

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УНІВЕРСИТЕТ МИТНОЇ СПРАВИ ТА ФІНАНСІВ**

Факультет економіки, бізнесу та міжнародних відносин

Кафедра підприємництва та економіки підприємства

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ
З ДИСЦИПЛІНИ
«СТАТИСТИКА»**

підготовки фахівців ступеня вищої освіти «бакалавр»

галузі знань «07 Управління та адміністрування»

спеціальності «076 Підприємництво, торгівля та біржова діяльність»

Дніпро
2022

Конспект лекцій з дисципліни «Статистика» підготовки фахівців ступеня вищої освіти «бакалавр» галузі знань «07 Управління та адміністрування», спеціальностей «076 Підприємництво, торгівля та біржова діяльність» / укл. Горященко Ю.Г. – Дніпро : Університет митної справи та фінансів, 2022. – 81 с.

Конспект лекцій призначений допомогти студентам у вивченні дисципліни «Статистика».

Укладач: Горященко Ю.Г. д.е.н., доцент, доцент кафедри підприємництва та економіки підприємства Університету митної справи та фінансів.

Розглянуто на засіданні кафедри підприємництва та економіки підприємства

протокол № __ від «__» _____ 20__ р.

Завідуючий кафедрою _____ К.С. Жадько

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	4
Інформаційний обсяг навчальної дисципліни	5
Тема 1. Методологічні засади статистики. Статистичне спостереження	8
Тема 2. Зведення і групування статистичних даних	17
Тема 3. Подання статистичних даних: таблиці та графіки	23
Тема 4. Узагальнюючі статистичні показники	30
Тема 5. Методи аналізу рядів розподілу	43
Тема 6. Аналіз інтенсивності динаміки	50
Тема 7. Виявлення і вимірювання тенденції розвитку	55
Тема 8. Індексний метод	63
Тема 9. Статистичні методи вивчення взаємозв'язків явищ	73
Тема 10. Вибірковий метод спостереження	78
Список використаної літератури	79

ПЕРЕДМОВА

Конспект лекцій із дисципліни «Статистика» розроблений для студентів денної та заочної форм навчання, які навчаються за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» галузі знань «07 Управління та адміністрування». Вивчення дисципліни «Статистика» має на меті формування здатності і готовності щодо використання методів збирання, опрацювання та аналізу інформації для здійснення обліково-статистичної, аналітичної, контрольної та інформаційної функцій.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є розміри і кількісні співвідношення масових суспільних явищ, закономірності їх формування, розвитку та взаємозв'язку в конкретних умовах місця та часу.

Конспект лекцій призначений для надання допомоги студентам у вивченні дисципліни «Статистика», є доповненням до навчально-методичного комплексу дисципліни і деталізує практичне спрямування тем за чотирма змістовими модулями:

Змістовий модуль 1. Методи збирання та оброблення інформації.

Змістовий модуль 2. Агрегування інформації та аналіз закономірностей розподілу.

Змістовий модуль 3. Аналіз закономірностей динаміки.

Змістовий модуль 4. Методи аналізу взаємозв'язків та проведення вибіркового спостережень.

Наведено рекомендації щодо методики і послідовності самостійного опанування тем кожного змістового модуля дисципліни.

Вивчення обов'язкової дисципліни «Статистика» базується на фундаментальних знаннях, сформованих при вивченні таких дисциплін як: «Вища математика», «Інформатика», «Теорія ймовірності і математична статистика», «Макроекономіка», «Мікроекономіка» та є необхідною базою для сприйняття подальших навчальних дисциплін, а саме: «Соціально-економічна статистика», «Бухгалтерський облік», «Фінансова діяльність суб'єктів підприємництва», «Фінансовий аналіз», «Фінанси підприємств», «Економічний аналіз».

Таким чином, наведений у конспекті лекцій матеріал допоможе студентам сформувати необхідні компетенції, оволодіти знаннями і отримати теоретичні і практичні навички із проведення основних етапів статистичного дослідження, визначення статистичних показників та використання найбільш універсальних прийомів та методів статистичного аналізу економічних і соціальних явищ і процесів.

Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Методи збирання та оброблення інформації. Подання статистичних даних

Тема 1. Методологічні засади статистики. Статистичне спостереження

Роль статистики в прийнятті управлінських рішень в економіці. Завдання і предмет статистики. Основні категорії статистики. Статистика як наука. Основні етапи статистичного дослідження. Організація державної статистики в Україні.

Поняття про статистичне спостереження. Організаційні форми, види і способи проведення статистичного спостереження. Програмно-методологічні та організаційні питання як основа плану статистичного спостереження. Помилки спостереження та методи контролю отриманих даних.

Тема 2. Зведення і групування статистичних даних

Поняття статистичного зведення та його види. Сутність статистичних групувань та їх види. Методологічні засади побудови статистичних групувань. Вторинне групування.

Тема 3. Подання статистичних даних: таблиці та графіки

Статистичні таблиці як метод наочного подання статистичних даних. Елементи статистичної таблиці. Види статистичних таблиць і правила їх побудови.

Статистичні графіки, їх роль в аналізі соціально-економічних явищ. Класифікація статистичних графіків. Основні елементи статистичних графіків і правила їх побудови. Побудова графіків з використанням «Мастера діаграмм» в середовищі EXCEL.

Змістовий модуль 2. Агрегування інформації та аналіз закономірностей розподілу

Тема 4. Узагальнюючі статистичні показники

Сутність статистичних показників, їх функції та види. Абсолютні статистичні величини, особливості представлення їх видів. Відносні статистичні величини, їх види за аналітичною функцією, економічний зміст, методика обчислення та одиниці вимірювання. Середні величини у статистиці, їх види, умови наукового застосування та особливості обчислення. Середня арифметична, основні її властивості. Середня гармонічна. Умови використання середньої хронологічної та середньої геометричної.

Тема 5. Методи аналізу рядів розподілу

Поняття та основні складові рядів розподілу. Види рядів розподілу, основні методи їх побудови.

Статистичні характеристики рядів розподілу:

Характеристики центру розподілу і порядкові статистики (середня, мода, медіана, їх взаємозв'язок; квантілі розподілу - кuartилі, квінтилі, децилі, перцентилі та їх роль в аналізі закономірностей розподілу).

Характеристики вимірювання варіації ознак - абсолютні та відносні міри варіації (розмах варіації, середнє лінійне та середнє квадратичне відхилення, коефіцієнти варіації). Варіація альтернативної ознаки.

Показники диференціації та концентрації. Характеристики форми розподілу: коефіцієнти асиметрії та ексцесу. Графічні методи зображення рядів розподілу.

Змістовий модуль 3. Аналіз закономірностей динаміки

Тема 6. Аналіз інтенсивності динаміки

Поняття та складові елементи рядів динаміки (часових рядів). Передумови й об'єктивні умови для побудови рядів динаміки. Види рядів динаміки та їх особливості. Статистичні характеристики часових рядів: абсолютний приріст, темп зростання, темп приросту, абсолютне значення 1% приросту; їх взаємозв'язок. Середні характеристики часового ряду. Оцінка прискорення (уповільнення) розвитку. Порівняльний аналіз динамічних рядів; коефіцієнти випередження та еластичності, умови їх використання.

Тема 7. Виявлення і вимірювання тенденцій розвитку

Основні компоненти часових рядів. Основні методи виявлення та аналізу тенденцій розвитку. Рівняння тренду, етапи визначення та обґрунтування найпридатнішого функціонального виду, суть параметрів.

Екстраполяція трендів як один із методів прогнозування рівнів соціально-економічних явищ.

Тема 8. Індексний метод

Суть індексів і їх роль в аналізі соціально-економічних явищ. Класифікація індексів. Індивідуальні індекси. Методологічні принципи побудови зведених індексів; агрегатні та середньозважені індекси. Індокси з постійними та змінними вагами. Індексний метод економічного аналізу кількісного впливу чинників на наслідок. Дослідження динаміки середніх величин індексним методом: індекси середніх величин змінного складу, фіксованого складу і структурних зрушень; їх взаємозв'язок.

Змістовий модуль 4. Методи аналізу взаємозв'язків та проведення вибірових спостережень

Тема 9. Статистичні методи вивчення взаємозв'язків явищ

Сутність та види взаємозв'язків явищ. Графічні методи вивчення кореляційного зв'язку.

Метод аналітичних групувань і дисперсійний аналіз. Оцінювання щільності кореляційного зв'язку за даними аналітичного групування.

Регресійно-кореляційний аналіз взаємозв'язку. Оцінювання щільності та перевірка істотності кореляційного зв'язку на основі рівняння регресії.

Тема 10. Вибірковий метод спостереження

Сутність та переваги вибіркового методу спостереження, причини й умови його застосування. Вибіркові оцінки і похибки репрезентативності. Стандартна похибка як міра точності вибірових даних. Довірчі межі середньої і частки. Основні способи формування вибірових сукупностей, що забезпечують репрезентативність вибірових оцінок. Відносна похибка вибірки. Визначення мінімально достатнього обсягу вибірки.

Змістовий модуль 1. Методи збирання та оброблення інформації

Тема 1. Методологічні засади статистики. Статистичне спостереження

План

1. Особливості статистики як самостійної суспільної науки. Завдання і предмет статистики
2. Основні категорії статистики
3. Статистична методологія
4. Поняття про статистичне спостереження
5. Програмно-методологічна та організаційні питання як основа плану статистичного спостереження
6. Організаційні форми, види і способи проведення статистичного спостереження
7. Помики спостереження та методи контролю отриманих даних

1. Особливості статистики як самостійної суспільної науки. Завдання і предмет статистики

Поняття «статистика» увів у середині XVIII ст. німецький професор філософії і права Готфрід Ахенваль (1719-1772), котрий почав читати нову дисципліну і назвав її статистикою (лат. status – стан, становище, stato – держава й statista – знавець держави).

Статистика – це суспільна наука, яка вивчає кількісну сторону якісно визначених масових соціально-економічних явищ та процесів, їх структуру та розподіл, розміщення в просторі, рух у часі, досліджує діючі кількісні залежності, тенденції та закономірності в конкретних умовах місця та часу.

Особливості статистики як самостійної суспільної науки полягають у тому, що:

- Статистика вивчає кількісну характеристику суспільних явищ і процесів у конкретних умовах простору і часу. Але вивчення кількісних аспектів суспільних явищ нерозривно пов'язане з їх якісними характеристиками.
- Статистика вивчає не поодинокі, а масові явища.
- Статистика вивчає закономірності, притаманні суспільним явищам і процесам.

Статистичні закономірності масових соціально-економічних явищ відображають характер дії об'єктивних законів розвитку суспільства в конкретних умовах простору й часу. При цьому вони проявляються по-різному. Це можуть бути такі закономірності:

1. Розвитку явищ, тобто динаміки;
2. Структурних зрушень;
3. Розподілу елементів сукупності;
4. Зв'язку між явищами.

Основними завданнями статистики є:

- вивчення рівня і структури взаємозв'язків динаміки масових економічних явищ і процесів;
- узагальнення та прогнозування тенденції розвитку економіки;
- виявлення резервів підвищення ефективності суспільного виробництва;
- своєчасне забезпечення інформацією законодавчу і виконавчу владу.

Предметом вивчення статистики є кількісна сторона масових суспільних явищ і процесів в нерозривному їх взаємозв'язку з їх якісним змістом у конкретних умовах місця й часу.

Свій предмет статистика вивчає за допомогою комплексу спеціальних, властивих лише статистиці, методів і засобів дослідження. Будь-яке статистичне дослідження складається з трьох послідовних етапів:

I етап – Статистичне спостереження

II етап – Первинна обробка, зведення, класифікація та групування статистичних даних.

III етап – Аналіз статистичної інформації.

2. Основні категорії статистики

Основними поняттями (категоріями) в статистиці є поняття статистичної закономірності й статистичної сукупності.

Статистична закономірність – це повторюваність, послідовність і порядок у масових процесах.

Статистичні закономірності притаманні лише сукупностям, так як об'єктивною основою їх існування є складне переплетіння причин, які формують масовий процес, – основних, спільних для всіх подій масового процесу, та індивідуальних для кожної з них окремо, але випадкових для маси.

Статистичні закономірності виявляються по-різному. Їх можна об'єднати в чотири групи:

1. Закономірності розвитку (динаміки) явищ. Так, статистика свідчить про збільшення кількості населення Земної кулі, зростання тривалості життя, зменшення середнього віку одруження тощо.

2. Закономірності розподілу елементів сукупності. Це може бути розподіл населення за віком, студентів – за гендерною ознакою, комерційних банків – за статутним фондом.

3. Закономірності структурних зрушень. Прикладом може бути збільшення частки міського населення в загальній його кількості, збільшення частки населення похилого віку в сільській місцевості.

4. Закономірності зв'язку між явищами. Наприклад, залежність продуктивності праці від фондоозброєності, собівартості продукції – від продуктивності праці, урожайності – від родючості ґрунту, попиту – від ціни на товар.

Статистична сукупність – це певна множина елементів, поєднаних умовами існування й розвитку.

Так, статистичною є сукупність комерційних банків країни. Їх об'єднує характер банківських послуг, хоча капітал, кредитно-інвестиційний портфель, прибуток та інші ознаки в них різні.

При вивченні кваліфікації працівників елементом сукупності виступає конкретний працівник, а межі сукупності обмежені рамками підприємства. З другого боку, промисловість можна розглядати як сукупність підприємств та в даному випадку елементом є підприємство.

Специфічна риса статистики – узагальнення даних. Передумовою такого узагальнення має бути вимірювання, тобто приписування явищу числових значень. Статистичним еквівалентом властивостей, притаманних елементам сукупності, є ознака.

Ознаки – властивості, характерні риси або особливості об'єктів (явищ), які можуть бути охарактеризовані низкою статистичних величин.

Кожний елемент сукупності характеризується багатьма ознаками, значення яких змінюються від елемента до елемента або від одного періоду до іншого. Ознака, яка набуває в межах сукупності різних значень, називається такою, що варіює, а відмінність, коливання значень ознаки — варіацією. Наприклад, ознаки людини: вік, стать, сімейний стан, освіта тощо; ознаки підприємства: спеціалізація, форма власності, рентабельність виробництва і т. ін.

Одні ознаки виражаються числами, інші – словесно. Їх називають відповідно кількісними і атрибутивними (описовими). Серед атрибутивних ознак одні чітко окреслені (стать, професія, галузь), інші невизначені (суб'єктивні оцінки, твердження, думки). Для атрибутивних ознак вимірювання означає реєстрацію наявності або відсутності властивості, яка вивчається.

Ознаки мають різний рівень вимірювання, що відображується у відповідних типах шкал. Вирізняють три їх типи: номінальну, порядкову, метричну.

Номінальна шкала – шкала найменувань. «Оцифрування» ознак цієї шкали виконується так, щоб подібним елементам відповідало одне й те саме число, а неподібним – різні числа. Для ідентифікації найменувань шкали використовуються натуральні числа 1, 2, 3, ... або певні числові коди.

Номінальні ознаки, які мають лише два протилежні значення (наприклад, задоволений / незадоволений), називають альтернативними. Їх ідентифікують числами «1» або «0» залежно від наявності чи відсутності властивості.

Порядкова (рангова) шкала встановлює не лише відношення подібності елементів, а й відношення послідовності – порядку. Це відношення типу «більше ніж», «краще ніж» і т. ін. Кожній позначці шкали приписується число – ранг. Такими числами можуть бути: 1, 2, 3 ... n; 0, 25, 50, 75, 100; -2, -1, 0, 1, 2, тобто значення будь-якої монотонно зростаючої функції, що відповідають послідовності значень ознаки, не враховуючи відстань між ними.

Метрична шкала – це звичайна шкала дійсних чисел. За допомогою метричної шкали вимірюються натурально-речові явища, ресурси та результати господарсько-фінансової діяльності. За характером варіації ознаки метричної шкали поділяються на дискретні та неперервні.

Дискретні ознаки мають лише окремі цілочислові значення: кількість укладених на біржі угод, кількість дітей у сім'ї тощо. Неперервні ознаки мають будь-які значення в певних межах варіації. Наприклад, вік людини в межах від

0 до 100 і більше років. До неперервних належать також розрахункові ознаки, а саме: народжуваність, урожайність, балансова ліквідність тощо.

Окремо взяті елементи будь-якої сукупності характеризуються практично необмеженим числом різних ознак.

Оскільки статистика вивчає масові процеси, індивідуальні значення ознак систематизуються, зводяться в єдине ціле. Узагальнюючою характеристикою явищ є статистичний показник. На відміну від ознак, які реєструються, статистичні показники розраховуються. Це може бути простий підсумок елементів сукупності або значень ознаки, результат порівняння двох величин або складніших розрахунків.

Величина показника може мінятися залежно від методологічних особливостей його побудови.

3. Статистична методологія

Для вивчення свого предмету статистика розробляє і використовує різні методи, сукупність яких утворює статистичну методологію.

Статистична методологія – це форма виявлення причинного зв'язку, система спеціальних прийомів і методів статистики, спрямованих на вивчення кількісних закономірностей, що виявляються у структурі, динаміці та взаємозв'язках соціально-економічних явищ. Вона ґрунтується на загальнофілософських (діалектична логіка) і загальнонаукових (порівняння, аналіз, синтез) принципах.

До основних **методів статистики** відносять:

- Метод масових спостережень.
- Метод статистичних групувань:
 - кластерний аналіз;
 - факторний та компонентний аналіз;
 - дискримінантна техніка аналізу.
- Методи аналізу за допомогою узагальнюючих показників:
 - абсолютних і відносних показників;
 - середніх величин та характеристик ряду розподілу (моди, медіани, показників варіації, показників форми розподілу);
 - характеристик ряду динаміки.
- Індексний метод.
- Кореляційно-регресійний аналіз.
- Балансовий метод.
- Табличний і графічний методи та ін..

4. Поняття про статистичне спостереження

Статистичне спостереження – це спланований, науково організований збір масових даних про соціально-економічні явища та процеси що проходить шляхом їх реєстрації за чітким планом та відповідною методологією.

Мета спостереження – одержання достовірних статистичних даних для узагальнення характеристик стану та розвитку суспільних явищ і процесів з виявленням відповідних закономірностей.

5. Програмно-методологічна та організаційні питання як основа плану статистичного спостереження

Підготовка спостереження починається зі складання плану спостереження – сукупності програмно-методологічних та організаційних питань. Першою складовою частиною плану спостереження є *програмно-методологічні питання* – це перелік пунктів, які відповідатимуть на питання: для чого проводиться спостереження (мета спостереження); що обстежується (об'єкт спостереження); складові частини об'єкта (одиниці сукупності); джерело інформації (одиниця спостереження); на які питання планується одержати відповіді (програма спостереження).

Об'єкт спостереження – сукупність суспільних явищ, що підлягають обстеженню. Одиниця сукупності – первинний елемент об'єкта, що є носієм ознак, які підлягають реєстрації. Програма статистичного спостереження – це перелік питань, на які намічають дістати відповіді в процесі спостереження відносно кожної одиниці спостереження. Зміст та обсяг запитань залежать від мети спостереження та можливостей його проведення (грошових та трудових витрат, а також терміну реєстрації). У програму спостереження також включаються: розробка статистичного інструментарію (статистичний формуляр), визначення організаційної форми, виду та способу обстеження.

Статистичними формулярами є звіти, переписні та опитувальні листки, бланки документів, анкети тощо. При складанні формулярів враховується не тільки зміст та інформативність ознак, а й можливість їх статистичної обробки. Остання забезпечується завдяки застосуванню системи шкал.

Шкала - це засіб упорядкування та кількісного вираження ознак. Використовуються такі види шкал: номінальна - шкала найменувань, що встановлює відношення подібності елементів, за якого порядок розташування ознак значення не має; порядкова (рангова) - шкала, що встановлює послідовність інтенсивності прояву ознаки; метрична - кількісна шкала, в основу якої покладено результати безпосереднього вимірювання.

Вимоги до програми спостереження:

- Програма повинна включати перелік запитань або ознак, що є суттєвими, істотними в даному спостереженні і безпосередньо розкривають основні риси, властивості, типи досліджуваного явища. Запитання повинні бути просто і чітко сформульованими, однозначно тлумачитися.

- Необхідно не тільки визначити склад запитань, але й продумати їхню послідовність.

- У програмі слід передбачити контрольні запитання, що дозволить перевірити і уточнити зібрані дані.

