q, T, O, S, P*.

Класичною вважається *R*-техніка, яку використовують у більшості випадків досліджень. Сутність цієї техніки зводиться до кореляції між показниками, які розраховуються для об'єктів.

У випадку, коли об'єкт дослідження являє собою неподільне єдине ціле – його неможливо представити як сукупність об'єктів. Цей об'єкт можна дослідити у різних випадках, тобто його можна зобразити в часовому розрізі, коли стовпці матриці даних будуть відповідати ознакам, а строки – часовому інтервалу. Тобто характеристики об'єкта представлені рядами динаміки, що відповідає *P*-техніці, яка використовується, коли є необхідність виявити і дослідити взаємозв'язок між ознаками (характеристиками) одного об'єкта в різних умовах, а саме з часом.

Заслужують на увагу праці Л. Тукера, Г. Левіна, П. Бентлера, Б. Блексема, Г. Кірса, П. Кроненберга, Ф. Оорта, П. Хорста, які займалися розробками методів компонентного і факторного аналізів для матриць початкових даних у багатовимірному просторі, зокрема для тривимірних матриць.

Завдання для самоперевірки

1. Факторний аналіз як метод зниження розмірності багатовимірних даних.
2. Основна ідея факторного аналізу.
3. Цілі факторного аналізу.
4. Емпіричний підхід до факторного аналізу.
5. Теоретичний підхід до факторного аналізу.
6. Аналіз головних компонент.
7. Факторний аналіз R-типу і Q-типу.
8. Стандартизовані змінні.
9. Спільні і відмінні риси методу головних компонентів і факторного аналізу.
10. Критерії вибору факторів: метод мінімального порога.
11. Критерії відбору факторів: аналіз власних чисел (Kaiser-критерій).
12. Критерії відбору факторів: критерій «кам'янистого осипу».
13. Основні результати факторного аналізу.
14. Спільність вихідних змінних із факторами.
15. Інтерпретація факторів на основі аналізу їх кореляційного зв'язку зі змінними.
16. Обертання факторних осей: ортогональне і косокутне.
17. Інтерпретація проєкцій спостережень на факторні плани.
18. Проєкціювання вихідних змінних на факторні плани.
19. Аналіз відповідностей.
20. Алгоритм обчислювальної процедури аналізу відповідностей.
21. Інтерпретація результатів аналізу відповідностей.
22. Алгоритм і обчислювальні процедури головних компонентів.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

Основна

1. Айвазян С. А. Классификация многомерных наблюдений / С.А. Айвазян, З. И. Вежаева, О. В. Староверов. – Москва : Статистика, 1974. – 240 с.
2. Айвазян С. А. Прикладная статистика. Основы моделирования и первичная обработка данных / С. А. Айвазян, И. С. Енюков, Л. Д. Машалкин. – Москва : Финансы и статистика, 1983. – 470 с.
3. Беляевский И. К. Маркетинговое исследование: информация, анализ, прогноз : учеб. пособие / И. К. Беляевский. – Москва : Финансы и статистика, 2004. – 320 с.
4. Болч В. Многомерные статистические методы для экономики / В. Болч, К. Дж. Хуань / под ред. С. А. Айвазяна ; пер. с англ. А. Д. Плитмана. – Москва : Статистика, 1979. – 317 с.
5. Боровиков В. П. Прогнозирование в системе STATISTICA в среде Windows. Основы теории и интенсивная практика на компьютере: учеб. пособие / В. П. Боровиков, Г. И. Ивченко. – Москва : Финансы и статистика, 2000. – 384 с.
6. Боровиков В. П. Statistica – Статистический анализ и обработка данных в среде Windows / В. П. Боровиков, И. П. Боровиков. – Москва : Информ.-изд. Дом «Филинь», 1998. – 608 с.
7. Дубров А. М. Обработка статистических данных методом главных компонент / А. М. Дубров. – Москва : Статистика, 1978. – 134 с.
8. Статистические методы многомерной классификации / А. М. Дубров, В. С. Мхитарян, Л. И. Трошин, А. А. Френкель. – Москва : МЭСИ, 1984. – 96 с.
9. Дуброва Т. А. Статистические методы прогнозирования / Т. А. Дуброва. – Москва : ЮНИТИ, 2003. – 206 с.
10. Дюран Б. Кластерный анализ / Б. Дюран, К. Оделл ; под ред. А. Я. Боярского. – Москва : Статистика, 1977. – 128 с.
11. Єріна А. М. Статистичне моделювання та прогнозування : навч. посібник / А. М. Єріна. – Київ : КНЕУ, 2001. – 170 с.
12. Жуковская В. М. Факторный анализ в социально-экономических исследованиях / В. М. Жуковская, И. Б. Мучник. – Москва : Статистика, 1976. – 151 с.
13. Иберла К. Факторный анализ / К. Иберла ; пер. с нем. В. М. Ивановой. – Москва : Статистика, 1980. – 398 с.