- Слід використовувати різну форму запитань. Вони можуть бути закритими, напівзакритими та відкритими.

о Закрите запитання передбачає вибір однієї із можливих альтернативних відповідей, наприклад: "так" чи "ні".

о Напівзакрите запитання передбачає наявність готових відповідей-підказок, а також можливість самовизначення, для чого передбачається вільний рядок.

о Відкрите запитання передбачає можливість для опитуваного самостійно формулювати відповідь.

Другою складовою частиною плану спостереження є *організаційні питання*, що визначають: хто проводить спостереження (органи та персонал); коли проводиться спостереження (час спостереження – критичний момент, об'єктивний та суб'єктивний час або період спостереження); де його проводять (місце спостереження); за допомогою чого (матеріально-технічне забезпечення); спосіб забезпечення точності результатів (система контролю та пробні обстеження).

Орган спостереження – це організатор і виконавець статистичного спостереження, яким в Україні переважно виступає Держкомстат і підпорядковані йому управління статистики. Час спостереження – це час, коли відбувається явище або процес, який досліджується; та протягом якого здійснюється збір даних про об'єкт спостереження. Він може бути об'єктивним та суб'єктивним.. Об'єктивний час для спостереження за моментними подіями визначається критичним моментом – моментом, на який фіксуються дані про явище.

6. Організаційні форми, види і способи проведення статистичного спостереження

Мета та умови проведення спостереження навіть для одного і того ж явища чи процесу суспільного життя можуть дуже відрізнятись, тому виникає необхідність проведення статистичних спостережень різних за організаційною формою, видом та способом.

Види спостереження залежно від рівня реєстрації:

- первинне спостереження – це реєстрація вихідних даних, що надходять від об'єкта спостереження, який їх надає;
- вторинне спостереження – це збирання раніше зареєстрованих та оброблених даних.

Організаційні форми спостереження: *звітність, спеціально організовані спостереження та статистичний реєстр.*

Звітність – це основна форма статистичного спостереження, за допомогою якої статистичні органи у визначений термін одержують від підприємств, установ, організацій необхідні дані у формі звітних документів, що встановлені законодавством, підтверджені підписами осіб, відповідальних за достовірність і своєчасність цієї інформації.

Властивості звітності: обов'язковість; систематичність і вірогідність.

Види звітності залежно від рівня затвердження та призначення:

- внутрішня – розробляють самі суб'єкти діяльності для власних оперативних, управлінських та аналітичних потреб;

- зовнішня – затверджують та збирають органи державної статистики.

Види звітності за частотою подання:

- періодична (місячна, квартальна, піврічна) — охоплює показники поточної діяльності суб'єктів;
- річна – підбиває головні підсумки фінансово-виробничої діяльності суб'єктів за рік.

Спеціально організовані спостереження охоплюють сфери життя та діяльності, що не враховуються звітністю, і поділяються на: переписи; обліки; спеціальні обстеження; опитування.

Статистичний реєстр – список або перелік одиниць певного об'єкта спостереження із зазначенням необхідних ознак, який складається та оновлюється під час постійного відстежування. Наприклад: реєстр населення – це поіменний перелік жителів певного регіону, який регулярно переглядається; реєстр підприємств та організацій – це перелік суб'єктів усіх видів економічної діяльності із зазначенням їхніх реквізитів та основних показників.

Різноманітність сфер спостереження обумовлює застосування різних організаційних форм, видів та способів статистичного спостереження.

Види спостереження розрізняють за ступенем охоплення одиниць сукупності та за часом реєстрації даних.

- За ступенем охоплення одиниць сукупності, що вивчається:

Суцільне спостереження – спостереження, за якого інформацію отримують про всі одиниці досліджуваної сукупності; реєстрації підлягають усі одиниці сукупності.

Несуцільне спостереження – спостереження, за якого дослідженню підлягає лише окрема частина досліджуваної сукупності; реєстрації підлягають не всі одиниці сукупності, а лише певна їх частина. Воно здійснюється такими методами: метод основного масиву; анкетний метод; монографічне спостереження; моніторинг; вибіркове спостереження.

- За часом реєстрації статистичних даних:

Поточне спостереження – спостереження, за якого зміни, які відбуваються з явищем чи процесом, що вивчається, фіксуються відразу, як тільки вони відбулися; реєстрація фактів здійснюється в міру їх появи.

Періодичне спостереження – спостереження, за якого реєстрація фактів відбувається за певний інтервал часу (декаду, місяць, квартал, рік).

Одноразове спостереження – проводиться в міру виникнення потреби в дослідженні явища чи процесу та з метою отримання даних, які не містяться у формах звітності.

- За способом реєстрації даних при проведенні спостереження:

Безпосередній облік фактів або безпосереднє спостереження – реєстратори шляхом безпосереднього вимірювання, зважування, рахування або перевірки роботи встановлюють факт, який підлягає реєстрації, і на цій підставі роблять запис у формулярі спостереження.

Документальний облік, чи документальний спосіб спостереження – базою для такого спостереження як джерела статистичної інформації є різного роду документи, як правило, облікового характеру (первинного обліку).

Опитування – спосіб спостереження, за якого інформацію отримують зі слів респондентів, як правило, несучільне спостереження.

Існує три різновиди опитування:

- кореспондентський спосіб;
- само реєстрація;
- експедиційний спосіб.

7. Помилки спостереження та методи контролю отриманих даних

Отримані в ході спостереження дані повинні бути точними і достовірними. Однак, навіть при досконалій організації спостереження, можливі помилки чи погрішності. Відхилення або різницю між одержаними показниками і дійсними величинами ознак досліджуваних явищ називають *помилками статистичного спостереження*.

Залежно від характеру, причин та джерел виникнення помилки поділяються на помилки реєстрації та помилки репрезентативності (представництва).

Помилки реєстрації виникають внаслідок невірною встановлення фактів у процесі спостереження або невірною їх запису.

Вони бувають випадковими і систематичними, виникають як при суцільному так і при несучільному спостереженні.

Випадкові – це описки, недостатня поінформованість з досліджуваного питання, непорозуміння (наприклад, запис 58 або 53).

Систематичні помилки – можуть бути навмисні або ненавмисні. Навмисні помилки (тенденційні) – свідомо повідомляються чи записуються невірні дані (приписки або приховування). Ненавмисні помилки виникають внаслідок випадкових причин (несправність реєстраційних приладів, невірне тлумачення сутності показника реєстратором).

Помилки репрезентативності характерні лише для несучільного спостереження. Вони виникають тому, що склад відібраної частини сукупності недостатньо повно відображає склад усієї сукупності.

Виявленню і усуненню помилок сприяє *контроль статистичних даних*. Він може спочатку виконуватись як візуальний контроль – наприклад, перевірка повноти отриманих даних. Для перевірки якості отриманих даних використовують: візуальний, логічний та арифметичний контроль.

Візуальний контроль – перевірка повноти даних, наявності відповідей на всі питання програми спостереження, заповнення адресної частини звіту, наявності підписів і т. ін.;

логічний контроль – це перевірка сумісності даних, яка полягає в порівнянні взаємозалежних ознак (наприклад, вік респондента та його професія) та встановлює тільки наявність помилки, а не її розмір;

арифметичний контроль – це прямий чи непрямий перерахунок зареєстрованих даних (фонд заробітної плати робітників можна проконтролювати, знаючи середню облікову чисельність робітників та розмір їхньої середньої заробітної плати).

Питання для самоконтролю

1. Від якого латинського слова походить термін «статистика»?
2. Що є предметом статистики?
3. Які методи використовує статистика для вивчення свого предмету?
4. Що є об'єктом статистики?
5. До якого часу належить становлення статистики як науки?
6. Чому статистика належить до суспільних наук?
7. У чому полягає відмінність статистики від інших суспільних наук?
8. Які завдання статистичного дослідження?
9. Які закономірності вивчає статистика?
10. Що таке статистична сукупність?
11. Що таке одиниця статистичної сукупності?
12. Що таке ознака? Що таке варіація?
13. Які ознаки називаються дискретними?
14. Які ознаки називаються неперервними?
15. Які ознаки називаються атрибутивними?
16. Які ознаки називаються альтернативними?
17. Які ознаки називаються якісними?
18. Яка сукупність називається однорідною?
19. Яка сукупність називається неоднорідною?
20. Розкрийте сутність метричної шкали вимірювання.
21. Розкрийте сутність номінальної шкали (шкали найменувань).
22. Розкрийте сутність рангової (порядкової) шкали вимірювання.
23. Яка різниця між статистичними показниками та статистичними даними?
24. Які етапи проходить статистичне дослідження?
25. До якого етапу статистичного дослідження слід відносити статистичне спостереження?
26. Що є об'єктом статистичного спостереження?
27. Як називається суб'єкт статистичного спостереження від якого надходять дані?
28. Як називається документ, який містить перелік запитань, на які треба відповісти при статистичному спостереженні?
29. Які є форми статистичного спостереження? Дайте визначення поняття кожної з них?
30. Що ви розумієте під статистичною звітністю?
31. За допомогою яких методів можливо здійснити несуцільне спостереження?
32. За якими ознаками можна класифікувати статистичне спостереження?
33. Які ви знаєте види статистичного спостереження за моментом реєстрації фактів?
34. Спостереження основного масиву – це вид, засіб (метод) чи форма статистичного спостереження?
35. Що ви розумієте під поточним спостереженням? Наведіть приклади.
36. Що ви розумієте під періодичним спостереженням? Наведіть приклади.

37. Назвіть основні етапи контролю результатів статистичного спостереження?

38. Що ви розумієте під планом статистичного спостереження і які його складові?

39. Чим відрізняється критичний момент часу від періоду спостереження?

40. Які види помилок бувають залежно від причини виникнення?

Бібліографічний список до теми

1, 4, 5, 7, 9, 19

Тема 2. Зведення і групування статистичних даних

План

1. Поняття статистичного зведення та його види
2. Сутність статистичних групувань та їх види
3. Методологічні засади побудови статистичних групувань
4. Вторинне групування

1. Поняття статистичного зведення та його види

Зведення – це науково організована попередня обробка матеріалів спостереження, комплекс дій щодо узагальнення конкретних індивідуальних даних щодо одиниць, які утворюють сукупність.

За глибиною узагальнення статистичних даних зведення може бути простим або складним. Просте зведення передбачає визначення підсумкових даних у цілому по сукупності. Складне зведення передбачає спочатку розподіл сукупності на окремі однорідні групи за групувальною ознакою.

2. Сутність статистичних групувань та їх види

Групування – це розподіл сукупності на групи за істотними для них ознаками. З точки зору окремих одиниць сукупності, групування – це об'єднання окремих одиниць сукупності у групи, що є однорідними за якоюсь ознакою.

У системі статистичних методів пізнання масових суспільних явищ групування посідає особливе місце, бо на відміну від інших методів, групування виконує дві функції: по-перше, розподіляє сукупності на однорідні групи, по-друге, визначає межі й можливості застосування інших методів статистики, використання яких потребує однорідності статистичних сукупностей.

Метод групувань використовують для вивчення структури та структурних зрушень, визначення типів соціально-економічних явищ, виокремлення однорідних груп і підгруп, виявлення взаємозв'язків між ознаками. Для розв'язання цих задач використовують відповідні види групувань: структурні, типологічні та аналітичні.

Структурне групування характеризує склад однорідної сукупності за певними ознаками. Різновидом структурних групувань є ряди розподілу. Залежно від групувальної ознаки вони поділяються на атрибутивні та варіаційні. Значення групувальної ознаки називається варіантою. Кожній варіанті відповідає певна частота або частка. Частоти показують, скільки разів повторюються окремі варіанти, а частки характеризують їх питому вагу в сукупності і за суттю є відносними частотами. Варіаційні ряди є базою поглибленого аналізу закономірностей розподілу.

Типологічне групування – це розподіл якісно неоднорідної сукупності на класи, соціально-економічні типи, однорідні групи.

Для виявлення наявності та напряму зв'язку між ознаками використовуються *аналітичні групування*. При вивченні взаємозв'язків розглядаються щонайменше дві ознаки. При цьому одна ознака розглядається як результат (результативна ознака), а інша (або інші) розглядаються як фактор, що впливає на результат (факторна ознака або факторні ознаки). Висновок про наявність зв'язку можна зробити на основі розподілу за двома взаємопов'язаними ознаками згідно з характером розміщення частот. Якщо результативна ознака кількісна, для кожної групи за факторною ознакою можна визначити середнє значення результативної ознаки. За наявності зв'язку між ознаками групові середні результативної ознаки систематично змінюються від групи до групи в бік збільшення чи зменшення.

Групування проводять за однією або кількома ознаками. Групування за однією ознакою є простим, за кількома – складним. Складне групування може бути комбінаційним, якщо в його основі послідовно скомбіновано дві та більше ознак, або багатомірним, якщо воно проводиться за кількома ознаками одночасно.

3. Методологічні засади побудови статистичних групувань

Метод групування базується на двох категоріях – групувальній ознаці та інтервалі.

Групувальна ознака – це ознака, за якою відбувається об'єднання окремих одиниць сукупності в однорідні групи.

Інтервал встановлює кількісні межі груп. Як правило, він являє собою проміжок між максимальним та мінімальним значенням ознаки у групі.

Інтервали бувають:

- рівними, коли різниця між максимальним та мінімальним значенням у кожному з інтервалів однакова. Цю різницю прийнято називати шириною інтервалу;
- нерівними, коли ширина інтервалів відрізняється одна від одної;
- закритими, коли є нижня та верхня межа;
- відкритими, коли є якась одна межа – лише верхня або лише нижня.

У численних сукупностях з близьким до нормального розподілом кількість груп (m) орієнтовно можна визначити за формулою Стерджеса:

$$m = 1 + \log_2 n, \quad (1)$$

де n – обсяг сукупності.

Оскільки кількість інтервалів може бути лише цілим числом, то величина m округлюється або з надлишком (у більший бік незалежно від того, яка цифра стоїть після коми: 1, 3 чи 6 тощо), або за правилами округлення (якщо менше п'яти, число округлюється в менший бік, тобто все, що стоїть після коми, відкидається; якщо більше п'яти, наприклад, 2,51 або 2,6, число округлюється в більший бік – $m = 3$; якщо після коми стоїть рівно п'ять, наприклад, 6,5 або 7,5, число округлюється до парного числа, тобто відповідно буде $m = 6$ або $m = 8$). Який принцип округлення обрати, залежить від дослідника.

На практиці використовують чотири принципи формування груп:

- рівність інтервалів;
- кратність інтервалів;
- рівність частот;
- якісну сутність ознаки.

Принцип рівних інтервалів, як правило, використовують у структурних і аналітичних групуваннях, а також тоді, коли розподіл ознаки більш менш рівномірний.

Ширина рівного інтервалу (h) розраховується за формулою:

$$h = (x_{\max} - x_{\min}) : m, \quad (2)$$

де x_{\max} – максимальне значення ознаки;

x_{\min} – мінімальне значення ознаки;

m – число інтервалів.

Якщо діапазон варіації ознаки надто широкий і розподіл значень нерівномірний, але при цьому простежується збільшення або зменшення щільності між варіантами, то використовується принцип кратності інтервалів. При цьому ширина кожного наступного інтервалу в k разів більша або менша попереднього.

4. Вторинне групування

Іноді доводиться перегруповувати дані, тобто перегруповувати статистичні матеріали, раніше зведені в групи. Це дає змогу забезпечити порівнянність структур двох сукупностей за однією й тією ж самою ознакою у часі або просторі.

Перегруповування здійснюється зменшенням або збільшенням кількості раніше утворених груп. Розрізняють два способи вторинного групування:

- просте укрупнення інтервалів;
- перегруповування за часткою окремих груп в загальному їх підсумку (пропорційний дольовий перерозподіл).

Якщо межі інтервалів первинного і вторинного групування збігаються, то частоти інтервалів, що об'єднуються, просто підсумовуються.

Вважається, що в межах інтервалу розподіл частот (або часток) підпорядковується рівномірному закону розподілу. Це припущення дає

можливість розбивати інтервал первинного групування пропорційно співвідношенню частин ширини розбитого інтервалу і обчислювати відповідні значення частот.

Питання для самоконтролю

1. Які складові має статистичне зведення?
2. Які функції виконує групування?
3. Які Ви знаєте види групувань за метою дослідження?
4. Що таке групувальна ознака?
5. Якими бувають інтервали?
6. Які принципи формування груп Ви знаєте?
7. В яких випадках використовують вторинне групування?
8. Які способи побудови вторинного групування Ви знаєте?
9. Які графіки використовують для зображення дискретного та інтервального варіаційного ряду?
10. До якого виду статистичних групувань належить ряд розподілу і які його основні елементи?
11. Які види групувань Ви знаєте?
12. Які завдання виконують групування?
13. Як поділяють групування за аналітичною функцією, яку вони виконують?
14. Що таке аналітичне групування? типологічне? структурне групування?
15. Що таке комбінаційне групування?
16. Що таке багатомірне групування?
17. Вивчається залежність вартості проданих квартир від типу будинків. Який вид групування при цьому доцільно застосувати?
18. Вивчається залежність вартості проданих квартир від місця розташування будинку. Який вид групування при цьому доцільно застосувати?
19. Який вид групування застосовують, вивчаючи розподіл підприємств за формою власності?

Бібліографічний список до теми

4, 5, 7, 8, 9, 19

Тема 3. Подання статистичних даних: таблиці та графіки

План

1. Статистичні таблиці як метод наочного подання статистичних даних. Елементи статистичної таблиці. Види статистичних таблиць і правила побудови
2. Статистичні графіки, їх роль в аналізі соціально - економічних явищ. Класифікація статистичних графіків. Основні елементи статистичних графіків і правила побудови.

1. Статистичні таблиці як метод наочного подання статистичних даних. Елементи статистичної таблиці. Види статистичних таблиць і правила побудови

Невід’ємним елементом зведення та групування є *статистична таблиця*. За логічним змістом статистична таблиця розглядається як «статистичне речення», тому вона має *підмет* та *присудок*. Підмет – це об’єкт дослідження: перелік елементів сукупності, їх групи, окремі територіальні одиниці або часові інтервали. Як правило, підмет розміщують у лівій частині таблиці у назві рядків, але не обов’язково, все залежить від наявної інформації та зручності розташування. Присудок таблиці – це система показників, що характеризують підмет як об’єкт дослідження. Як правило, присудок формує в логічній послідовності верхні заголовки таблиці. Нижче наведено загальну схему статистичної таблиці, її макет.

Як підмет таблиці, так і її присудок можуть мати різну розробку: *просту, групову чи комбінаційну*. Залежно від розробки підмета таблиця також може бути *простою* (простий перелік одиниць сукупності, підмет не ділиться на групи), *груповою* (групування одиниць за однією ознакою, підмет ділиться на групи за однією ознакою) та *комбінаційною* (підмет ділиться на групи за декількома ознаками). Розробка присудка на вид таблиці не впливає.

Таблиця (Порядковий номер)

Назва таблиці

Зміст рядків	Верхні заголовки			Підсумкова графа
	Назви граф (стовпців) (верхні заголовки)			
А	1	2	3	
Найменування рядків (бокові заголовки)				
Підсумковий рядок				

Приклади побудови різних видів таблиць наведені в табл. 1 – 4.

Таблиця 1

Випуск продукції підприємствами регіону

Ступінь виконання плану, %	Кількість підприємств	Випуск валової продукції, млн. грн..		Виконання плану, %
		план	факт	
Не виконали (до 100%)	4	29	23,4	80,7
Виконали (100 -110%)	7	59,4	62,5	105,2
Перевиконали (110 і більше)	4	26,6	31,9	119,9
Разом	15	115	117,8	102,4

Таблиця 2

Розподіл промислових підприємств України
за формами власності, 2015 р.

Тип підприємства	Кількість підприємств, од.	Питома вага підприємств, (відносна частота), %
1. Приватні підприємства	14	0,16
2. Підприємства колективної форми власності	5016	56,17
3. Підприємства державної форми власності	3882	43,47
4. Інші підприємства	18	0,20
Разом підприємств	8930	100,00

Таблиця 3

Розподіл працівників ПАТ «Сонячний» за рівнем заробітної плати

Заробітна плата, ум.од.	Кількість робітників, ос.	Частота (питома вага), %
до 1000	1	1,33
від 1000 до 1200	6	8,00
від 1200 до 1400	10	13,33
від 1400 до 1600	15	20,00
від 1600 до 1800	18	24,00
від 1800 до 2000	20	26,67
більше 2000	5	6,67
Разом	75	100,00

Таблиця 4

Розподіл робітників ПАТ «Схід» за рівнем кваліфікації

Значення ознаки, x_i	Частота, f_i	Відносна частота, d_i	Нагромаджена (накопичена, кумулятивна) частота, S_f	Нагромаджена відносна частота, S_d
Кваліфікаційний розряд	Кількість робітників, ос.	Питома вага робітників, %		
1	3	5,2	3	5,2
2	6	10,4	9	15,6
3	8	13,8	17	29,4
4	13	22,4	30	51,8
5	22	37,9	52	89,7
6	6	10,3	58	100,0
Разом	58	100,0	-	-

2. Статистичні графіки, їх роль в аналізі соціально - економічних явищ. Класифікація статистичних графіків. Основні елементи статистичних графіків і правила побудови.

Для графічного зображення рядів розподілу використовуються такі види графіків, як:

полігон – ламану лінію, що сполучає сукупність ізольованих точок на площині – для зображення дискретного ряду розподілу;

гістограма – сходишковий лінійний графік – для зображення інтервального варіаційного ряду розподілу;

кумулятивний полігон (або кумулята), кумулятивна гістограма – крива або сходишковий графік нагромаджених частот;

огіва тощо.

Питання для самоконтролю

1. Статистичні таблиці та їх види, основні елементи статистичної таблиці.
2. Основні правила побудови статистичних таблиць.
3. Класифікація статистичних графіків.
4. Які системи координат Ви знаєте?
5. Що таке експлікація графіка?
6. Що відображає шкала графіка і які її види?
7. Що таке масштабні орієнтири?
8. Які властивості притаманні статистичним графікам?

Бібліографічний список до теми

4, 7, 8, 9

Змістовий модуль 2. Агрегування інформації та аналіз закономірностей розподілу

Тема 4. Узагальнюючі статистичні показники

План

1. Сутність статистичних показників, їх функції та види
2. Абсолютні статистичні величини, особливості представлення їх видів
3. Відносні статистичні величини, їх види за аналітичною функцією, економічний зміст, методика обчислення та одиниці вимірювання
4. Середні величини у статистиці, їх види, умови наукового застосування та особливості обчислення

1. Сутність статистичних показників, їх функції та види

Статистичний показник – це кількісна характеристика соціально-економічних явищ та процесів в умовах якісного визначення, тобто це міра якісного і кількісного відображення певної властивості соціально-економічного явища чи процесу. Конкретний статистичний показник характеризує розмір, обсяг явища чи процесу, що вивчається, у конкретному місці й у певний час. Показник-категорія відображає суть, загальні відмінні властивості конкретних статистичних показників одного й того ж виду без зазначення часу, простору та кількісного значення.

Система статистичних показників – це сукупність взаємопов'язаних показників, що має однорівневу чи багаторівневу структуру; має на меті розв'язання конкретного статистичного завдання. Це ієрархічна структура, на нижньому щаблі якої - узагальнюючий інтегральний показник, на верхньому - рівновагомі ознаки, які безпосередньо вимірюються.

Форми вираження статистичних показників:

- абсолютні величини;
- відносні величини;
- середні величини.

2. Абсолютні статистичні величини, особливості представлення їх видів

Абсолютний показник – це показник у формі абсолютної величини, яка відображає фізичні властивості, часові та вартісні характеристики соціально-економічних явищ та процесів.

Абсолютні величини – це початковий вид узагальнюючих показників, які характеризують розмір соціально-економічного явища, його чинників на певний момент або за певний проміжок часу. Абсолютні величини являють собою іменовані числа та характеризують абсолютні розміри процесів та явищ, що вивчаються.

Засоби отримання:

- реєстрація фактів;
- групування та зведення;
- розрахунок за визначеною методологією.

Одиниці вимірювання:

- натуральні вимірники: т, кг, м, км, одиниці, особи та ін.;
- комбіновані натуральні вимірники: т-км, кВт-год, та ін.;
- умовно-натуральні вимірники (перерахунок виконується за допомогою спеціальних коефіцієнтів - сумірників);
- трудові вимірники: людино-година, людино-день;
- вартісні вимірники: грн., дол. США, євро та ін..

Наприклад:

- Назва показника – обсяг продукції, що вироблена за місяць.
- Одиниця виміру – штуки, тони, метри, літри, квадратні або кубічні метри, гривні.

Індивідуальні абсолютні показники – показники, які отримують безпосередньо в процесі статистичного спостереження як результат вимірювання, зважування, підрахунку та оцінки досліджуваної кількісної ознаки щодо окремої одиниці сукупності.

Загальні об'ємні показники – це абсолютні показники, які характеризують обсяг ознаки або обсяг сукупності як у цілому щодо об'єкта, який вивчається, так і щодо будь-якої його частини (групові); ці показники отримують шляхом зведення та групування індивідуальних абсолютних показників.

Перерахунок абсолютних величин в умовні одиниці виміру:

Якщо виникає потреба звести воедино кілька різновидів однієї споживчої властивості, обсяги такого явища виражають в умовно-натуральних одиницях. Перерахунок в умовні одиниці здійснюють за допомогою спеціальних коефіцієнтів-сумірників, розрахованих як відношення споживчих властивостей окремих різновидів продукції до еталонних значень. Наприклад, різні види палива переводяться в умовне паливо із теплотою згорання 29,3 мДж/кг; консерви різного об'єму – в умовні консервні банки об'ємом 353, 4 см³ і т.д.

3. Відносні статистичні величини, їх види за аналітичною функцією, економічний зміст, методика обчислення та одиниці вимірювання

Відносний показник – показник у формі відносної величини - це результат порівняння одного абсолютного показника з іншим; характеризує співвідношення між кількісними характеристиками процесів і явищ, що вивчаються, чи міру кількісного співвідношення різнойменних чи однойменних показників.

Використовують сім видів відносних величин:

1. Відносні величини планового завдання (прогнозування) – показують у скільки разів рівень плану (прогнозу) більший або менший рівня, досягнутого в базисному періоді.

$$ВВПЗ = d_{ПЗ} = \frac{y_{плзв}}{y_{факт\ баз}} \quad (3)$$

2. Відносні величини виконання плану (договірних зобов'язань) – показують рівень виконання плану, прогнозних розрахунків, договірних зобов'язань, державного замовлення.

$$ВВПП = d_{ВП} = \frac{y_{факт\ зб}}{y_{плзв}} \quad (4)$$

3. Відносні величини динаміки – характеризують зміну явищ у часі.

$$ВВД = d_{Д} = \frac{y_t}{y_{t-1}} \quad (5)$$

4. Відносні величини структури – характеризують частку (питому вагу) складових частин сукупності в їх загальному підсумку.

$$BBC = d_C = \frac{f_i}{\sum f_i} \quad (6)$$

5. Відносні величини координації – характеризують співвідношення між складовими частинами цілого, вони показують скільки одиниць однієї частини цілого припадає на іншу її частину.

$$BBK = d_K = \frac{f_i}{f_j} \quad (7)$$

6. Відносні величини просторового порівняння – характеризують співвідношення однойменних величин, що стосуються різних об'єктів, територій, але за той самий період часу.

$$BBПЗ = d_{ПЗ} = \frac{y_A}{y_B} \quad (8)$$

7. Відносні величини інтенсивності – характеризують ступінь поширення або розвитку явища в певному середовищі, вони показують скільки одиниць однієї сукупності приходить на одиницю іншої сукупності.

Форми вираження відносних величин:

- коефіцієнт: база порівняння = 1 (точність розрахунку - 0,000);
- відсоток: база порівняння = 100 % (точність розрахунку - 0,0);
- проміле: база порівняння = 1000 (точність розрахунку - 0);
- відносні показники інтенсивності є іменованими величинами.

При розрахунках відносних величин порівнювана величина - це величина, що знаходиться в чисельнику дроби; база порівняння - це величина, що знаходиться у знаменнику дроби, тобто це показник, з яким проводиться порівняння. Якщо при розрахунку структури в цілому ми не отримуємо 1 чи 100%, то необхідно здійснити коригування структури. При аналізі структури в динаміці використовується показник структурних зрушень у відсоткових пунктах.

4. Середні величини у статистиці, їх види, умови наукового застосування та особливості обчислення

Середні величини – це узагальнююча міра варіюючої ознаки у статистичній сукупності; це узагальнюючий показник, який характеризує типовий рівень ознаки, що варіює, в розрахунку на одиницю сукупності.

Умови наукового використання середніх величин:

- якісна однорідність сукупності;
- сукупність має бути достатньо великою;
- використання загальних середніх із груповими.

Призначення середніх в економічному аналізі:

- характеристика рівня масових суспільних явищ;
- проведення порівняльного аналізу;
- вивчення тенденцій розвитку явищ;
- вибіркоче спостереження;
- вимірювання взаємозв'язків.

Для кожної середньої є лише одне правильне співвідношення, для реалізації якого залежно від даних, що існують, можна використовувати різні форми середніх: **середню арифметичну, середню гармонічну, середню квадратичну, середню геометричну за не згрупованими (простою) і за згрупованими даними (зваженою).**

Однак в усіх випадках, коли характер величини, за якою розраховується середня, передбачає наявність ваги, неможливо замість зважених формул середніх використовувати прості, тобто незважені, формули. Використання кожного виду середніх залежить від двох обставин, по-перше, від характеру індивідуальних значень ознаки (прямі, обернені, квадратичні, відносні). По-друге, від характеру алгебраїчного зв'язку між індивідуальними значеннями ознаки та її загальним обсягом (сума, добуток, степінь, квадратичний корінь).

Середня арифметична – використовується для усереднення прямих значень ознак шляхом їх підсумовування. Якщо дані не згруповані:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}, \quad (9)$$

де x_i - варіанти, тобто значення ознаки, що осереднюється для i -ої одиниці сукупності;

n – число одиниць у сукупності.

За формулою середньої арифметичної простої обчислюються також середні у хронологічному ряду, якщо інтервали часу, за який подаються значення ознак, рівні. Якщо у хронологічному ряду наведені моментні показники, то для обчислення середньої вони замінюються півсумами значень на початок і кінець періоду. Якщо моментів більше двох і інтервали між ними рівні, то середня обчислюється за формулою **середньої хронологічної**:

$$\bar{x} = \frac{\frac{x_1+x_n}{2} + x_2 + x_3 + \dots + x_{n-1}}{n-1} \quad (10)$$

де n – число моментів.

Якщо дані згруповані, то використовують **середню арифметичну зважену**, яку розраховують за формулою:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^m x_i f_i}{\sum_{i=1}^m f_i}, \quad \text{або} \quad \bar{x} = \sum_{i=1}^m x_i d_i, \quad (11)$$

де f_i - частота; d_i – частка i -ї групи.

При цьому

$$d_i = \frac{f_i}{\sum_1^m f_i}, \text{ а } \sum_1^m d_i = 1. \quad (12)$$

Середня гармонічна використовується для осереднення обернених індивідуальних значень ознак шляхом їх підсумовування. Для не згрупованих даних це **середня гармонічна проста**

$$\bar{x} = \frac{n}{\sum_1^m \frac{1}{x}}. \quad (13)$$

Якщо дані згруповані, то використовують **середню гармонічну зважену**

$$\bar{x} = \frac{\sum_1^m z_i}{\sum_1^m \frac{z_i}{x_i}}, \quad (14)$$

де z_i - обсяг значень ознаки, тобто. $z_i = x_i \cdot f_i$.

Очевидно, що середню гармонічну зважену доцільно використовувати, коли відсутня інформація про значення знаменника логічної формули, тобто відсутні ваги у явному виді.

Середня геометрична визначається як добуток відносних величин динаміки x_i , які є кратним співвідношенням i -го значення показника до попереднього ($i-1$). Формула **середньої геометричної простої**

$$\bar{x} = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot \dots \cdot x_n} = \sqrt[n]{\prod_1^n x_i}, \quad (15)$$

де \prod - символ добутку; n - число осереднюваних величин.

Якщо часові інтервали неоднакові, використовують **середню геометричну зважену**

$$\bar{x} = \sqrt[n]{\prod_1^n x_i^{n_i}}, \quad (16)$$

де $n = \sum n_i$ - часовий інтервал.

У інтервальних рядах, припускаючи рівномірний розподіл у межах i -го інтервалу, як варіант x_i використовують середину інтервалу. При цьому ширину відкритого інтервалу умовно вважають такою ж, як і сусіднього закритого інтервалу.

Питання для самоконтролю

1. Наведіть приклади показників у натуральних, умовно-натуральних, комбінованих і вартісних одиницях вимірювання та вкажіть галузі, де вони використовуються?
2. Яка роль абсолютних величин у статистиці?
3. Вкажіть галузі, де використовуються абсолютні величини в умовно-натуральних одиницях вимірювання?
4. Яка роль відносних величин у статистиці?
5. Які є форми вираження відносних величин? Наведіть приклади відносних величин, що мають ту чи іншу форму вираження.
6. Яку відносну величину розраховують шляхом порівняння обсягу виробництва у звітному році порівняно з попереднім?
7. Продуктивність праці; співвідношення жінок та чоловіків, які мешкають у м. Дніпро; показники структури працівників підприємства за кваліфікацією; споживання молока на душу населення; рівень виконання плану за січень поточного року; питома вага жінок у загальній кількості населення – вкажіть до якого виду відносних показників слід віднести кожен із цих показників.
8. В якій відносній величині базою порівняння є значення показника за попередній період?
9. В якій відносній величині база порівняння обирається довільно?
10. В якій відносній величині порівнюються між собою значення показника для двох частин однієї сукупності?
11. Яка відносна величина визначає питому вагу частини сукупності в її загальному обсязі?
12. За допомогою якої відносної величини визначають рівень виконання договірних зобов'язань?
13. Дайте визначення поняття середньої величини.
14. Які умови використання середньої величини?
15. Які види середніх Ви знаєте і як вони розраховуються?
16. В яких випадках використовується середня арифметична проста?
17. В яких випадках використовується середня арифметична зважена?
18. За яких умов застосування середньої величини некоректне?
19. В яких випадках використовується середня гармонічна?
20. Коли в розрахунках середньої величини використовуються формули середньої арифметичної, а коли – середньої гармонічної?
21. Назвіть формулу розрахунку середньої арифметичної простої.
22. Назвіть формулу розрахунку середньої арифметичної зваженої.
23. Назвіть формулу розрахунку середньої геометричної простої.
24. Назвіть формулу розрахунку середньої гармонічної простої.
25. Назвіть формулу розрахунку середньої гармонічної зваженої.
26. Як розраховується середня, якщо осереднювана величина представлена моментними показниками?
27. У чому відмінність різних видів середніх величин?
28. В яких випадках використовують середні арифметичні просту та зважену. Наведіть приклади.

29. В яких випадках використовується середня гармонічна проста? зважена? Наведіть приклади.

30. В яких випадках використовується середня геометрична? Наведіть приклади.

31. Чому дорівнює алгебраїчна сума відхилень всіх варіант ознаки від середньої в сукупності?

32. Чи зміниться середня величина, якщо усі ваги зменшити на деяку постійну величину?

Бібліографічний список до теми 3, 8, 14, 19

Тема 5. Методи аналізу рядів розподілу

План

1. Поняття та основні складові рядів розподілу. Види рядів розподілу, основні методи їх побудови
2. Характеристики центру розподілу і порядкові статистики та їх роль в аналізі закономірностей розподілу
3. Характеристики вимірювання варіації ознак. Варіація альтернативної ознаки.
4. Характеристики форми розподілу: коефіцієнти асиметрії та ексцесу
5. Показники диференціації та концентрації

1. Поняття та основні складові рядів розподілу. Види рядів розподілу, основні методи їх побудови

Виявлення закономірностей зміни частот залежно від зміни варіюючої ознаки, що покладена в основу групування і є основою аналізу варіаційних рядів розподілу. При такому аналізі найчастіше використовують такі групи показників:

- характеристики центру розподілу;
- характеристики розміру варіації;
- характеристики форми розподілу.

2. Характеристики центру розподілу і порядкові статистики та їх роль в аналізі закономірностей розподілу

Центром розподілу називається значення варіюючої ознаки, навколо якого групуються інші варіанти. До характеристик центру розподілу належать *середня, мода, медіана, чверть (квартиль) і десята частина (дециль)*.

Для повнішого розкриття властивостей ряду розподілу визначають моду M_0 , медіану M_e , квартилі Qu_1, Qu_2, Qu_3 та децилі – від D_1 до D_9 .

Мода (M_o) – значення варіанти, яке найчастіше повторюється в ряду розподілу. У **дискретних рядах** моду легко відшукати візуально, безпосередньо за найбільшим значенням частоти або частки.

В **інтервальному ряду** за тим самим принципом визначається модальний інтервал, тобто інтервал, частота якого має найбільше значення. Якщо треба більш точно встановити модальний рівень, його обчислюють за формулою:

$$M_o = x_{M_o} + h_{M_o} \cdot \frac{(f_{M_o} - f_{M_{o-1}})}{(f_{M_o} - f_{M_{o-1}}) + (f_{M_o} - f_{M_{o+1}})}, \quad (17)$$

де M_o – мода;

x_{M_o} – нижня межа модального інтервалу;

h_{M_o} – ширина модального інтервалу;

f_{M_o} – частота модального інтервалу;

$f_{M_{o-1}}$ – частота попереднього (перед модального) інтервалу;

$f_{M_{o+1}}$ – частота наступного (після модального) інтервалу.

Слід зауважити, що ця формула використовується для інтервальних варіаційних рядів з рівними інтервалами.

Значення моди можна також визначити графічним способом за допомогою гістограми (рис. 1).

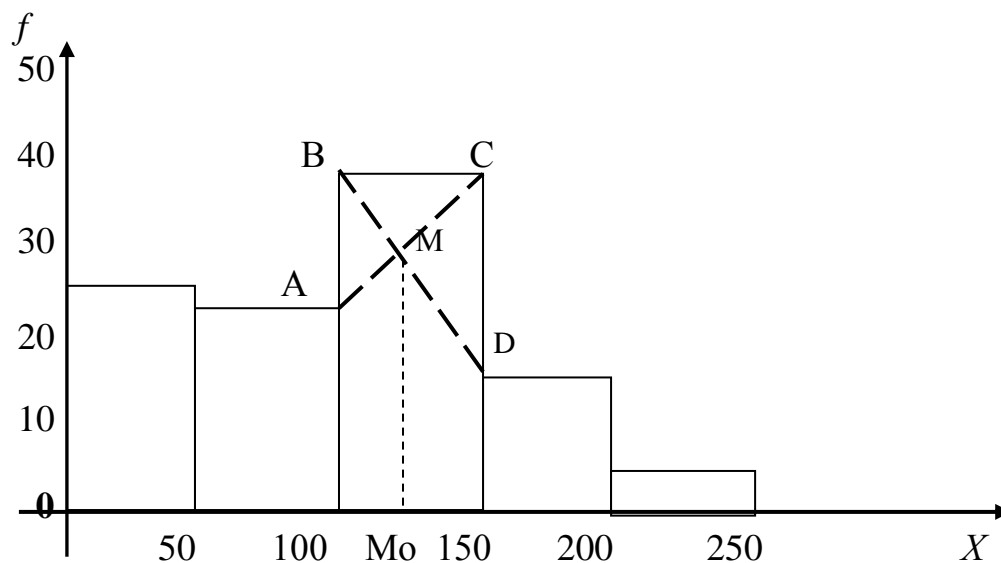


Рисунок 1. Визначення моди графічним методом

Графічним методом мода визначається так: на гістограмі (рис. 1) беремо прямокутник з найбільшою висотою, лівий верхній кут цього прямокутника (точка B) з'єднуємо з лівим верхнім кутом прямокутника, розташованого праворуч (точка D), а верхній правий кут найбільшого прямокутника (точка C) з'єднуємо з правим верхнім кутом прямокутника, розташованого ліворуч (точка A); з перетину прямих AC і BD (точка M) на вісь абсцис опускаємо перпендикуляр, який і визначить значення моди.