14. Иванов В. В. Анализ временных рядов и прогнозирование экономических показателей : учеб. пособие / В. В. Иванов. – Харьков, 1999. – 230 с.

15. Карпов В.А. Маркетинг: прогнозування кон'юнктури ринку : навч. посібник / В. А. Карпов, В. Р. Кучеренко. – Київ : Знання, 2001. – 215 с.

16. Кендалл М. Дж. Многомерный статистический анализ и временные ряды / М. Дж. Кендалл, А. Стьюарт / под ред. А. Н. Колмогорова, Ю. В. Прохорова ; пер. с англ. Э. Л. Пресмана, В. И. Ротаря. – Москва : Наука, 1976. – 735 с.

17. Кондратьев Н. Д. Основные проблемы экономической статистики и динамики / Н. Д. Кондратьев. – Москва : Экономика, 1991. – 567 с.

18. Кондратьев Н. Д. Проблемы экономической динамики / Н. Д. Кондратьев. – Москва : Экономика, 1989. – 526 с.

19. Лоули Д. Факторный анализ как статистический метод / Д. Лоули, А. Максвелл. – Москва : Мир, 1967. – 144 с.

20. Мандель И. Д. Кластерный анализ / И. Д. Мандель. – Москва : Финансы и статистика, 1988. – 176 с.

21. Мхитарян В. С. Применение многомерного статистического анализа в экономических исследованиях / В. С. Мхитарян, Л. И. Трошин. – Москва : МЭСИ, 1981. – 125 с.

22. Плюта В. Сравнительный многомерный анализ в экономических исследованиях. Методы таксономии и факторного анализа / В. Плюта. – Москва : Статистика, 1980. – 151 с.

23. Сошникова Л. А. Многомерный статистический анализ в экономике: учеб. пособие для вузов / Л. А. Сошникова, В. Н. Тамашевич, М. Шефер ; под ред. проф. В. Н. Тамашевича. – Москва : ЮНИТИ–ДаНА, 1999. – 598 с.

24. Тейл Г. Прикладное экономическое прогнозирование / Г. Тейл / под ред. Э. Б. Ершова ; пер. с англ. А. Н. Никольской и др. – Москва : Прогресс, 1970. – 512 с.

25. Тейл Г. Экономические прогнозы и принятие решений / Г. Тейл / пер. с англ. Г. А. Хомянина и А. Г. Шмидта ; науч. ред. и предисл. Е. М. Четыркина. – Москва : Статистика, 1971. – 488 с.

26. Харман Г. Современный факторный анализ. – Москва : Статистика, 1972. – 487 с.

27. Черняк О. І. Динамічна економетрика: навч. посібник / О. І. Черняк, А. В. Ставицький. – Київ : КВІЦ, 2000. – 120 с.

28. Четыркин Е. М. Статистические методы прогнозирования / Е. М. Четыркин. – Москва : Статистика, 1977. – 200 с.

Додаткова

1. Авдашева С. Б. Теория организации отраслевых рынков : учебник / С. Б. Авдашева, Н. М. Розанова. – Москва : ЧТП «Издательство «Магистр», 1998. – 320 с.
2. Айвазян С. А. Практикум по прикладной статистике и эконометрике: учеб. пособие / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. – Москва : МГУЭСИИ, 1998. – 160 с.
3. Беляевский И. К. Статистика товарного рынка: оценки рыночной конъюнктуры / И. К. Беляевский // Вопросы статистики. – 1997. – № 4. – С. 20-26.
4. Бешелев С. Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С. Д. Бешелев, В. Г. Гуревич. – Москва : Статистика, 1980. – 263 с.
5. Бокс Дж. Анализ временных рядов. Прогноз и управление / Дж. Бокс ; пер. с англ. Дж. Бокс, Г. Дженкинс. – Москва : Мир, 1974. – Вып. I. – 406 с.
6. Вайнштейн А. Л. Проблема экономического прогноза в ее статистической постановке / А. Л. Вайнштейн. – Москва : Ранион, 1930. – 76 с.
7. Варга Е. С. Современный капитализм и экономические кризисы / Е. С. Варга. – Москва : Издательство академии наук СССР, 1963. – 507 с.
8. Варга Е. С. Экономические кризисы / Е. С. Варга. – Москва : «Наука», 1974. – 434 с.
9. Геминтерн В. И. Обобщенные модели авторегрессии и скользящего среднего в анализе временных рядов. Статистический анализ экономических рядов и прогнозирование / В. И. Геминтерн, А. А. Френкель. – Москва : Наука, 1973. – С. 3–154.
10. Геминтерн В. И. Исследование показателей эффективности промышленного производства с помощью метода главных компонент / В. И. Геминтерн, А. А. Френкель, Т. Я. Герасимова // Многомерный статистический анализ в социально-экономических исследованиях. – Москва : Наука, 1974. – 416 с. – С. 320–342.
11. Горелик Н. А. Опыт использования модели Бокса–Дженкинса для прогнозирования экономических показателей / Н. А. Горелик, А. А. Френкель // Экономика и математические методы. – Москва : Изд-во «Наука», 1975. – Т. XI. Вып. 4. – С. 784–789.
12. Гренджер К. Спектральный анализ временных рядов в экономике / К. Гренджер, М. Хатанака / научн. ред.