Для визначення моди за інтервальним варіаційним рядом з нерівними інтервалами в аналітичному вираженні перегруповують вихідний варіаційний ряд на ряд з рівними інтервалами або замість частот використовують відносні частоти. Для визначення моди графічним способом будують гістограму відносних частот. Основу прямокутників становлять розміри інтервалів, а висоту – відношення відповідної частоти до ширини інтервалу. Для кожного інтервалу визначається відносна частота за формулою:

$$w_i = \frac{f_i}{h_i}, \quad (18)$$

де w_i – відносна частота i -го інтервалу;
 f_i – частота i -го інтервалу;
 h_i – ширина i -го інтервалу.

Принцип визначення моди лишається тим самим, що й для інтервального варіаційного ряду з рівними інтервалами.

Медіана (Me) – варіанта, що ділить упорядкований варіаційний ряд на дві, рівні за обсягом частини. *Наприклад, якщо в ряді розподілу робітників за віком $Me = 30$, це означає, що половина робітників мають вік менше 30 років, половина – старші за цей вік.*

Визначаючи медіану, використовують кумулятивні частоти S_{fi} або частки S_{di} . У дискретному ряду медіанним буде значення ознаки, кумулятивна частота якого перевищує половину сукупності, тобто $S_{fi} \geq 0,5 \sum f_i$ (для кумулятивної частки $S_{di} \geq 0,5$).

Кумулятивні частоти визначаються додаванням наступного значення частоти до суми значень попередніх частот. При цьому не має значення які інтервали у варіаційному ряді розподілу: рівномірні чи нерівномірні.

В інтервальному ряду за цим принципом визначають медіанний інтервал.

Значення медіани, як і значення моди, обчислюють за інтерполяційною формулою:

$$Me = x_{Me} + h_{Me} \frac{(0,5 \sum f_i - S_{f_{Me-1}})}{f_{Me}}, \quad (19)$$

де Me – медіана;

x_{Me} – нижня межа медіанного інтервалу;

h_{Me} – ширина медіанного інтервалу;

$0,5 \sum f_i$ – половина сукупності;

$S_{f_{Me-1}}$ – сума накопичених частот до медіанного інтервалу;

f_{Me} – частота медіанного інтервалу.

Медіану можна визначити й графічним способом, використовуючи для цього кумулятивний полігон. Медіана визначається так: на осі ординат відкладають точку, що дорівнює половині суми частот. З цієї точки проводять лінію, паралельну осі абсцис до її перетину з лінією кумулятивного полігону (точка А). З точки А на вісь абсцис опускають перпендикуляр, координата якого і буде медіаною.

В аналізі закономірностей розподілу крім медіани використовуються також й інші структурні (або порядкові) характеристики, які ділять всі одиниці розподілу на рівні за чисельністю групи. Вони отримали загальну назву

квантилі. Частинним випадком квантилів є, насамперед, *квартилі* (ділять сукупність на чотири рівних частини), *квінтилі* (ділять сукупність на п'ять рівних частин), *децилі* (ділять сукупність на десять рівних частин) та *перцентилі* (ділять сукупність на сто рівних частин).

3. Характеристики вимірювання варіації ознак. Варіація альтернативної ознаки.

Варіація, тобто коливання, мінливість будь-якої ознаки є властивістю статистичної сукупності. Здатність ознаки змінювати індивідуальні значення називається *варіабельністю*. Вона зумовлена дією безлічі взаємопов'язаних причин, серед яких є основні та другорядні. Основні причини формують центр розподілу. Другорядні причини впливають на форму розподілу.

Для виміру та оцінки варіації використовують систему *абсолютних та відносних характеристик*. До абсолютних характеристик належать: **розмах варіації**, **середнє лінійне відхилення**, **середнє квадратичне відхилення** та **дисперсія**. До відносних характеристик варіації належать різноманітні коефіцієнти, найбільш поширене використання серед яких мають **коефіцієнти варіації**, що побудовані на відношенні абсолютних характеристик з середньою арифметичною. Кожна з названих характеристик має певні аналітичні переваги під час вирішення тих чи інших завдань статистичного аналізу.

Методика обчислення характеристик варіації залежить від виду ознаки X та наявних даних (первинні чи похідні, згруповані чи ні).

Розмах варіації – різниця між найбільшим і найменшим значеннями ознаки, розраховується за формулою:

$$R = X_{max} - X_{min}, \quad (20)$$

де X_{max} – максимальне значення ознаки;

X_{min} – мінімальне значення ознаки.

Розмах варіації характеризує межі, в яких змінюється кількісне значення ознаки. Цей показник встановлює крайні числові значення варіант, що складають досліджувану сукупність.

В інтервальному ряду розподілу розмах варіації визначають як різницю між верхньою межею останнього інтервалу та нижньою межею першого. Проте, якщо інтервал відкритий, для обчислення розмаху варіації використовується середина інтервалу. Звичайно, спочатку інтервал має бути закритим згідно з відповідними правилами.

Крім розмаху варіації, у практиці статистичного аналізу широко застосовують інші абсолютні характеристики варіації, що ґрунтуються на відхиленнях індивідуальних значень ознаки від середньої арифметичної.

Оскільки відповідно до першої властивості середньої арифметичної $\sum (X_i - \bar{X}) = 0$, то при розрахунку такого роду характеристик використовують або модулі, або квадрати відхилень. У результаті маємо такі характеристики варіації: середнє лінійне відхилення, середнє квадратичне відхилення та дисперсію.

Розрахункові формули цих показників наведені в табл. 5.

Якщо статистична сукупність надана у вигляді інтервального варіаційного ряду, то для розрахунку показників варіації використовуються розрахункові формули за зваженою формою. При цьому замість індивідуального значення ознаки обирається середина відповідного інтервалу.

Середнє лінійне відхилення являє собою середню відстань між середньою арифметичною величиною та відповідними індивідуальними значеннями окремих ознак, а це завжди додатна величина. Саме тому у формулах відхилення кожної варіанти від середньої арифметичної береться за модулем.

Дисперсія являє собою середній квадрат відхилень і пов'язана з середнім квадратичним відхиленням таким співвідношенням:

$$\sigma = \sqrt{D} = \sqrt{\sigma^2}, \quad (21)$$

де σ – середнє квадратичне відхилення;

$D = \sigma^2$ – дисперсія.

Таблиця 5

Показники варіації та формули для їх розрахунку

Назва показника	Розрахункова формула	
	Проста форма	Зважена форма
Середнє лінійне відхилення	$\bar{l} = \frac{\sum x_i - \bar{x} }{n}$	$\bar{l} = \frac{\sum x_i - \bar{x} f_i}{\sum f_i}$
Середнє квадратичне відхилення	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 f_i}{\sum f_i}}$
Дисперсія	$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}$	$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 f_i}{\sum f_i}$
x_i – індивідуальні значення окремої ознаки, варіанти; \bar{x} – середня арифметична (середнє значення ознаки); n – обсяг сукупності, кількість ознак у сукупності; f_i – частота відповідної ознаки.		

Чим менше середнє відхилення, тим більш типова середня, тим більш однорідна сукупність. Середнє квадратичне відхилення також пов'язане з середнім лінійним відхиленням. За правилом мажорантності середніх $\sigma > \bar{l}$. Якщо обсяг сукупності досить великий і розподіл ознаки наближається до нормального, то між середнім квадратичним та середнім лінійним відхиленнями існує такий взаємозв'язок:

$$\sigma = 1,25\bar{l}, \quad \text{або} \quad \bar{l} = 0,8\sigma. \quad (22)$$

Для нормального розподілу варіативної ознаки справедливе також твердження, що $R = 6\sigma$. Значення ознаки в межах $(\bar{x} \pm \sigma)$ мають 68,3 % обсягу

сукупності, у межах $(\bar{x} \pm 2\sigma) - 95,4 \%$, а в межах $(\bar{x} \pm 3\sigma) - 99,7 \%$. Це відоме «правило трьох сигм».

4. Характеристики форми розподілу: коефіцієнти асиметрії та ексцесу

При порівнянні варіації різних ознак використовуються відносні характеристики: коефіцієнти варіації. До них належать:

- **лінійний коефіцієнт варіації**, який обчислюється за формулою:

$$V_l = \frac{\bar{l}}{\bar{x}}, \quad \text{або} \quad V_l = \frac{\bar{l}}{\bar{x}} \cdot 100 \%, \quad (23)$$

де \bar{l} – середнє лінійне відхилення;

\bar{x} – середня арифметична;

- **квадратичний коефіцієнт варіації**, який обчислюється за формулою:

$$V_\sigma = \frac{\sigma}{\bar{x}}, \quad \text{або} \quad V_\sigma = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100 \%, \quad (24)$$

де σ – середнє квадратичне відхилення;

- **коефіцієнт осциляції**, який обчислюється за формулою:

$$V_R = \frac{R}{\bar{x}}, \quad \text{або} \quad V_R = \frac{R}{\bar{x}} \cdot 100 \%, \quad (25)$$

де R – розмах варіації.

Чим менше середнє відхилення, тим більш типова середня, тим більш однорідна сукупність. Найчастіше квадратичний коефіцієнт варіації використовують як критерій однорідності сукупності. У симетричному, близькому до нормального, розподілі $V_\sigma = 0,33$.

Розрізняють такі значення відносних коливань:

$V_\sigma < 10\%$ - незначне коливання, сукупність однорідна, значення середньої є типовим рівнем ознаки в даній сукупності;

$10\% \leq V_\sigma \leq 33\%$ - середнє коливання, сукупність в межах однорідності, значення середньої можна вважати типовим рівнем ознаки в даній сукупності;

$V_\sigma > 33\%$ - високий рівень варіації, сукупність неоднорідна, значення середньої неможна вважати типовим рівнем ознаки в даній сукупності.

Різноманітність статистичних сукупностей – передумова різних форм співвідношення частот і значень варіативної ознаки. За своєю формою розподіли поділяються на **одновершинні** та **багатовершинні** (коли розподіл має дві, три та більше вершин). Наявність двох і більше вершин свідчить про неоднорідність сукупності, про поєднання в ній груп з різними рівнями ознаки. У такому разі необхідно більш ретельно проаналізувати наявну вихідну інформацію, перегрупувати дані, виділивши однорідні групи. Розподіли якісно однорідних сукупностей, як правило, одновершинні. Серед одновершинних розподілів є **симетричні та асиметричні (скошені), гостровершинні та плосковершинні**.

У симетричному розподілі рівновіддалені від центра значення ознаки мають однакові частоти, при цьому середня, мода та медіана мають однакові

значення $\bar{x} = Mo = Me$; в асиметричному – вершина розподілу зміщена. Напрямок асиметрії протилежний напрямку зміщення вершини. Якщо вершина зміщена вліво, то це **правостороння асиметрія**. У цьому випадку $\bar{x} > Me > Mo$. Якщо вершина зміщена вправо, то це **лівостороння асиметрія**. В цьому випадку $\bar{x} < Me < Mo$.

Асиметрія виникає внаслідок обмеженої варіації в одному напрямі або під впливом домінуючої причини розвитку, яка веде до зміщення центру розподілу. Очевидно, що в симетричному розподілі $A=0$, при правосторонній асиметрії $A>0$, при лівосторонній – $A<0$.

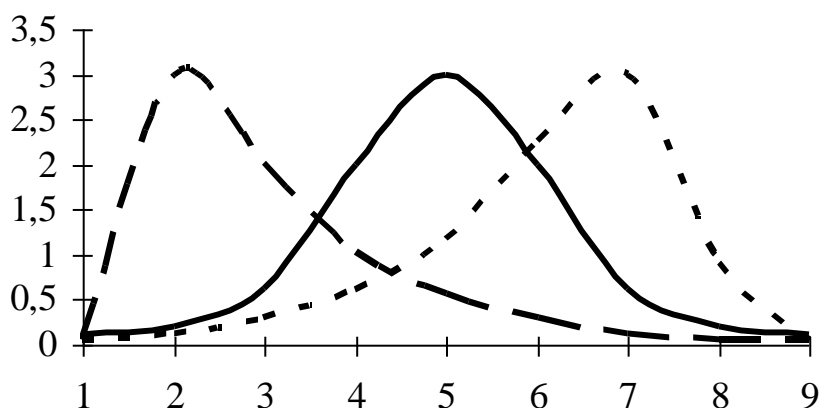


Рис. 2. Види розподілу:

- — — — — симетричний розподіл ($Mo = Me = \bar{x}$);
- — — — — правостороння асиметрія ($Mo > Me > \bar{x}$);
- - - - - лівостороння асиметрія ($Mo < Me < \bar{x}$).

Найпростішою мірою асиметрії є відхилення від середньої арифметичної медіани чи моди. В симетричному розподілі характеристики центра мають однакові значення $\bar{x} = Mo = Me$; в асиметричному – між ними існують певні розбіжності. Стандартизовані відхилення, які мають назву **коефіцієнта асиметрії**, характеризують напрям та міру скошеності розподілу і розраховуються за формулами:

$$A = \frac{\bar{x} - Me}{\sigma}; \quad \text{або} \quad A = \frac{\bar{x} - Mo}{\sigma}. \quad (26)$$

Якщо має місце відхилення коефіцієнта асиметрії від нуля в той чи інший бік, то можна вести мову про більшу чи меншу асиметрію. Вважають, що при $|A| \leq 0,25$ асиметрія низька; при $0,25 < |A| \leq 0,5$ - помірною, або середньою; при $|A| > 0,5$ - асиметрія висока.

Характеристики центру розподілу ґрунтуються на моментах розподілу. **Момент розподілу** – це середня k -го ступеня відхилень $\bar{x} - a$. Залежно від величини a моменти поділяють на первинні ($a = 0$), центральні ($a = \bar{x}$) і умовні ($a = const$). Ступінь k визначає порядок моменту. В загальному вигляді центральний момент k -го порядку розраховується за формулою:

$$M_k = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^k f_i}{\sum f_i}, \quad (27)$$

5. Показники диференціації та концентрації

Процеси і явища в промисловому і сільськогосподарському виробництві, фінансовій та комерційній діяльності, демографічній, соціальній або політичній галузях, що вивчаються статистикою, як правило, характеризуються внутрішньою структурою, яка із часом може змінюватися. Динаміка структури викликає зміну внутрішнього змісту досліджуваних об'єктів і їх економічну інтерпретацію, приводить до змін встановлених причинно-наслідкових зв'язків. Тому вивчення структури і структурних зрушень займає дуже важливе місце в курсі статистики.

У статистиці під **структурою** розуміють сукупність одиниць, яким притаманна певна стійкість внутрішньо групових зв'язків при збереженні основних ознак, що характеризують цю сукупність як ціле.

Основні напрямки вивчення структури:

- характеристика структурних зрушень окремих частин сукупності за два або більше періодів часу;
- узагальнююча характеристика структурних зрушень в цілому по сукупності;
- оцінка ступеня концентрації, локалізації та децильної диференціації

Оцінювання інтенсивності структурних зрушень

Визначення структурних зрушень окремих частин сукупності та узагальнюючих характеристик структурних зрушень в цілому по сукупності базується на відносних показниках структури, що являють собою співвідношення окремих частин і цілого. При цьому вони можуть бути представлені як частка (коефіцієнт) або питома вага (%). Як часткові, так і узагальнюючі показники структурних зрушень можуть відображати або «абсолютну» зміну структури у процентних пунктах чи долях одиниці, або її відносну зміну у процентах чи коефіцієнтах. «Абсолютна» зміна показана в лапках, тому що цей показник є абсолютним за методологією розрахунку, а не за суттю та одиницями виміру.

«Абсолютний» приріст питомої ваги i -ої частини сукупності показує на скільки процентних пунктів збільшилася (+) або зменшилася (-) ця структурна частина в j -ий період часу порівняно із $(j-1)$ періодом:

$$\Delta d_i = d_{ij} - d_{ij-1}, \quad (30)$$

де d_{ij} - питома вага (частка) i -ої частини сукупності в j -ий період часу;

d_{ij-1} - питома вага (частка) i -ої частини сукупності в $(j-1)$ період часу.

Темп зростання питомої ваги (відносна зміна) i -ої частини сукупності є співвідношенням :

$$T_{pd_i} = \frac{d_{ij}}{d_{ij-1}} \cdot 100, \%. \quad (31)$$

Темп зростання питомої ваги представляють у %, це завжди додатна величина. Але, якщо в сукупності мали місце якісь структурні зрушення, то частина темпів зростання буде більшою за 100%, а частина - меншою.

Якщо сукупність, що досліджується, представлена даними не за два, а за три і більше періодів, то з'являється необхідність у визначенні середніх показників структурних зрушень. Так, **середній “абсолютний” приріст питомої ваги i - ої частини сукупності** визначають як середню арифметичну просту із послідовно визначених абсолютних приростів за кожен період часу. При цьому слід пам'ятати, що сума середніх абсолютних приростів питомої ваги для всіх k структурних частин сукупності, так як і сума їх приростів за один часовий інтервал, завжди повинна дорівнювати нулю.

Середній темп зростання питомої ваги (відносна зміна) i - ої частини сукупності за кілька періодів часу визначається за формулою середньої геометричної простої.

Узагальнюючими показниками структурних зрушень у випадках, коли виникає необхідність оцінити структурні зрушення у соціально-економічному явищі в цілому за якісь окремі часові періоди або у кількох структур, що відносяться до окремих об'єктів за один і той же часовий період, є лінійний та квадратичний коефіцієнти “абсолютних” структурних зрушень, які визначають за формулами:

лінійний коефіцієнт “абсолютних” структурних зрушень

$$\bar{\Delta}_{d_1-d_0} = \frac{\sum_{i=1}^k |d_{ij} - d_{ij-1}|}{k}, \quad (32)$$

де k – кількість структурних частин сукупності;

d_{ij} - питома вага (частка) i - ої частини сукупності в j – ий період часу;

d_{ij-1} - питома вага (частка) i - ої частини сукупності в $(j - 1)$ період часу.

квадратичний коефіцієнт “абсолютних” структурних зрушень

$$\sigma_{d_1-d_0} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (d_{ij} - d_{ij-1})^2}{k}}. \quad (33)$$

Лінійний та квадратичний коефіцієнти “абсолютних” структурних зрушень (у процентних пунктах) дозволяють отримати зведену оцінку швидкості зміни питомої ваги окремих частин сукупності. Для зведеної характеристики інтенсивності зміни питомої ваги окремих частин сукупності використовують **квадратичний коефіцієнт відносних структурних зрушень**:

$$\sigma_{d_1/d_0} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (d_{ij} - d_{ij-1})^2}{d_{ij-1}}} \cdot 100, \quad (34)$$

Цей показник відображає той середній відносний приріст питомої ваги (у відсотках), який спостерігався за період, що досліджується.

Для зведеної оцінки структурних зрушень у досліджуваній сукупності в цілому за весь часовий інтервал, що охоплює кілька тижнів, місяців, кварталів чи років, найбільш доцільно використовувати **лінійний коефіцієнт “абсолютних” структурних зрушень за n періодів** (у процентних пунктах):

$$\bar{\Delta}_{d_1-d_0}^{(n)} = \frac{\sum_{i=1}^k |d_{in} - d_{i1}|}{k(n-1)}, \quad (35)$$

де d_{in} - питома вага (частка) i -ої частини сукупності в останній період часу;

d_{i1} - питома вага (частка) i -ої частини сукупності в 1-ий період часу.

Цей показник може використовуватися як для порівняння динаміки двох і більше структур, так і для аналізу динаміки однієї і тієї ж структури за різні за тривалістю періоди часу.

При порівнянні структури одного об'єкта за двома ознаками або структур двох об'єктів розраховують **коефіцієнт подібності (схожості) структур**:

$$P = 1 - 0,5 \cdot \sum |d_j - d_k|. \quad (36)$$

де d_j та d_k - питома вага (частка) складових частин j -ої і k -ої сукупностей.

Якщо структури однакові, $P = 1$. Чим більші відхилення структур, тим менше значення коефіцієнта P .

Аналіз рівномірності розподілу за допомогою коефіцієнтів локалізації, концентрації, децильної диференціації

Ще однією особливістю аналізу структури сукупностей є оцінка рівномірності або нерівномірності розподілу за досліджуваною ознакою між окремими складовими сукупності (наприклад, розподіл доходів чи майна між окремими групами населення, житлової площі між окремими групами домогосподарств, прибутку між групами підприємств, розширення населення за рівнем середньодушового доходу і т. ін.).

Ступінь нерівномірності розподілу досліджуваної ознаки, не пов'язаний ні з обсягом сукупності, ні з чисельністю окремих груп, називають **концентрацією**. При дослідженні нерівномірності розподілу досліджуваної ознаки за територією поняття “концентрація” замінюють поняттям “локалізація”. **Централізація** означає зосередженість (скупченість) обсягу ознаки у окремих одиниць (наприклад, капіталу в окремих комерційних банках, продукції якогось виду на окремих підприємствах і т. ін.).

Оцінка нерівномірності розподілу між окремими складовими сукупності ґрунтується на порівнянні часток двох розподілів – за кількістю елементів сукупності d_i і обсягом значень ознаки D_i . Якщо розподіл значень ознаки рівномірний, то $d_i = D_i$, а відхилення часток свідчать про певну нерівномірність, яка вимірюється коефіцієнтами локалізації та концентрації.

Коефіцієнт локалізації визначається для кожної складової сукупності за формулою:

$$L_i = \frac{D_i}{d_i} \cdot 100 \text{ ,} \quad (37)$$

де d_i - частка i -ої групи розподілу за кількістю елементів сукупності;
 D_i - частка i -ої групи розподілу за обсягом значень ознаки.

Коефіцієнт концентрації (коефіцієнт Лоренца) є узагальнюючою для сукупності характеристикою відхилення розподілу від рівномірного і визначається за формулою:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^k |d_i - D_i|}{2} \text{ .} \quad (38)$$

Чим ближче значення цього показника до 1 (100%), тим вищий рівень концентрації, при значенні $K=0$ розподіл ознаки за всіма одиницями сукупності є рівномірним. При визначенні цього коефіцієнта можна оперувати як частками одиниці, так і відсотками. Порівняння структур на основі відхилень часток дозволяє вимірювати диференціацію сукупності за даними інтервальних рядів із нерівними інтервалами та атрибутивних рядів розподілу.

Оцінка рівня концентрації при вивченні економічних явищ дуже часто здійснюється по **кривій концентрації Лоренца**. Для її побудови необхідно мати частотний розподіл одиниць досліджуваної сукупності та відповідний до нього частотний розподіл ознаки, що вивчається. При цьому для зручності розрахунків і підвищення рівня аналітичності даних одиниці сукупності, як правило, розбиваються на рівні групи – 10 груп по 10% одиниць в кожній групі, або – 5 груп по 20% одиниць і т.д.

Найбільш відомим показником концентрації є **коефіцієнт Джині**, який зазвичай використовують для вимірювання диференціації або соціального розшарування. У загальному вигляді його розраховують за формулою:

$$G = 1 - 2 \sum_{i=1}^k d_i \cdot D_i^H + \sum_{i=1}^k d_i \cdot D_i \text{ ,} \quad (39)$$

де d_i - частка i -ої групи розподілу за кількістю елементів сукупності;

D_i - частка i -ої групи розподілу за обсягом значень ознаки;

D_i^H – накопичена частка i -ої групи розподілу за обсягом значень ознаки.

Коефіцієнт Джині змінюється в тих же межах, що і коефіцієнт Лоренца.

Мірою оцінки розшарування сукупності слугує також **коефіцієнт децильної диференціації**. **Децилі** – це варіанти, які ділять обсяги сукупності на десять рівних частин. Існує дев'ять децилів, що визначаються за формулою, яка в загальному вигляді має таке вираження:

$$De_i = x_{De_i} + h_{De_i} \frac{0,1i \sum f_i - S_{De_{i-1}}}{f_{De_i}} \text{ ,} \quad (40)$$

де i – порядковий номер дециля;

x_{Dei} – нижня межа i -го дециля;

h_{Dei} – ширина інтервалу, де розташований i -й дециль;

$\sum f_i$ – сума всіх частот сукупності;

S_{Dei-1} – сума накопичених частот до інтервалу, де розташований i -й дециль;

f_{Dei} – частота інтервалу, де розташований i -й дециль.

Тоді **коефіцієнт децильної диференціації**, що є відношенням розмірів дев'ятого і першого дециля (наприклад, відношення мінімального середньодушового доходу 10% найбагатшого населення до максимального середньодушового доходу 10% найменш забезпеченого населення), дорівнює:

$$V_D = \frac{D_9}{D_1}, \quad \text{або} \quad V_D = \frac{D_9}{D_1} \cdot 100 \%, \quad (41)$$

де D_9 – дев'ятий дециль;

D_1 – перший дециль.

Питання для самоконтролю

1. Як класифікуються ряди розподілу?
2. Які показники є характеристиками центра розподілу?
3. Як визначається мода в дискретному ряді розподілу?
4. Як визначається мода в інтервальному ряді розподілу?
5. Як визначається медіана в дискретному ряді розподілу?
6. Як обчислюється медіана для інтервального варіаційного ряду розподілу?
7. Поясніть сутність характеристик центра розподілу. Як вони співвідносяться?
8. Що таке квартилі, квінтилі, децилі? Яка методика їх визначення?
9. Які характеристики належать до системи показників варіації?
10. Як визначається середнє лінійне відхилення в ряді розподілу?
11. Як визначається середнє квадратичне відхилення в ряді розподілу?
12. Що характеризує коефіцієнт осциляції?
13. Що характеризує коефіцієнт варіації?
14. У чому різниця визначення абсолютних характеристик варіації в дискретному та інтервальному рядах розподілу?
15. Коли сукупність вважається однорідною?
16. Поясніть сутність середнього лінійного і середнього квадратичного відхилень. Чи ідентичні вони за змістом і чи однакові за значенням?
17. Як порівняти варіацію різних ознак або однієї ознаки в різних сукупностях?
18. Що характеризує структура сукупності?
19. Чим відрізняються моментна та інтервальна структури?
20. Що характеризує визначення рівня концентрації?
21. Що характеризує визначення рівня централізації?
22. Що характеризує визначення рівня локалізації?
23. Які показники дозволяють аналізувати структурні зрушення у сукупності, що відбуваються з часом?
24. Які показники дозволяють аналізувати інтенсивність структурних зрушень?

25. За якою формулою розраховують лінійний коефіцієнт “абсолютних” структурних зрушень?
26. За якою формулою розраховують квадратичний коефіцієнт “абсолютних” структурних зрушень?
27. За якою формулою розраховують квадратичний коефіцієнт відносних структурних зрушень?
28. За якою формулою розраховують коефіцієнт децильної диференціації?
29. За якою формулою розраховують коефіцієнт Джині?
30. За якою формулою розраховують коефіцієнт Лоренца?
31. За якою формулою розраховують коефіцієнт локалізації?
32. За якою формулою розраховують коефіцієнт централізації?
33. Що характеризує форма розподілу?
34. Які характеристики належать до системи показників, що характеризують форму розподілу?
35. Що характеризує коефіцієнт асиметрії?
36. Яке значення коефіцієнта асиметрії свідчить про низьку асиметрію?
37. Яке значення коефіцієнта асиметрії свідчить про помірну асиметрію?
38. Яке значення коефіцієнта асиметрії свідчить про високу асиметрію?
39. Яке значення коефіцієнта асиметрії свідчить про лівосторонню асиметрію, а яке – про правосторонню?
40. Що характеризує ексцес?
41. В яких межах коливаються значення коефіцієнта асиметрії?
42. В яких межах коливаються значення ексцесу?
43. Який показник характеризує асиметричність розподілу? В яких межах коливаються його значення?
44. Який показник характеризує рівень концентрації значень ознак біля центру розподілу?
45. Яке значення ексцесу свідчить про плосковершинний, а яке – про гостровершинний розподіл?

Бібліографічний список до теми

4, 7, 14, 19

Змістовий модуль 3. Аналіз закономірностей динаміки

Тема 6. Аналіз інтенсивності динаміки

План

1. Поняття та складові елементи рядів динаміки.
2. Види рядів динаміки та їх особливості
3. Статистичні характеристики часових рядів, їх взаємозв'язок
4. Середні характеристики часового ряду

5. Оцінка прискорення(уповільнення) розвитку. Порівняльний аналіз динамічних рядів; коефіцієнти випередження та еластичності, умови їх використання

1. *Поняття та складові елементи рядів динаміки*

Для кращого розуміння і аналізу зміни досліджуваних явищ у часі статистичні дані, що їх характеризують, необхідно систематизувати у хронологічному порядку і вже потім аналізувати. У статистиці це виконується за допомогою рядів динаміки або ще їх називають часовими рядами.

Отже, *ряди динаміки* – це ряди чисел, що характеризують закономірності зміни суспільних явищ і процесів у часі, тобто це сукупність значень статистичних показників, розташованих у хронологічному порядку.

Кожний ряд динаміки складається з двох елементів:

- числових значень статистичних показників (рівнів ряду) – y ;
- періодів або моментів часу, яким відповідають рівні ряду – t .

Економічні та соціальні явища дуже різні і тому вони можуть бути представлені у хронологічному порядку у вигляді різних рядів динаміки.

2. *Види рядів динаміки та їх особливості*

Основна класифікація рядів динаміки поділяє їх на інтервальні та моментні. Однією із відмінностей інтервального та моментного часових рядів є те, що для інтервального ряду динаміки є можливість підсумовувати значення рівнів за короткий період часу, отримуючи так звані накопичені підсумки, які мають реальний економічний зміст; підсумок рівнів моментного ряду динаміки не має ніякого реального змісту, тому накопичені підсумки для цих рядів динаміки не визначаються.

Ряд динаміки об'єктивно відображає тенденцію розвитку лише за умови порівняльності між собою його рівнів. Порівняльність всіх рівнів ряду між собою є основною вимогою при побудові рядів динаміки. Порівняльність рівнів ряду повинна забезпечуватися:

- за періодами часу;
- за критичним моментом (для явищ із сезонними коливаннями);
- за територією;
- за колом охоплених одиниць (наприклад, зміна підпорядкованості об'єктів, відомчої приналежності);
- за методологією обчислення показника (наприклад, чисельність робітників на підприємстві в одні роки визначалася на початок кожного року, а в інші - як середньорічна чисельність);
- за одиницями виміру.

Для приведення у порівняльний вигляд використовують прийом «зімкнення рядів динаміки». Його сутність полягає в об'єднанні в один ряд (більш тривалий) двох або кількох рядів динаміки, рівні яких розраховані за різними методологіями або за різними територіальними межами. Виконується це через коефіцієнти перерахунку (1 метод) або шляхом заміни абсолютних величин відносними (2

метод). Для здійснення зімкнення рядів необхідно, щоб для одного з періодів (перехідного) існували дані, які було розраховано за різними методологіями або в різних межах (умови прикладу наведені в табл.6).

Таблиця 6

Реалізована продукція об'єднання «Агрохолдинг», млн. грн.

Рік	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Продукція 5 підприємств	20	26	30			
Продукція 8 підприємств	-	-	45	50	52	54

1 метод – з використанням коефіцієнтів перерахунку.

Коефіцієнт-сумірник зміни обсягу реалізації продукції за рахунок збільшення кількості підприємств у складі об'єднання «Агрохолдинг» дорівнює:

$$K_{\text{сум}} = 45 : 30 = 1,5.$$

Далі коригуємо дані за 2014 та 2015 роки:

$$Q_{2014} = 20 \cdot 1,5 = 30 \text{ млн. грн.}; \quad Q_{2015} = 26 \cdot 1,5 = 39 \text{ млн. грн.}$$

Зімкнений ряд динаміки, за яким можна виконувати аналіз, наведено у табл. 7.

Таблиця 7

Динаміка реалізації продукції об'єднанням «Агрохолдинг», млн. грн.
(зімкнений РД із врахованим коефіцієнтом - сумірником)

Рік	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Продукція 8 підприємств	30	39	45	50	52	54

2 метод - заміна абсолютних рівнів відносними.

За 2014 р. значення буде дорівнювати $= 0,667$;

за 2015 рік $= 0,867$ і т.д.

Зімкнений за цим методом ряд динаміки, за яким можна виконувати аналіз, наведено у табл. 8.

Таблиця 8

Динаміка реалізації продукції об'єднанням «Агрохолдинг», млн.грн.
(зімкнений РД у відносних одиницях)

Рік	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Продукція 8 підприємств	$\frac{20}{30} = 0,667$	$\frac{26}{30} = 0,867$	$\frac{30}{30}$ або $\left(\frac{45}{45}\right) = 1,000$	$\frac{50}{45} = 1,111$	$\frac{52}{45} = 1,156$	$\frac{54}{45} = 1,200$

Ряд динаміки представляє собою ряд послідовних рівнів, при співставленні яких між собою можна отримати характеристику швидкості та інтенсивності розвитку явища. В результаті такого порівнювання рівнів отримують систему

абсолютних та відносних показників динаміки. Виконання розрахунків при цьому можливо у двох варіантах:

о 1-й варіант - кожний рівень ряду динаміки порівнюється безпосередньо з попереднім, і таке порівняння називається порівнянням із змінною базою, а розраховані показники – ланцюговими характеристиками динаміки.

о 2-й варіант - кожний рівень ряду динаміки порівнюється з одним і тим же попереднім рівнем, який прийнято за базу порівняння. В якості базового рівня вибирають початковий рівень ряду динаміки, або рівень, з якого починається якийсь новий етап розвитку явища. Таке порівняння називається порівнянням з постійною базою, а розраховані показники – базисними характеристиками динаміки.

Базисні показники характеризують кінцевий результат всіх змін у рівні ряду від періоду, до якого відноситься базисний рівень, до даного (і-го) періоду.

Ланцюгові показники характеризують інтенсивність зміни рівня від періоду до періоду (або від дати до дати) в межах проміжку часу, що вивчається.

3. Статистичні характеристики часових рядів, їх взаємозв'язок

Абсолютні та відносні характеристики інтенсивності динаміки

Абсолютний приріст (зменшення) Δ_t - це показник ряду динаміки, який характеризує на скільки одиниць змінився поточний рівень показника порівняно з рівнем попереднього або базового періоду. Абсолютний приріст із змінною базою виражає **абсолютну швидкість** зміни рівнів ряду динаміки. Розраховується абсолютний приріст як різниця двох рівнів динамічного ряду:

$$\text{ланцюгові} \quad \Delta_t = y_t - y_{t-1}, \quad (42)$$

$$\text{базисні} \quad \Delta_t = y_t - y_0. \quad (43)$$

Сума ланцюгових абсолютних приростів дорівнює кінцевому базисному:

$$\sum_1^n (y_t - y_{t-1}) = y_n - y_0 \quad (44)$$

Коефіцієнт зростання - це показник ряду динаміки, який показує у скільки разів змінився поточний (порівнюваний) рівень показника, що аналізується, порівняно з рівнем попереднього або базового періоду. **Коефіцієнт зростання K_t** розраховується як відношення рівнів ряду і виражається коефіцієнтом:

$$\text{ланцюгові} \quad K_t = y_t / y_{t-1}, \quad (45)$$

$$\text{базисні} \quad K_t = y_t / y_0. \quad (46)$$

Добуток ланцюгових K_t , дорівнює кінцевому базисному:

$$\frac{y_1}{y_0} \cdot \frac{y_2}{y_1} \cdot \dots \cdot \frac{y_n}{y_{n-1}} = \frac{y_n}{y_0}. \quad (47)$$

Темп зростання – це коефіцієнт зростання, але представлений у відсотках, тобто

$$T_p = K_t \cdot 100, \quad (48)$$

$$\text{або для ланцюгових } T_p = (y_t / y_{t-1}) \cdot 100, \quad (49)$$

$$\text{для базисних } T_p = (y_t / y_0) \cdot 100. \quad (50)$$

Темп приросту - це показник ряду динаміки, який показує на скільки відсотків змінився поточний (порівнюваний) рівень аналізованого показника порівняно з рівнем попереднього або базового періоду. Його можна визначити як відношення абсолютного приросту до бази порівняння або безпосередньо на основі темпу зростання.

Для ланцюгових характеристик:

$$T_{np} = 100 \cdot \Delta_t / y_{t-1} = 100 (y_t - y_{t-1}) / y_{t-1} = 100 (K_t - 1) = T_p - 100. \quad (51)$$

Аналогічно взаємопов'язані і базисні темпи приросту.

Абсолютне значення одного відсотка приросту - це відношення абсолютного приросту до відповідного темпу приросту або одна сота попереднього рівня. Абсолютне значення 1 % приросту показує, чого вартий 1% і розраховується як співвідношення абсолютного приросту й темпу приросту. Алгебраїчно це співвідношення дорівнює 0,01 рівня взятого за базу порівняння:

$$A\% = \Delta_t / T_{np} = (y_t - y_{t-1}) / 100 (y_t - y_{t-1}) / y_{t-1} = y_{t-1} / 100 = 0,01 y_{t-1}. \quad (52)$$

Для базисних темпів приросту значення A% однакові, тому їх не розраховують.

4. Середні характеристики часового ряду

Розрахунок середнього абсолютного приросту і середнього темпу приросту

Середній рівень динамічного ряду - середня, обчислена на основі рівнів динамічного ряду. Особливості розрахунку залежать від виду ряду динаміки і визначається як **середня арифметична проста, середня арифметична зважена або середня хронологічна.**

Середній або середньорічний абсолютний приріст - це показник ряду динаміки, який показує на скільки одиниць у середньому за одиницю часу (щорічно) за певний період змінювався рівень показника, що аналізується. **Середній абсолютний приріст** розраховується як середня арифметична проста з ланцюгових абсолютних приростів:

$$\bar{\Delta} = \frac{\sum_1^m \Delta_t}{m} = \frac{1}{m} \sum_1^m (Y_t - Y_{t-1}) \quad \text{або} \quad \bar{\Delta} = \frac{(Y_n - Y_0)}{n - 1}, \quad (53)$$

де $m = n - 1$ - число ланцюгових абсолютних приростів,

n - кількість періодів (моментів часу) у ряді динаміки.

Середній або середньорічний темп зростання - це показник ряду динаміки, який показує скільки відсотків у середньому за одиницю часу (щорічно) за певний період становить зміна рівня показника, що аналізується.

Середній або середньорічний темп приросту - це показник ряду динаміки, який показує на скільки відсотків у середньому за одиницю часу (щорічно) за певний період змінювався рівень показника, що аналізується. Ці показники краще розраховувати після визначення **середнього або середньорічного коефіцієнта зростання (росту)**.

Середній коефіцієнт зростання розраховують за формулою середньої геометричної:

$$\bar{k} = \sqrt[m]{k_1 \cdot k_2 \dots k_m} = \sqrt[m]{k_m} = \sqrt[m]{\frac{y_n}{y_0}} \quad (54)$$

де m - число ланцюгових коефіцієнтів зростання; $m = n - 1$.

Якщо відомий середній коефіцієнт зростання, то середній темп зростання та середній темп приросту визначають наступним чином:

$$\bar{T}_p = \bar{k} \cdot 100\%; \quad \bar{T}_{np} = \bar{T}_p - 100\% = (\bar{k} - 1) \cdot 100\% = \left(\sqrt[m]{\frac{y_n}{y_0}} - 1 \right) \cdot 100\%. \quad (55)$$

5. Оцінка прискорення(уповільнення) розвитку. Порівняльний аналіз динамічних рядів; коефіцієнти випередження та еластичності, умови їх використання

Якщо абсолютна та відносна швидкість динаміки у межах періоду, що вивчається, неоднакова, порівнянням однойменних характеристик за різні інтервали часу вимірюється **прискорення (уповільнення) динаміки**.

Різниця абсолютних ланцюгових приростів $\Delta' = \Delta_t - \Delta_{t-1}$ характеризує **абсолютне прискорення (+) чи уповільнення (-) динаміки**.

Відносне прискорення — це відношення абсолютного прискорення до абсолютного приросту, прийнятого за базу (Δ' / Δ_{i6}) або це темп приросту абсолютного приросту. Розраховується тільки у випадку, якщо абсолютний приріст, прийнятий за базу порівняння, додатне число. Якщо інтервали часу неоднакові, використовують **середні абсолютні прирости відповідних інтервалів**.

При зрівнюванні розвитку двох явищ використовують показники, що представляють співвідношення базисних темпів зростання або темпів приросту за однакові відрізки часу за двома рядами динаміки. Ці показники називають **коефіцієнтами випередження**:

$$K_e = T_p^A / T_p^B, \quad \text{або} \quad K_e = T_{np}^A / T_{np}^B. \quad (56)$$

За допомогою цих показників порівнюють ряди динаміки, що мають однаковий зміст, але відносяться до різних територій або об'єктів, а також ряди динаміки різного змісту, що характеризують один і той же об'єкт.