В. В. Налимов ; пер. с англ. В. С. Душенко, Е. Г. Угер. – Москва : Статистика, 1972. – 312 с.

13. Дубров А. М. Многомерные статистические методы : учебник / А. М. Дубров, В. С. Мхитарян, Л. И. Трошин. – Москва : Финансы и статистика, 1998. – 352 с.

14. Дубровский С. А., Зейгер Е. М., Френкель А. А. Факторный анализ. Методы и приложения / С. А. Дубровский, Е. М. Зейгер, А. А. Френкель // Многомерный статистический анализ в социально-экономических исследованиях. – Москва : Наука, 1974. – 416 с. – С. 229–292.

15. Енциклопедія бізнесмена, економіста, менеджера / [за ред. Р. Дяківа]. – Київ : Міжнародна економічна фундація, 2002. – 704 с.

16. Ефимова М. Р. Общая теория статистики / М. Р. Ефимова, Е. В. Петрова, В. Н. Румянцева. – Москва : ИНФРА-М, 1999. – 416 с.

17. Кассель Г. Теория конъюнктуры / Г. Кассель. – Москва, 1925. – 146 с.

18. Кендалл М. Дж. Временные ряды / М. Дж. Кендалл, А. Стюарт. – Москва : Финансы и статистика, 1981. – 199 с.

19. Кильдишев Г. С. Анализ временных рядов и прогнозирование / Г. С. Кильдишев, А. А. Френкель. – Москва : Статистика, 1973. – 103 с.

20. Китаев Е. Н. Групповые экспертные оценки / Е. Н. Китаев. – Москва : Знание, 1975. – 203 с.

21. Кондратьев Н. Д. Большие циклы конъюнктуры / Н. Д. Кондратьев, Д. И. Опарин // Доклады их обсуждения в институте экономики. – [1-е изд.] – Москва, 1928. – 287 с.

22. Костюхин Д. И. Конъюнктура мирового капиталистического хозяйства / Д. И. Костюхин. – Москва : Международные отношения, 1971. – 312 с.

23. Костюхин Д. И. Конъюнктура мирового капиталистического хозяйства / Д. И. Костюхин. – Москва : Международные отношения, 1973. – 310 с.

24. Костюхин Д. И. Современный мировой рынок: тенденции и проблемы развития / Д. И. Костюхин. – Москва : Международные отношения, 1977. – 239 с.

25. Левшин Ф. М. Мировые рынки: конъюнктура и цены / Ф. М. Левшин, С. Б. Мухин, В. Н. Соловьев. – Москва : Международные отношения, 1987. – 120 с.

26. Левшин Ф. М. Введение в конъюнктуру товарных рынков / Ф. М. Левшин. – Москва : Международные отношения, 1966. – 144 с.

27. Левшин Ф.М. Мировые товарные рынки (Методология изучения конъюнктуры) / Ф. М. Левшин. – Москва : Международные отношения, 1978. – 360 с.
28. Макунян А. А. Общее учение о конъюнктуре. Конъюнктура товарных рынков / А. А. Макунян. – Москва, 1947. – 153 с.
29. Меньшиков С. М. Длинные волны в экономике. Когда общество меняет кожу / С. М. Меньшиков, Л. А. Клименко. – Москва : Международные отношения, 1989. – 272 с.
30. Митчелл У. Экономические циклы. Проблема и ее постановка / У. Митчелл. – Москва–Ленинград : Гос. Изд-во, 1930. – 503 с.
31. Момберт П. Введение в изучение конъюнктуры и кризисов / П. Момберт. – Государственное издательство Москва–Петроград, 1921. – 216 с.
32. Никитин С.П. Конъюнктура мировых товарных рынков: преемственность и специфика / С.П. Никитин. – Москва : Международные отношения, 1982. – 216 с.
33. Опарин Д. И. Конъюнктура и рынки / Д. И. Опарин. – Москва : Изд-во «Техника управления», 1928. – 392 с.
34. Первушин С. А. Хозяйственная конъюнктура: введение в изучение динамики русского народного хозяйства за полвека / С. А. Первушин. – Москва : Экономическая жизнь, 1925. – 328 с.
35. Пископпель Ф. Г. Основы изучения конъюнктуры капиталистического хозяйства / Ф. Г. Пископпель. – Москва : ИМО, 1960. – 292 с.
36. Политова И. Д. Дисперсионный и корреляционный анализ в экономике : учеб. пособие / И. Д. Политова. – Москва : Экономика, 1972. – 224 с.
37. Половников В. А. Методы и модели экономического прогнозирования / В. А. Половников, А. А. Горчаков. – Москва : МЭСИ, 1980. – 116 с.
38. Половников В. А. Обобщение моделей экономического прогнозирования / В. А. Половников, Л. М. Скучала. – Москва : МЭСИ, 1982. – 116 с.
39. Райзберг Б. Современный экономический словарь. / Б. Райзберг, Л. Лозовский, Е. Стародупцева. – 2-е изд., испр. – Москва : Инфра-М, 1999. – 479 с.
40. Растянный В. «Кондратьевские волны» в исследовании процесса экономического роста в агросфере / В. Растянный, И. Дерюгина // Вопросы статистики. – Москва, 1997. – № 11. – С. 19–29.