Якщо ряди динаміки взаємопов'язані, тобто рівні їх представляють фактор x та результат y , із співвідношення темпів приросту цих ознак визначають, на скільки відсотків змінюється результативна ознака y зі зміною факторної ознаки x на 1%. За економічним змістом співвідношення темпів приросту є **коефіцієнтом еластичності**:

$$K_{ел} = T_{пp y} / T_{пp x}. \quad (57)$$

Питання для самоконтролю

1. Коли в статистичному аналізі використовується ряд динаміки?
2. Наведіть приклад динамічного ряду, назвіть його елементи та особливості.
3. Які є рівні ряду динаміки? Дайте їм характеристику. Наведіть приклад.
4. Назвіть типи показників аналізу ряду динаміки; від чого вони залежать?
5. Що характеризує ряд динаміки?
6. Що є рівнем ряду динаміки?
7. Які є види рядів динаміки за характером рівнів ряду?
8. До якого виду слід відносити динамічний ряд, якщо його рівні виражають стан явища на відповідний момент часу?
9. До якого виду слід відносити динамічний ряд, якщо рівні виражають стан явища за певний період часу?
10. Які є види рядів динаміки залежно від способу вираження?
11. Які є види рядів динаміки залежно від інтервалу часу між рівнями?
12. Чим різняться базисні та ланцюгові характеристики динаміки?
13. Що показує базисний абсолютний приріст?
14. Що показує ланцюговий абсолютний приріст?
15. Що показує базисний темп зростання?
16. Що показує ланцюговий темп зростання?
17. Що показує темп приросту?
18. Чим відрізняється абсолютний приріст від темпу зростання?
19. Що показує середній абсолютний приріст?
20. Що показує середній темп зростання?
21. Що показує середній темп приросту?
22. Які ряди динаміки називають паралельними?
23. Як оцінити прискорення (уповільнення) розвитку при порівняльному аналізі паралельних динамічних рядів?
24. Який показник ряду динаміки слід визначити, щоб розрахувати, на скільки одиниць змінився рівень показника за період 2004 – 2008 р.р.?
25. Який показник ряду динаміки слід визначити, щоб відповісти на запитання: у скільки разів у середньому щорічно збільшувався рівень показника за період 2004 – 2008 р.р.?
26. За яких умов середній рівень моментного ряду динаміки розраховується як середня хронологічна?
27. Чим відрізняється та якими показниками вимірюються абсолютна та відносна швидкість розвитку явища?
28. Що характеризує коефіцієнт еластичності?
29. Навіщо використовують коефіцієнт еластичності?
30. Який взаємозв'язок існує між базисними і ланцюговими абсолютними приростами? коефіцієнтами росту?

Бібліографічний список до теми
8, 14, 16, 17, 19

Тема 7. Виявлення і вимірювання тенденцій розвитку

План

1. Основні компоненти часових рядів. Основні методи виявлення та аналізу тенденцій розвитку
2. Рівняння тренду, етапи визначення та обґрунтування найпридатнішого функціонального виду, суть параметрів
3. Екстраполяція трендів як один із методів прогнозування рівнів соціально-економічних явищ

1. Основні компоненти часових рядів.

Основні методи виявлення та аналізу тенденцій розвитку

Тенденція (тренд) являє собою напрям розвитку певного соціально-економічного явища. В деяких випадках тенденцію можна встановити за значеннями рівнів ряду динаміки. Наприклад, якщо рівні постійно збільшуються, чи зменшуються. Основні тенденції – *зростання чи зниження* – можна поділити за їх характером. Характер основної тенденції має певне графічне зображення, його можна також встановити за допомогою абсолютних ланцюгових приростів. Якщо абсолютні ланцюгові прирости мають додатні значення, динамічний ряд має *тенденцію до зростання*. Якщо абсолютні ланцюгові прирости мають від’ємні значення, динамічний ряд має *тенденцію до зниження*. Якщо абсолютні ланцюгові прирости мають однакові значення, то характер тенденції рівномірний (рівномірне зростання чи рівномірне зниження). Якщо кожен наступний ланцюговий приріст більше за попередній, то тенденція має прискорений характер. Якщо кожен наступний ланцюговий приріст менше за попередній, то тенденція має уповільнений характер.

Застосування ступінчастої та ковзної середніх для згладжування колиливних рядів

До найбільш простих *методів згладжування* динамічних рядів належать методи ступінчастої середньої та плинної середньої.

Метод ступінчастої середньої (укрупнення інтервалів) полягає в тому, що рівні первинного динамічного ряду поєднуються в збільшені інтервали і розраховуються середні в кожному зі створених інтервалів.

Наприклад, утворюється новий динамічний ряд, в якому окремі інтервали – це об’єднання трьох інтервалів первинного динамічного ряду. В такому разі середня кожного укрупненого інтервалу розраховується так:

$$\bar{y}_1 = (y_1 + y_2 + y_3) : 3; \quad (53)$$

$$\bar{y}_2 = (y_4 + y_5 + y_6) : 3; \quad (54)$$

$$\bar{y}_3 = (y_7 + y_8 + y_9) : 3 \quad \text{і т. д.} \quad (55)$$

Суть методу середньої плинної полягає в тому, що середні обчислюються також за збільшеними інтервалами, але на відміну від попереднього методу здійснюється послідовне пересування меж збільшених інтервалів на один первинний інтервал до кінця динамічного ряду. У такому разі середні інтервалів розраховуються за формулами:

$$\bar{y}_1 = (y_1 + y_2 + y_3) : 3 \quad (56)$$

$$\bar{y}_2 = (y_2 + y_3 + y_4) : 3; \quad (57)$$

$$\bar{y}_3 = (y_3 + y_4 + y_5) : 3 \quad \text{і т. д.} \quad (58)$$

Якщо значення рівнів похідного (згладженого) динамічного ряду не дають можливості встановити чітку тенденцію, проводять нове згладжування, при цьому беруть ще більші інтервали. Слід зауважити, що для об'єднання беруться інтервали первинного динамічного ряду. Згладжування повторюють доти, доки не виявиться чітка тенденція, або коли не залишиться три укрупнених інтервали, оскільки подальше згладжування вже не має сенсу. Через дві точки завжди можна провести лінію, але при цьому можна отримати результат, протилежний реальному стану.

2. Рівняння тренду, етапи визначення та обґрунтування найпридатнішого функціонального виду, суть параметрів

Обґрунтування типу трендового рівняння, інтерпретація параметрів

Якщо згладжування ряду динаміки не дає можливості виявити тенденцію розвитку або її характер, то відповідь на це питання можна напевне одержати за допомогою **аналітичного вирівнювання** заданого (вихідного) динамічного ряду методом найменших квадратів.

Метод аналітичного вирівнювання дає змогу не лише виявити тенденцію розвитку, а й кількісно виміряти її.

Під **аналітичним вирівнюванням** ряду динаміки у статистиці розуміють побудову функції $Y = f(t)$, яка аналітично виражає залежність значень ознаки Y від часу t . Такі функції, а також їх графіки називають **трендовими кривими**. За допомогою трендової кривої завжди можна виявити основну тенденцію розвитку явища, що вивчається, а також її характер.

Процес побудови трендової кривої складається з двох етапів:

- вибір виду функції $f(t)$;
- обчислення параметрів функції $f(t)$.

Вид функції $f(t)$ можна встановити візуально за кореляційним полем з урахуванням економічної (фізичної тощо) суті явища, що вивчається.

Кореляційне поле являє собою координатну площину tOy із зображеними на ній точками з координатами (t_i, y_i) .

На практиці при виборі виду тренду перевага звичайно віддається функціям, параметри яких мають чіткий економічний зміст:

- лінійна – $y = a + bt$ – (a – середній початковий рівень ознаки, b – середній абсолютний приріст);
- квадратична, або параболічна – $y = a + bt + ct^2$ – (a – середній початковий рівень ознаки, b – середня початкова швидкість зростання, c – середній приріст швидкості зростання);
- показникові – $y = a \cdot b^t$ – (a – середній початковий рівень ознаки, b – середній темп зростання).

Після вибору виду залежності її параметри обчислюються за методом найменших квадратів. Цей метод забезпечує такий вибір параметрів тренду, щоб мінімізувати суму квадратів відхилень фактичних значень рівнів ряду від теоретичних рівнів, що розраховані за відповідних значень t .

Найпростішою формулою, що відтворює тенденцію розвитку, є лінійна функція:

$$y_t = a_0 + a_1 t \quad (59)$$

Параметри a_0 та a_1 згідно методу найменших квадратів знаходяться рішенням системи нормальних рівнянь:

$$\begin{cases} a_0 n + a_1 \sum t = \sum y \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 = \sum yt \end{cases} \quad (60)$$

де y – фактичні рівні ряду;

t – порядковий номер періоду або моменту часу.

Розрахунок параметрів значно спрощується, якщо за початок відліку часу ($t = 0$) обрати центральний інтервал. Значення умовних періодів t залежать від того, парну чи непарну кількість рівнів має динамічний ряд.

Якщо число рівнів парне (*наприклад, 6*), умовні періоди мають значення, наведені в табл. 9.

Таблиця 9

Значення параметра t у разі введення умовного нуля для парної кількості рівнів динамічного ряду

Фактичний період	1	2	3	4	5	6
Умовний період	-5	-3	-1	1	3	5

Якщо число рівнів непарне (наприклад 7), умовні періоди мають значення, наведені в табл. 10.

Оскільки мета введення умовного нуля – максимальне спрощення розрахунків, то відстані між сусідніми рівнями динамічного ряду з умовними періодами мають бути мінімальними, проте однаковими впродовж усього ряду. Таким чином, у разі парної кількості рівнів динамічного ряду відстані між будь-якими двома рівнями з умовними періодами дорівнюють двом; у разі непарної кількості рівнів динамічного ряду відстані між будь-якими двома рівнями з умовними періодами дорівнюють одиниці. Умовні періоди, розташовані ліворуч умовного нуля, набувають від’ємних значень, а ті, що розташовані праворуч – додатних.

Таблиця 10

Значення параметра t у разі введення умовного нуля для непарної кількості рівнів динамічного ряду

Фактичний період	1	2	3	4	5	6	7
Умовний період	-3	-2	-1	0	1	2	3

Незалежно від кількості рівнів у динамічному ряді з умовними періодами $\sum t = 0$, а тому система нормальних рівнянь для лінійної моделі тренду матиме такий вигляд:

$$\begin{cases} \sum y = n a_0 \\ \sum yt = a_1 \sum t^2 \end{cases} \quad (61)$$

Тоді параметри a_0 та a_1 для лінійної моделі тренду розраховуються за формулами:

$$a_0 = \frac{\sum y}{n}; \quad a_1 = \frac{\sum yt}{\sum t^2}. \quad (62)$$

3. Екстраполяція трендів як один із методів прогнозування рівнів соціально-економічних явищ

Зробити прогноз явища y означає обчислити значення ознаки Y на той майбутній період часу t , який нас цікавить. Очевидно, що будь-який прогноз може бути тільки наближеним і може вважатись реальним тільки за умови збереження у майбутньому тенденції розвитку явища та її характеру. Метод прогнозування на періоди за межами ряду динаміки (на майбутнє або за минулі періоди часу) називають **екстраполяцією**. Метод прогнозування на періоди пропущених періодів часу в середині ряду динаміки називають **інтерполяцією**.

Точковий прогноз здійснюється за допомогою екстраполяції трендової моделі, тобто прогнозоване значення явища обчислюється за встановленою формулою. При цьому слід мати на увазі той факт, що рівняння трендової кривої побудоване з використанням умовних періодів, а тому для визначення точкового прогнозу вводиться наступний період. Наприклад, якщо динамічний ряд містить шість періодів, то точкова оцінка розраховується для наступного, сьомого періоду (див. табл. 9); якщо динамічний ряд містить сім періодів, то точкова оцінка розраховується для наступного (умовного) четвертого періоду (див. табл. 10).

Інтервальний прогноз являє собою інтервал значень ознаки y , який із заданою ймовірністю покриває (або має покривати) справжнє значення. Інтервальна оцінка прогнозу, тобто довірчі межі, визначається з певною ймовірністю

$$y_{t+v} \pm t s_p, \quad (63)$$

де s_p - похибка прогнозу; t - довірче число для прийнятого рівня ймовірності; v - період упередження.

$$S_p = S_e \sqrt{\frac{n+1}{n} + \frac{3(n+2v-1)^2}{n(n^2-1)}} \quad (64)$$

де $S_e^2 = \frac{1}{n-m} \sum_1^n (y_t - Y_t)^2$ - оцінка залишкової дисперсії.

На відміну від точкового інтервальний прогноз може розроблятися лише на наступний період.

Для оцінки варіації рівнів динамічного ряду використовують абсолютну міру - *середнє квадратичне відхилення* (S_e) та відносну міру - *коефіцієнт варіації*

$$V_e = \frac{100S_e}{y} \quad (65)$$

Різницю $100 - V_e$ - використовують для оцінки *сталості* динамічного ряду.

Для характеристики закономірних коливань у рядах динаміки з меншими інтервалами часу (декада, п'ятиденка, доба) обчислюють *коефіцієнти нерівномірності*:

$$K_n = \frac{Y_{\max}}{Y}, \quad \text{або} \quad K_n = \frac{Y_{\min}}{Y}. \quad (66)$$

Питання для самоконтролю

1. Що розуміють під тенденцією розвитку явищ суспільного життя? Наведіть приклади.
2. Які Ви знаєте методи визначення тенденції розвитку?
3. Які основні види характеру тенденції розвитку Ви знаєте?
4. Якою буде тенденція розвитку, якщо абсолютні ланцюгові прирости мають додатні значення?

5. Якою буде тенденція розвитку, якщо абсолютні ланцюгові прирости мають однакові значення?
6. Яким буде характер тенденції розвитку, якщо кожен наступний ланцюговий абсолютний приріст більше за попередній?
7. Що означає термін «згладжування» динамічного ряду?
8. Які Ви знаєте способи «згладжування» динамічного ряду?
9. У чому полягає суть методу середньої ступінчатої?
10. У чому полягає суть методу середньої плинної (ковзної)?
11. Коли необхідно зімкнути ряд динаміки перед виявленням тенденції розвитку?
12. У чому сутність аналітичного вирівнювання ряду динаміки?
13. Які функції найчастіше використовують для аналітичного вирівнювання?
14. Який економічний зміст мають параметри лінійного рівняння тренду?
15. Який метод використовується для визначення параметрів трендового рівняння?
16. Як виявляється динамічність та інерційність соціально-економічних явищ? Наведіть приклади.
17. За допомогою якого методу можна визначити прогностичні значення показників?
18. Що розуміють під методом екстраполяції?
19. Що розуміють під методом інтерполяції?

Бібліографічний список до теми 4, 5, 16, 19

Тема 8. Індексний метод

План

1. Суть індексів і їх роль в аналізі соціально-економічних явищ. Класифікація індексів
2. Індивідуальні індекси
3. Методологічні принципи побудови зведених індексів; агрегатні та середньозважені індекси
4. Індексний метод економічного аналізу кількісного впливу чинників на наслідок
5. Дослідження динаміки середніх величин індексним методом: індекси середніх величин змінного складу, фіксованого складу і структурних зрушень; їх взаємозв'язок

1. Суть індексів і їх роль в аналізі соціально-економічних явищ. Класифікація індексів

Індекс – це узагальнюючий відносний показник, що характеризує зміну рівня будь-якого явища чи процесу в часі, просторі чи порівняно з планом, нормою,

стандартом. Індекси найчастіше використовують при аналізі динаміки складних економічних явищ, які можуть бути представлені певними групами неоднорідних елементів, кількісні характеристики яких безпосередньо не піддаються додаванню.

Як відносна величина індекс подається у формі коефіцієнта або процента. Назва індексу відбиває його соціально-економічний зміст, а числове значення – інтенсивність зміни або ступінь відхилення (від норми, плану, стандарту).

Індекси застосовують для порівняльної характеристики сукупності в часі, для порівняння фактичного рівня з планом, для порівняння рівнів виробництва продукції, цін, продуктивності праці в різних регіонах, на різних підприємствах, для різних товарів. Їх застосовують для оцінки ролі окремих факторів у зміні складних подій та явищ, динаміки середніх показників, зміна яких залежить від структурних зрушень.

Індекси поділяють на індивідуальні та загальні (зведені).

2. Індивідуальні індекси

Індивідуальні індекси – відносні показники, які характеризують зміну в динаміці або відображають співвідношення в просторі якогось одного виду одиниць явища. Індивідуальний індекс позначають ***i*** з відповідним умовним позначенням економічного показника, що індексується.

Наприклад: при індексації кількісних показників

q – кількість проданого товару (фізичний обсяг продукції, що виготовлена) певного виду в натуральному вираженні; Ч, Т – середньо облікова чисельність працівників або загальна кількість відпрацьованих людино-годин чи людино-днів; S – розмір посівної площі;

при індексації якісних показників

p – ціна одиниці товару чи продукції; z – собівартість одиниці продукції; t – трудомісткість виробництва одиниці продукції; w – продуктивність праці – середній випуск продукції в розрахунку на одного працівника чи за один людино-день – $w = 1/t$; y – урожайність певної культури в центнерах із 1 га.

показники, що отримані як добуток якісного та кількісного показника (результативні показники):

Q = pq – загальна вартість проданого товару певного виду (товарообіг) або вартість випущеної продукції, грн.;

Z = zq – загальна собівартість продукції певного виду, тобто витрати на її виробництво, грн.;

T = tq – загальні витрати робочого часу на виробництво продукції, год.;

BЗ = yS – валовий збір урожаю, ц.

У індексах, що характеризують динаміку показника, попереднє значення величини, що береться за базу порівняння, позначається підрядковою позначкою «0», а поточне значення – «1».

Наприклад, індивідуальний індекс ціни i_p , індивідуальний індекс кількості (фізичного обсягу продукції або продаж) i_q , індивідуальний індекс товарообігу або вартості виробленої продукції i_{pq} можуть бути представлені наступним

чином:

$$i_p = \frac{P_1}{P_0}; \quad i_q = \frac{Q_1}{Q_0}; \quad i_{pq} = \frac{P_1 Q_1}{P_0 Q_0}, \quad (67)$$

При цьому $i_{pq} = i_p \cdot i_q$, тобто цю формулу можна розглядати як двофакторну індексну мультиплікативну модель товарообігу, що характеризує динаміку товарообігу під впливом кожного чинника (p та q) зокрема.

3. Методологічні принципи побудови зведених індексів; агрегатні та середньозважені індекси

Зведений (загальний) індекс - показник, який характеризує динаміку складного явища, елементи якого не піддаються безпосередньому підсумовуванню в часі, просторі чи порівняно з планом. **Зведені індекси** - це співвідношення рівнів показника, до складу якого входять неоднорідні елементи (обсяг продукції, виробленої на підприємстві; ціна одиниці кількох видів товару).

Зведені індекси можуть бути за мірою охоплення явища чи процесу загальними чи груповим, а за формою побудови – агрегатними (основна форма) чи середньозваженими (похідна форма).

Методологічні принципи побудови агрегатних індексів

При агрегуванні сукупності елементів, що мають різні одиниці виміру, їх фізичні обсяги q_i приводять до порівнянного виду за допомогою певних показників-сумірників. Використовують сумірники якісного характеру (найчастіше це ціна, собівартість, трудомісткість одиниці продукції), тоді агрегатом буде $\sum p_i q_i$, або $\sum z_i q_i$, або $\sum t_i q_i$.

Етапи побудови агрегатного індексу:

1. Записуємо позначення зведеного індексу I .
2. Праворуч від індексу (трохи нижче) - умовне позначення індексованого показника, *наприклад, I_p – загальний індекс ціни*.
3. Знаки «=», ділення /.
4. У чисельнику і знаменнику ставимо знак суми Σ .
5. У чисельнику записуємо індексований показник, зафіксований на рівні звітного року, а в знаменнику - на рівні базового року.
6. Визначаємо показник, який буде виступати в ролі сумірника, тобто ваги: для індексованих кількісних показників вагою виступають якісні показники, і навпаки - для індексованих якісних показників вагою виступають кількісні показники.

Примітка. Якщо в ролі ваги виступає кількісний показник, то він фіксується на рівні звітного періоду, а якщо якісний – то на рівні базового періоду.

7. У чисельнику і знаменнику записуємо поряд з індексованим показником показник сумірності (ваги) (див. п. 6).

Аналогічно будуються індекси усіх показників.

Методика розрахунку індивідуальних і зведених (загальних) індексів агрегатної та середньозваженої форм

<i>Назва індексу</i>	<i>Індивідуальні індекси</i>	<i>Загальні індекси агрегатні</i>	<i>Загальні індекси середньозважені</i>
1. Індекс фізичного обсягу товарообігу	$i_q = \frac{q_1}{q_0}$	$I_q = \frac{\sum p_0 q_1}{\sum p_0 q_0}$	$I_q = \frac{\sum i_q p_0 q_0}{\sum p_0 q_0}$
2. Індекс цін	$i_p = \frac{p_1}{p_0}$	$I_p = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}$	$I_p = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum \frac{p_1 q_1}{i_p}}$
3. Індекс товарообігу у фактичних цінах (вартості продукції)	$i_{pq} = \frac{p_1 q_1}{p_0 q_0}$	$I_{pq} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_0}$	--
4. Індекс фізичного обсягу продукції (по собівартості)	$i_q = \frac{q_1}{q_0}$	$I_q = \frac{\sum z_0 q_1}{\sum z_0 q_0}$	$I_q = \frac{\sum i_q z_0 q_0}{\sum z_0 q_0}$
5. Індекс собівартості продукції	$i_z = \frac{z_1}{z_0}$	$I_z = \frac{\sum z_1 q_1}{\sum z_0 q_1}$	$I_z = \frac{\sum z_1 q_1}{\sum \frac{z_1 q_1}{i_z}}$
6. Індекс витрат на виробництво	$i_{zq} = \frac{z_1 q_1}{z_0 q_0}$	$I_{zq} = \frac{\sum z_1 q_1}{\sum z_0 q_0}$	-
7. Індекс трудомісткості продукції	$i_t = \frac{t_1}{t_0}$	$I_t = \frac{\sum t_1 q_1}{\sum t_0 q_1}$	$I_t = \frac{\sum t_1 q_1}{\sum \frac{t_1 q_1}{i_t}}$
8. Індекс продуктивності праці (по трудових витратах)	$i_w = \frac{t_0}{t_1}$	$I_w = \frac{\sum t_0 q_1}{\sum t_1 q_1}$	$I_w = \frac{\sum \frac{t_1 q_1}{i_t}}{\sum t_1 q_1}$
9. Індекс трудових витрат	$i_{tq} = \frac{t_1 q_1}{t_0 q_0}$	$I_{tq} = \frac{\sum t_1 q_1}{\sum t_0 q_0}$	-

Зведений індекс товарообігу показує у скільки разів збільшився товарообіг у поточному періоді порівняно з базисним періодом (або яку частку

становить товарообіг поточного періоду від його обсягу у базисному періоді, якщо значення індексу менше за «1»):

$$I_{pq} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_0} \quad (68)$$

Агрегатний індекс ціни - на основі даного індексу обчислюють відносну характеристику економії або перевитрат коштів населення на придбання товарів за рахунок зміни цін:

$$I_p = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}, \quad (69)$$

де $\sum p_0 q_1$ - умовна величина, що показує, яким був би товарообіг у звітному році, якби ціни не змінились.

Агрегатний індекс кількості проданого товару (фізичного обсягу випуску продукції) - показує як змінився товарообіг під впливом зміни кількості реалізованого товару (фізичного обсягу випущеної продукції):

$$I_q = \frac{\sum p_0 q_1}{\sum p_0 q_0}. \quad (70)$$

Але не завжди за умовами дослідження відомі значення якісних і кількісних показників за базовий та звітний періоди. За відсутності таких даних, коли відомі дані лише про значення результативної ознаки та індивідуальні індекси якісного чи (та) кількісного показника, для аналізу динаміки результативної ознаки в цілому по сукупності та виявлення впливу на неї окремих чинників використовують не агрегатну форму зведеного індексу, а середньозважену.

Агрегатний індекс перетворюють у **середній з індивідуальних індексів (середньозважений індекс)**, підставляючи у чисельник або знаменник агрегатного індексу замість індексованого показника його вираз, який виводиться з формули відповідного індивідуального індексу.

Наприклад, з урахуванням вищесказаного середньозважені індекси ціни та фізичного обсягу продаж товарів будуть дорівнювати:

$$i_p = \frac{p_1}{p_0}; \rightarrow p_0 = \frac{p_1}{i_p}; \rightarrow I_p = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum \frac{p_1 q_1}{i_p}}, \quad (71)$$

$$i_q = \frac{q_1}{q_0}; \rightarrow q_1 = q_0 \cdot i_q; \rightarrow I_q = \frac{\sum p_0 q_1}{\sum p_0 q_0} = \frac{\sum p_0 q_0 i_q}{\sum p_0 q_0}. \quad (72)$$

4. Індексний метод економічного аналізу кількісного впливу чинників на наслідок

Економічну сутність мають не тільки самі індекси, але й їхні чисельники та знаменники. Виходячи із системи взаємопов'язаних індексів можна визначити абсолютну зміну результативної величини в цілому та її величину, що сформувалася під впливом якісного або кількісного показника. **Абсолютна зміна індексованої величини** визначається за схемою, що пов'язана із відповідним індексом у агрегатній формі:

$$\Delta pq(q) = \Sigma p_0 \cdot q_1 - \Sigma p_0 q_0; \quad (73)$$

$$\Delta pq(p) = \Sigma p_1 q_1 - \Sigma p_0 q_1; \quad (74)$$

$$\Delta pq = \Delta pq(q) + \Delta pq(p) = \Sigma p_1 q_1 - \Sigma p_0 q_0. \quad (75)$$

Взаємопов'язані між собою за економічною сутністю показники при їх індексації створюють **систему взаємозалежних індексів**.

Так як $pq = p \cdot q$, то $I_{pq} = I_p I_q$, (76)

$$I_{pq} = (\Sigma p_1 q_1 / \Sigma p_0 q_1) : (\Sigma p_0 q_1 / \Sigma p_0 q_0) = \Sigma p_1 q_1 / \Sigma p_0 q_0; \quad (77)$$

і відповідно $\Delta pq = \Delta p q(q) + \Delta p q(p) =$
 $= (\Sigma p_1 q_1 - \Sigma p_0 q_1) - (\Sigma p_0 q_1 - \Sigma p_0 q_0) = \Sigma p_1 q_1 - \Sigma p_0 q_0.$ (78)

Формула (76) являє собою *систему взаємозалежних індексів*, вираз (78), побудований на її основі - *індексний факторний аналіз*.

5. Дослідження динаміки середніх величин індексним методом: індекси середніх величин змінного складу, фіксованого складу і структурних зрушень; їх взаємозв'язок

Середні величини характеризують узагальнений рівень певної ознаки, тому вони відіграють дуже важливу роль в економічному аналізі динаміки суспільних явищ і процесів. Порівняння середніх величин ознаки за різні періоди часу дає можливість вивчати не тільки масштаби зміни явища у часі, але й вплив чинників на зміну середньої величини. При цьому середня величина змінюється як під впливом значень самого осереднюваного показника, так і під впливом зміни структури сукупності, тобто питомої ваги окремих одиниць сукупності в загальному їх обсязі. З цією метою використовують індексний метод, за яким індекс загальної зміни середньої величини розкладається на добуток двох індексів – фіксованого складу (сталі структури) I_x і структурних зрушень I_d :

$$I_{\bar{x}} = I_x \cdot I_d$$

Рівень середньої залежить від значень ознаки x_i та співвідношення ваг f_i :

$$\bar{x} = \frac{\sum_1^n x_i f_i}{\sum_1^n f_i} = \sum_1^m x_i d_i,$$

де f_i - частота, d_i - частка i - ї складової сукупності.

Відповідно **динаміка середньої** визначається зміною значень x_i та структурними зрушеннями d_i . Оцінка впливу кожного з факторів здійснюється у рамках **системи індексів середніх величин: змінного складу, фіксованого складу та структурних зрушень**.

Індекс змінного складу ($I_{\bar{x}}$) характеризує відносну зміну середньої величини в цілому за рахунок обох факторів: x_i та d_i .

$$I_{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1}{\bar{x}_0} = \frac{\sum x_1 \cdot f_1}{\sum f_1} : \frac{\sum x_0 \cdot f_0}{\sum f_0} = \sum x_1 \cdot d_1 : \sum x_0 \cdot d_0 \quad (80)$$

Індекс фіксованого складу (I_x) показує зміну середньої величини за рахунок зміни тільки значень ознаки x_i при незмінній структурі сукупності:

$$I_x = \frac{\sum x_1 \cdot f_1}{\sum f_1} : \frac{\sum x_0 \cdot f_1}{\sum f_1} = \sum x_1 \cdot d_1 : \sum x_0 \cdot d_1 \quad (81)$$

Індекс структурних зрушень (I_d) показує зміну середньої за рахунок змін у структурі сукупності:

$$I_d = \frac{\sum x_0 \cdot f_1}{\sum f_1} : \frac{\sum x_0 \cdot f_0}{\sum f_0} = \sum x_0 \cdot d_1 : \sum x_0 \cdot d_0 \quad (82)$$

У індексі I_x ваги фіксуються на рівні поточного періоду, а у індексі I_d значення x - на рівні базового періоду. Такий принцип зважування забезпечує зв'язок трьох індексів в систему $I_{\bar{x}} = I_x \cdot I_d$.

Різниця між діленим і дільником кожного індексу дає можливість проаналізувати абсолютний приріст середньої величини в цілому та її абсолютну зміну під впливом окремих чинників., тобто визначити $\Delta \bar{x}$, $\Delta \bar{x}(x)$ та $\Delta \bar{x}(d)$.

Різновидом індексів середніх величин є територіальні індекси, в яких середні рівні порівнюються за окремими територіями, об'єктами.

Питання для самоконтролю

1. У чому полягає сутність індексу?
2. Назвіть ознаки, за якими класифікуються індекси.
3. Що Ви розумієте під індивідуальним індексом?
4. Що характеризує зведений індекс?
5. Чим відрізняється зведений індекс від індивідуального?
6. Які з показників, як правило, відіграють роль сумірників?
7. Поясніть аналітичну функцію систем взаємопов'язаних індексів.
8. Як визначити абсолютний приріст результативного показника за рахунок окремих факторів-співмножників?
9. За яких умов застосовуються середньозважені індекси?
10. Які є індекси за мірою охоплення явища, процесу?
11. Які індекси бувають за видом ваги-порівнювача?
12. Які індекси бувають за формою побудови?
13. Які етапи побудови зведених індексів?
14. Коли в розрахунках використовують агрегатні індекси, а коли середньозважені?
15. Що собою являє система індексів динаміки середньої величини?
16. Назвіть методику визначення індексу змінного складу.
17. Назвіть методику визначення індексу фіксованого складу.
18. Назвіть методику визначення індексу структурних зрушень.
19. У чому відмінність між індексними системами з постійними і змінними вагами?
20. В якому випадку ланцюгові індекси можна перевести в базисні?
21. Який індекс надано і чому він дорівнює, якщо відомо, що продуктивність праці по підприємству, яке складається з окремих цехів, у цілому в звітному році порівняно з базовим збільшилась на 3,6 %?
22. Наведіть формулу розрахунку середньозваженого індексу ціни; що він показує?
23. Наведіть формулу розрахунку середньозваженого індексу фізичного обсягу виготовленої продукції; що він показує?
24. Якому індексу тотожний індекс середнього рівня ціни фіксованого складу?
25. Який взаємозв'язок існує між зведеними індексами продуктивності праці, загальних витрат часу на виробництво продукції і випуском продукції?
26. У чому полягає сутність правила побудови агрегатних індексів? Запишіть формулу зведеного індексу фізичного обсягу товарообігу.
27. Коли в розрахунках використовують індивідуальні індекси, а коли зважені?
28. Вплив якого або яких чинників на динаміку середнього рівня якісного показника відображає індекс:
 - а) середнього рівня собівартості;
 - б) середнього рівня продуктивності праці?
29. Перетворіть агрегатну формулу зведеного індексу ціни в середньозважену.

30. Наведіть формули розкладання загального приросту товарообігу за чинниками в абсолютній і відносній формах (для одного виду продукції).

31. Запишіть формулу індексу середнього рівня ціни змінного складу та поясніть, що він характеризує.

32. Наведіть формулу розрахунку впливу продуктивності праці та кількості працівників на зміну загального обсягу виробництва в абсолютному і відносному вираженні.

33. Запишіть формулу індексу середньої собівартості фіксованого складу та поясніть, що він характеризує.

34. Запишіть формулу індексу середнього рівня продуктивності праці структурних зрушень та поясніть, що він характеризує.

35. Який індекс надано і чому від дорівнює, якщо відомо, що матеріальні витрати на виготовлення продукції по підприємству, що складається з окремих цехів, в цілому у звітному році порівняно з базовим збільшилась на 5,6 %?

36. Який показник доцільно брати в ролі сумірника - ваги при побудові агрегатного індексу: а) фізичного обсягу продукції; б) трудомісткості; в) собівартості?

Бібліографічний список до теми 3, 5, 7, 15

Змістовий модуль 4. Методи аналізу взаємозв'язків та проведення вибіркового спостереження

Тема 9. Статистичні методи вивчення взаємозв'язків явищ

План

1. Сутність та види взаємозв'язків. Графічні методи вивчення кореляційного зв'язку

2. Метод аналітичних групувань і дисперсійний аналіз. Оцінювання щільності кореляційного зв'язку за даними аналітичного групування

3. Регресійно-кореляційний аналіз взаємозв'язку. Оцінювання щільності та перевірка істотності кореляційного зв'язку на основі рівняння регресії

1. Сутність та види взаємозв'язків. Графічні методи вивчення кореляційного зв'язку

Закономірності економічних та соціальних процесів характеризуються взаємозв'язками між статистичними показниками. Статистичні показники перебувають у певних відношеннях між собою, виступаючи в ролі незалежних або залежних ознак.

Суспільні явища, що впливають на інші явища, називають **факторними**, їх характеризують **факторні** ознаки (**x**). Явища, які змінюються під впливом

факторних явищ, називаються **результативними**, їх характеризують **результативні ознаки (y)**.

Між явищами може існувати функціональний, стохастичний або кореляційний зв'язок.

За наявності **функціонального зв'язку** між факторною та результативною ознаками існує функціональна залежність, тобто, певному значенню факторної ознаки x відповідає конкретне значення результативної ознаки y , яке може бути визначене за відповідною формулою.

Наявність **стохастичного зв'язку** означає, що певному значенню факторної ознаки x відповідає множина значень результативної ознаки y .

За кореляційного зв'язку між значеннями ознак немає суворої і точної відповідності в кожному окремому випадку, у кожній одиниці сукупності, а спостерігається лише відоме співвідношення, тобто, певному значенню факторної ознаки x відповідає середнє значення результативної ознаки y . Функціональні зв'язки виражаються тим чи іншим аналітичним рівнянням, кореляційні зв'язки можуть бути виражені за допомогою аналітичного рівняння лише приблизно.

Якщо залежність результативної ознаки від певної ознаки-фактора може бути виражена рівнянням прямої лінії, то зв'язок називається **прямолінійним (лінійним)**, якщо ж залежність виражається рівнянням якої-небудь кривої (гіперболи, параболи та ін.), то зв'язок називається **криволінійним**.

Якщо досліджується залежність результативної ознаки тільки від однієї ознаки-фактора, то зв'язок називається **однофакторним**. Якщо при цьому зв'язок є функціональним, то це свідчить про те, що результативна ознака залежить тільки від певної ознаки. Якщо ж зв'язок є кореляційним, то включення в аналітичне рівняння тільки одного фактора свідчить про те, що від впливу інших факторів ми абстрагуємося, усуваємо їхню дію. Така кореляція називається **парною**, оскільки при цьому розглядаються тільки дві ознаки.

На відміну від функціональної залежності, кореляційний зв'язок є неповним, тому що залежність між функцією і аргументом у кожній ситуації перебуває під впливом ще й інших факторів. Кореляційна залежність проявляється тільки у масових явищах і може встановлюватися для пари показників (**парна кореляція**) або для декількох показників (**множинна кореляція**).

2. Метод аналітичних групувань і дисперсійний аналіз. Оцінювання щільності кореляційного зв'язку за даними аналітичного групування

Етапи аналізу

1. Теоретичне обґрунтування моделі аналітичного групування:
 - вибір факторних ознак;
 - визначення числа груп k ознаки-фактора x_i ;
 - визначення меж інтервалів групування щодо x_i .

Примітка. Групи мають бути достатньо численні й чисельність груп має бути приблизно однакова.

2. Оцінка лінії регресії:

- визначення частот (частостей) f_j у групах;
- розрахунок у кожній групі за факторною ознакою середніх значень результативної ознаки \bar{y}_j .

1. Вимірювання тісноти зв'язку, що ґрунтується на правилі розкладання загальної дисперсії: загальна дисперсія σ^2 розкладається на міжгрупову δ_x^2 та середню з групових дисперсій σ_j^2 і обчислюється за індивідуальними значеннями ознаки y .

Якщо результативна ознака y зовсім не зв'язана з x_i , то групові середні \bar{y}_j не будуть змінюватися зі зміною x_i , тобто дорівнюватимуть одна одній і дорівнюватимуть загальній середній \bar{y} , а міжгрупова дисперсія δ_x^2 буде дорівнювати нулю.

Якщо результативна ознака y функціонально зв'язана з ознакою-фактором x_i , то в кожній групі внутрішньогрупова дисперсія σ_j^2 буде дорівнювати нулю, оскільки ознака x_i у середині групи не варіює. Середня з групових дисперсій σ_j^2 буде дорівнювати нулю також згідно з правилом складання дисперсій.

Загальна дисперсія характеризує варіацію ознаки y за рахунок впливу всіх причин (факторів), міжгрупова – за рахунок фактора x , покладеного в основу групування, а внутрішньогрупові – за рахунок інших факторів, не врахованих у групуванні.

$$\delta^2 = \frac{\sum_1^m (\bar{y}_j - \bar{y})^2 f_j}{\sum_1^m f_j},$$

Міжгрупова дисперсія обчислюється за формулою: (83)

де: \bar{y}_j та \bar{y} - відповідно середнє j -ї групи та загальна середня варіюючої ознаки y ; f_j – частота j -ї групи.

Внутрішньогрупова дисперсія розраховується окремо для кожної j -ї групи:

$$\sigma_j^2 = \frac{\sum_1^{f_j} (y_j - \bar{y}_j)^2}{f_j}. \quad (84)$$

де y_j – значення ознаки окремих елементів j -ї групи сукупності.

$$\overline{\sigma_j^2} = \frac{\sum_1^m \sigma_j^2 f_j}{\sum_1^m f_j}.$$

Для всіх груп в цілому обчислюється *середня з внутрішньогрупових дисперсій*, зважених на частоті відповідної групи:

(85)

Взаємозв'язок між трьома дисперсіями дістав назву *правила складання дисперсій*, згідно з яким

$$\sigma_y^2 = \delta^2 + \overline{\sigma_j^2} \quad (86)$$

Загальну дисперсію можна визначити і безпосередньо за формулою

$$\sigma_y^2 = y^2 - (\bar{y})^2. \quad (87)$$

Відношення міжгрупової дисперсії до загальної називається кореляційним відношенням η^2 . Тіснота (щільність) кореляційного зв'язку вимірюється за допомогою кореляційного відношення, пов'язаного із емпіричним коефіцієнтом детермінації η :

$$\eta_e^2 = \frac{\delta_x^2}{\sigma_y^2} - \text{характеризує частку варіації ознаки } y, \text{ яка пояснюється}$$

варіацією x_i у групі. Якщо:

- $\eta^2 = 0$, то $\delta_x^2 = 0$. Це можливо за умови, що всі групові середні однакові й кореляційного зв'язку між ознаками x і y не існує;

- $\eta^2 = 1$, то $\delta_x^2 = \sigma_y^2$, а $\overline{\sigma_j^2} = 0$. У цьому випадку кожному значенню факторної ознаки відповідає єдине значення результативної ознаки, тобто зв'язок між ознаками функціональний.

2. Перевірка суттєвості зв'язку, тобто перевірка істотності відхилень групових середніх, здійснюється за допомогою критеріїв математичної статистики. Вона ґрунтується на порівнянні фактичного значення η^2 з так званим критичним $\eta_{1-\alpha}^2$ (де α - рівень значимості). $\eta_{1-\alpha}^2$ є тим максимально можливим значенням кореляційного відношення, яке може виникнути випадково за відсутності кореляційного зв'язку.