41. Репке В. Конъюнктура / В. Репке. – Москва : Финансовое изд-во НКФ СССР, 1927. – 176 с.
42. Статистика : підручник / А. В. Головач, А. М. Єріна, О. В. Козирев та ін. / за ред. А. В. Головача, А. М. Єріної, О. В. Козирєва. – Київ : Вища шк., 1993. – 623 с.
43. Туган-Барановский М. И. Периодические промышленные кризисы / М. И. Туган-Барановский. – Москва : «Наука» «РОССПЭН», 1997. – 574 с.
44. Устиян И. Экономическая динамика в свете теории «Больших циклов» Н. Д. Кондратьева / И. Устиян // Экономика Украины. – Киев, 1998. – № 4. – С. 68–76.
45. Черняк О. І. Аналіз та прогноз динаміки ВВП України за допомогою методу SSA / О. І. Черняк, М. Я. Кудіненко // Економіка та прогнозування. – Киев, 2002. – № 4. – С. 134–147.
46. Шумпетер Й. Теория экономического развития / Й. Шумпетер. – Москва : Прогресс, 1982. – 455 с.
47. Экономическая энциклопедия / науч.-ред. совет изд-ва «Экономика»; Ин-т экон. РАН; гл. ред. Л. И. Абалкин. – Москва : ОАО «Издательство «Экономика», 1999. – 1055 с.
48. Browne M. W. A comparison of factor analytic techniques / M. W. Browne // Psychometrika. – 1968. – Vol. 33. – P. 267–334.
49. Cattell R. B. The scree test for the number of factors / R. B. Cattell // Multivariate Behavioral Research. – 1966. – Vol. 1. – P. 245–276.
50. Frans J. Oort. Three-mode models for multivariate longitudinal data / Frans J. Oort // British Journal of Mathematical and Statistical Psychology. – May 2001. – Vol. 54. Part 1. – Pages 1-200. – Pp. 49–78.
51. Hakstian A. R. The behavior of numbers of factors rules with simulated data / A. R. Hakstian, W. D. Rogers, R. W. Cattell // Multivariate Behavioral Research. – 1982. – Vol. 17. – P. 193–219.
52. Jos M. F. ten Berge, Henk A. L. Kiers. Optimality criteria for principal component analysis and generalizations / Jos M. F. ten Berge, Henk A. L. Kiers // British Journal of Mathematical and Statistical Psychology. – November 1996. – Vol. 49. Part 2. – Pages 211–400. – Pp. 335–345.
53. Kaiser H. F. The application of electronic computers to factor analysis / H. F. Kaiser // Educational and Psychological Measurement. – 1960. – Vol. 20. – Pp. 141–151.
54. Tucker L. R. Evaluation of factor analytic research procedures by means of simulated correlation matrices / L. R. Tucker, R. F. Koopman, R. L. Linn // Psychometrika. – 1969. – Vol. 34. – Pp. 421–459.

Навчальне видання

ОБОЛЕНЦЕВА Лариса Володимирівна,
ШАПОВАЛЕНКО Денис Олександрович

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з навчальної дисципліни

**«СИТУАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
ТА ПРОГНОЗУВАННЯ В ТУРИЗМІ»**

*(для студентів 5 курсу денної форми навчання
освітньо-професійного рівня «магістр»
спеціальності 242 – Туризм)*

Відповідальний за випуск *І. М. Писаревський*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *Д. О. Шаповаленко*

План 2016, поз. 220 Л

Підп. до друку 19.04.2017. Формат 60x84/16

Друк на різнографі.

Ум. друк. арк. 4,3

Зам. №

Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова

вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.