Для перевірки істотності зв'язку використовують також функціонально пов'язаний із η^2 **F-критерій (критерій Фішера)**.

Методика визначення F-критерія Фішера (F) застосовується для перевірки істотності зв'язку:

$$F = \eta^2 / (1 - \eta^2) \cdot k_2 / k_1, \quad (88)$$

де $k_1 = m - 1$; $k_2 = n - m$,
 n – кількість одиниць сукупності;
 m – кількість груп за ознакою x .

Є таблиці критичних значень F-критерію ($F_{1-\alpha}$, де α – рівень істотності – див. додаток В).

Якщо $\eta^2 > \eta_{1-\alpha}^2$ і $F > F_{1-\alpha} (k_1, k_2)$, то зв'язок між результативною і факторною ознаками вважається **істотним**.

Якщо $\eta^2 < \eta_{1-\alpha}^2$ і $F < F_{1-\alpha} (k_1, k_2)$, то наявність зв'язку між результативною і факторною ознаками не доведено і зв'язок вважається **неістотним**.

3. Регресійно-кореляційний аналіз взаємозв'язку. Оцінювання щільності та перевірка істотності кореляційного зв'язку на основі рівняння регресії

До основних завдань кореляційно - регресійного аналізу (КРА) належать:

- постановка завдання, встановлення наявності зв'язку між досліджуваними ознаками;
- вибір найістотніших факторів для аналізу;
- визначення характеру зв'язку, його напрямку і форми, вибір математичного рівняння для вираження існуючих зв'язків;
- знаходження параметрів рівняння і показників тісноти зв'язку;
- статистична оцінка достовірності отриманих результатів.

Фактори, що включаються до рівняння регресії, мають справляти достатньо суттєвий вплив на результативну ознаку, тобто зв'язок результативної ознаки з кожною факторною ознакою має бути достатньо тісним. Для попередньої перевірки зазначеного вище доцільно використовувати такі методи, як порівняння паралельних рядів та аналітичне групування: просте та комбінаційне.

Однак фактори, що входять до рівняння регресії, не повинні перебувати між собою в лінійному функціональному або дуже тісному кореляційному зв'язку, оскільки тісно пов'язані між собою фактори дублюють один одного та перевертають результати КРА, що призводить до нестійкості коефіцієнтів рівняння регресії.

Для цього необхідно визначити щільність зв'язку кожного фактора з кожним з інших факторів-ознак за допомогою розрахунку парних лінійних коефіцієнтів кореляції, а потім виключити один чи кілька тісно пов'язаних з іншим (іншими) факторами.

Кореляційний аналіз - це метод, за допомогою якого можна отримати кількісне вираження взаємозв'язку соціально-економічних явищ у вигляді **рівняння регресії (рівняння кореляційного зв'язку)**, тобто у вигляді тієї чи іншої функції, що приблизно виражає залежність середнього значення результативної ознаки від одного чи декількох ознак-факторів:

$$y_{xz} = f(x, z, \dots). \quad (89)$$

При цьому термін „кореляція” використовується для оцінки щільності зв'язку між ознаками, а термін „регресія” – для опису виду і параметрів функції зв'язку (**регресійної моделі**). За числом факторних ознак, які входять в регресійну модель, розрізняють **однофакторні** та **багатофакторні** моделі.

Залежно від вихідних даних теоретичною лінією регресії можуть бути різні типи кривих або пряма лінія. Особливе місце в обґрунтуванні форми зв'язку при проведенні кореляційного аналізу належить графікам, побудованим у системі прямокутних координат на основі емпіричних даних. Графічне зображення фактичних даних дає наочне уявлення про наявність і форму зв'язку між досліджуваними ознаками.

Зв'язки між двома чинниками аналітично можуть бути виражені у вигляді прямої, степеневі функції, гіперболи та ін.:

1. У вигляді лінійної функції (пряма лінія), якщо результативна ознака рівномірно зростає (зменшується) зі зростанням (зменшенням) факторної ознаки:

$$y_x = a_0 + a_1 x, \quad (90)$$

де \hat{y}_x - теоретичне значення результативної ознаки;

a_0 і a_1 - параметри рівняння прямої (рівняння регресії);

x - індивідуальні значення факторної ознаки.

Параметри рівняння прямої a_0 та a_1 визначаються шляхом розв'язання системи нормальних рівнянь, одержаних **методом найменших квадратів**, основною умовою якого є мінімізація суми квадратів відхилень емпіричних значень від теоретичних:

$$\sum (y_i - \hat{y}_i)^2 \Rightarrow \min. \quad (91)$$

Система нормальних рівнянь для знаходження параметрів парної лінійної регресійної моделі має вигляд:

$$\begin{cases} \sum y = a_0 n + a_1 \sum x; \\ \sum ux = a_0 \sum x + a_1 \sum x^2, \end{cases} \quad (92)$$

де y - індивідуальні значення результативної ознаки.

За незгрупованими даними:

$$a_0 = \frac{\sum y \sum x^2 - \sum x \sum xy}{n \sum x^2 - \sum x \sum x}; \quad a_1 = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - \sum x \sum x}; \quad (93)$$

або

$$a_0 = \bar{y} - a_1 \bar{x}; \quad a_1 = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\overline{x^2} - (\bar{x})^2}.$$

У рівнянні прямої параметр a_0 економічного змісту не має, це - початок відліку, або значення при $a_1 = 0$. Параметр a_1 є **коефіцієнтом регресії**, який

показує середню зміну результативної ознаки при зміні факторної ознаки на одиницю.

Коефіцієнти регресії є величинами іменованими і мають одиниці вимірювання, що відповідають ознакам, зв'язок між якими вони характеризують. Якщо $a_1 > 0$, то зв'язок прямий, якщо $a_1 < 0$, то зв'язок обернений, якщо $a_1 = 0$, то зв'язок відсутній.

2. У вигляді степеневі функції та у вигляді гіперболи якщо значення факторної ознаки знаходяться у порядку геометричної прогресії і відповідні значення результативної ознаки також мають геометричну прогресію:

$$y_x = a_0 \cdot x^{a_1}. \quad (94)$$

Для визначення параметрів степеневі функції методом найменших квадратів необхідно привести її до лінійного вигляду шляхом логарифмування:

$$\lg \hat{y}_x = \lg a_0 + a_1 \lg x. \quad (95)$$

Одержане рівняння відрізняється від рівняння звичайної (лінійної) регресії тим, що замість y , x та a_0 містить їх логарифми. Тому формули параметрів степеневі регресії можна отримати, якщо замінити у формулах розрахунку a_0 та a_1 рівняння прямої за не згрупованими даними y , x та a_0 їх логарифмами. Параметр a_1 у цьому випадку показує, на скільки відсотків змінюється в середньому y при зміні x на один відсоток.

3. У вигляді гіперболи, якщо результативна ознака зі зростанням (зменшенням) факторної ознаки зростає (зменшується) не нескінченно, а прямує до скінченної границі:

$$\hat{y}_x = a_0 + a_1 \frac{1}{x}. \quad (96)$$

Для визначення параметрів рівняння гіперболи методом найменших квадратів, необхідно привести його до лінійного виду. Для цього треба здійснити заміну $\frac{1}{x} = x_1$.

Побудова множинних регресійних моделей - процес досить трудомісткий. Для вирішення цих завдань є різні методи, які описані в літературі та містяться у пакетах стандартних програм для ПЕОМ (АРМ-статистика).

При кореляційному зв'язку разом з досліджуваним фактором на результативну ознаку впливають і інші фактори, які не враховуються або не можуть бути враховані кількісно. При цьому дія їх може бути направлена як в сторону підвищення результативної ознаки, так і в сторону її зниження. Тому виникає необхідність визначення тісноти зв'язку між ознаками, у визначенні сили дії досліджуваного фактора на результативну ознаку та в оцінці адекватності моделі.

Для цього використовують такі характеристики:

- **Лінійний коефіцієнт кореляції Пірсона (r)** використовується тільки для вимірювання щільності зв'язку лінійної форми:

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \cdot \sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2}}, \quad (97)$$

$$\text{або } r = \frac{\sum (y - \bar{y})(x - \bar{x})}{n \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y}; \quad r = \frac{\sum (y - \bar{y}) \cdot (x - \bar{x})}{\sqrt{\sum (y - \bar{y})^2 (x - \bar{x})^2}}; \quad (98)$$

$$\text{або } r = a_1 \frac{\sigma_x}{\sigma_y}; \quad r = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}, \quad (99)$$

$$\text{де } \overline{xy} = \frac{\sum xy}{n}; \quad \bar{y} = \frac{\sum y}{n}; \quad \bar{x} = \frac{\sum x}{n}; \quad (100)$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n} - (\bar{x})^2}; \quad \sigma_y = \sqrt{\frac{\sum y^2}{n} - (\bar{y})^2}. \quad (101)$$

$$[-1] \leq r \leq [+1]. \quad (102)$$

Якщо $|r| = 1$, то між досліджуваними ознаками існує функціональний зв'язок.

Якщо $r = 0$, то зв'язок відсутній.

Якщо r наближується до -1 , то між досліджуваними факторами існує щільний обернений зв'язок.

Якщо r наближується до $+1$, то між досліджуваними факторами існує щільний прямий зв'язок.

За шкалою Чеддока, якщо

- 1) $r = 0,1 - 0,3$, то зв'язок слабкий;
- 2) $r = 0,3 - 0,5$, то зв'язок помірний;
- 3) $r = 0,5 - 0,7$, то зв'язок помітний;
- 4) $r = 0,7 - 0,9$, то зв'язок високий;
- 5) $r = 0,9 - 0,99$, то зв'язок надто високий.

Квадрат коефіцієнта кореляції називається **коефіцієнтом детермінації** r^2 . Він показує, яка частка загальної варіації результативної ознаки визначається досліджуваним фактором.

Теоретичне кореляційне відношення η_r використовується для вимірювання щільності зв'язку між ознаками за будь-якої форми зв'язку, як лінійної, так і нелінійної:

$$\eta_r = \frac{\sigma_{y \cdot x}^2}{\sigma_y^2} = \sqrt{1 - \frac{\sum (y - \hat{y})^2}{\sum (y - \bar{y})^2}}, \quad (103)$$

де $\sigma_{y_x}^2$ - дисперсія, визначена для теоретичних значень результативної ознаки, які отримані за рівнянням регресії;

σ_y^2 - дисперсія, що визначена для емпіричних значень результативної ознаки.

$$\sigma_{y_x}^2 = \frac{\sum (y_x - y)^2}{n}; \quad (104)$$

$$\sigma_y^2 = \frac{\sum (y - \bar{y})^2}{n} \quad (105)$$

Теоретичне кореляційне відношення змінюється від 0 до 1: чим ближче η_r до 1, тим тісніший зв'язок між ознаками. Недолік цього показника – він не показує напрямку зв'язку.

Для оцінки адекватності регресійної моделі застосовують **F-критерій Фішера** (див. вище) або **t-критерій Стюдента**.

t-критерій Стюдента - після побудови регресійної моделі здійснюється перевірка відповідності знаків параметрів напрямові впливу чинників, а також дається оцінка значущості коефіцієнта кореляції за **t-критерієм Стюдента**.

Для парної лінійної регресійної моделі розрахункові значення **t-критерію** обчислюють за формулою

$$t_{\text{розр}} = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}} = |a_1| \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{\sum (y - \bar{y})^2} \cdot (n-2)}, \quad (106)$$

де $(n-2)$ — кількість ступенів вільності.

Розрахункові значення **t-критерію Стюдента** порівнюють з критичними (табличними – див. додаток Б) для відповідного числа ступенів вільності: $k = n - m$ (де n — кількість спостережень; m — число параметрів) та прийнятого рівня значущості α .

Якщо емпіричне значення **t** буде більшим за критичне, то лінійний коефіцієнт кореляції визнається значимим.

Побудова довірчого інтервалу коефіцієнта регресії. Стандартна похибка коефіцієнта регресії

$$\sigma_{a_1} = \sqrt{\frac{\sum (y - \hat{y})^2}{\sum (x - \bar{x})^2} \cdot \frac{1}{(n-2)}}. \quad (107)$$

Гранична похибка коефіцієнта регресії

$$\Delta_{a_1} = t_{\alpha/2} \cdot \sigma_{a_1}, \quad (108)$$

де $t_{\alpha/2}$ -- імовірнісний коефіцієнт, знайдений за таблицями розподілу Стьюдента, для вибраного рівня істотності α і $V = n - 2$ ступенів вільності.

Межі довірчого інтервалу коефіцієнту регресії

$$a_1 - \Delta_{a_1} \leq a_1 \leq a_1 + \Delta_{a_1}. \quad (109)$$

Питання для самоконтролю

1. Чи можливий функціональний зв'язок для явищ економічної сфери?
2. Які зв'язки бувають за:
 - а) характером дії;
 - б) направленістю;
 - в) аналітичним вираженням;
 - г) кількістю ознак – факторів?
3. Що розуміється під:
 - а) функціональними зв'язками;
 - б) стохастичними зв'язками;
 - в) кореляційними зв'язками?
4. Чим відрізняється однофакторний зв'язок від багатфакторного?
5. Що є спільного між стохастичним та кореляційним зв'язком? Чим відрізняються ці види зв'язку?
6. Назвіть етапи аналізу аналітичних групувань та охарактеризуйте кожен із них.
7. Що характеризує емпіричний коефіцієнт детермінації?
8. Якщо $\eta^2 = 1$, то чому будуть дорівнювати міжгрупова і загальна дисперсії?
9. За яких умов зв'язок між результативною і факторною ознаками вважається:
 - а) істотним;
 - б) неістотним?
10. Який показник застосовується для оцінки адекватності регресійної моделі і як він розраховується? Про що цей показник свідчить?
11. Що показує коефіцієнт регресії, якщо зв'язок між двома чинниками виражений у вигляді рівнянь:
 - а) прямої;
 - б) гіперболи;
 - в) степеневій функції?
12. Що називають лінією регресії і як вона подається в регресійній моделі та в моделі аналітичного групування?
13. У чому сутність оцінювання щільності зв'язку?
14. Яку аналітичну роль виконує рівняння регресії?
15. З якою метою розраховується коефіцієнт еластичності?
16. За яких умов $R^2 = 0$; $R^2 = 1$?
17. Чи потрібно перевіряти істотність зв'язку за наявності щільного зв'язку між ознаками?

18. Якщо лінійний коефіцієнт кореляції дорівнює 0,95, про який зв'язок це свідчить?
19. Назвіть методи, які використовують для вивчення кореляційних зв'язків? У чому полягає їх сутність?
20. Яка методологія аналізу взаємозв'язків між ознаками в моделі аналітичного групування?

Бібліографічний список до теми 4, 8, 11, 18

Тема 10. Вибірковий метод спостереження

План

1. Сутність та переваги вибіркового методу спостереження, причини й умови його застосування
2. Вибіркові оцінки і похибки репрезентативності. Стандартна похибка як міра точності вибірових даних. Довірчі межі середньої і частки
3. Основні способи формування вибірових сукупностей, що забезпечують репрезентативність вибірових оцінок
4. Визначення мінімально достатнього обсягу вибірки

1. Сутність та переваги вибіркового методу спостереження, причини й умови його застосування

Вибірковий метод – це система наукових принципів випадкового відбору певної частини сукупності, яка представляла б усю сукупність і характеристики якої слугували б надійною основою статистичного висновку. Сукупність, з якої відбираються елементи для обстеження, називають **генеральною**, а сукупність, яку безпосередньо обстежують, - **вибірковою**.

Основні переваги вибіркового спостереження:

- Економічність, при його проведенні забезпечується економія матеріальних, трудових, фінансових ресурсів, часу.
- Можливість дослідження частини сукупності за умови неможливості спостереження за усією сукупністю.
- Досягнення більш точних результатів.

Практика використання вибіркового спостереження:

- Вивчення певного кола соціально-економічних явищ.
- Перевірка якості продукції.
- Контроль результатів суцільного спостереження.

Статистичні характеристики вибіркової сукупності розглядаються як оцінки відповідних характеристик генеральної сукупності. Оскільки вибіркова сукупність не точно відтворює структуру генеральної, то вибіркові оцінки також не збігаються з характеристиками генеральної сукупності. Розбіжності

між ними називають *похибками репрезентативності*. За причинами виникнення похибки поділяються на *систематичні* (тенденційні) та *випадкові*. *Систематичні похибки* виникають за умови, що під час формування вибіркової сукупності порушується принцип випадковості відбору (упереджений відбір елементів, недосконала основа вибірки тощо). *Випадкові похибки* – це наслідок випадковості відбору елементів сукупності для обстеження.

При організації вибіркового обстеження важливо запобігти виникненню систематичних похибок. Що стосується випадкових похибок, то уникнути їх неможливо, проте на основі теорії вибіркового методу можна визначити їх розмір і по можливості регулювати.

2. Вибіркові оцінки і похибки репрезентативності. Стандартна похибка як міра точності вибірових даних. Довірчі межі середньої і частки.

3. Основні способи формування вибірових сукупностей, що забезпечують репрезентативність вибірових оцінок

У практиці вибірових спостережень використовують два види вибірових оцінок - точкові та інтервальні. *Точкова оцінка* - це значення параметра за даними вибірки: вибірова середня \bar{x} або вибірова частка p . *Інтервальна оцінка* - це інтервал значень параметра, розрахований за даними вибірки для певної імовірності, тобто *довірчий інтервал*. Чим він менший, тим точніша вибірова оцінка. Межі його визначаються на основі точкової оцінки та *граничної похибки вибірки* $\Delta = t \mu$:

для середньої :

$$\bar{x} - t \mu \leq \bar{x}_0 \leq \bar{x} + t \mu; \quad (110)$$

для частки:

$$p - t \mu \leq d_0 \leq p + t \mu, \quad (111)$$

де μ — середня, або *стандартна похибка вибірки*; t - квантиль розподілу імовірностей (*довірче число*); \bar{x}_0 та d_0 — середня та частка генеральної сукупності.

Для забезпечення репрезентативності відбору одиниць із генеральної сукупності у вибірову використовують різні способи відбору. Кожному способу відбору одиниць сукупності відповідає певна формула розрахунку граничних похибок.

Гранична похибка вибірки – це максимально можлива похибка для прийнятої імовірності $F(x)$. Довірче число t вказує, як співвідносяться гранична та стандартна похибки – дивіться таблицю 12. *Коефіцієнт довіри* визначається в залежності від того, з якою довірчою вірогідністю потрібно гарантувати результати вибіркового обстеження та від чисельності одиниць відбору. На практиці для визначення t користуються таблицями Стюдента, які наведені в підручниках з математичної статистики.

Дані для визначення коефіцієнта довіри

Імовірність $F(x)$	Коефіцієнт довіри t	Величина помилки вибіркової середньої
0,683	1	1 μ .
0,954	2	2 μ .
0,997	3	3 μ .
0,999	4	4 μ .

У таблиці 13 наведено формули для розрахунку граничної помилки для середньої, а у таблиці 14 - для розрахунку граничної помилки для частки.

У таблицях 13 та 14 використовуються такі умовні позначення:

n - число обстежених одиниць вибіркової сукупності;

N - число одиниць генеральної сукупності;

t - коефіцієнт довіри (довірче число) в залежності від рівня імовірності;

r - кількість відібраних серій;

R - кількість серій в усій (генеральній) сукупності;

$\overline{\sigma_i^2}$ - середня з внутрішньо групових дисперсій;

W ($1-W$) - дисперсія частки одиниць, що володіють цією ознакою у вибірковій сукупності – дисперсія альтернативних ознак.

Таблиця 13

Формули розрахунку граничної помилки для середньої

Спосіб відбору	Метод відбору	
	Повторний	Безповторний
Випадковий	$\Delta x = t \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}}$	$\Delta x = t \sqrt{\frac{\sigma^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)}$
Типовий	$\Delta x = t \sqrt{\frac{\overline{\sigma_i^2}}{n}}$	$\Delta x = t \sqrt{\frac{\overline{\sigma_i^2}}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)}$
Серійний	$\Delta x = \sqrt{\frac{\overline{\sigma_i^2}}{r}}$	$\Delta x = \sqrt{\frac{\overline{\sigma_i^2}}{r} \left(1 - \frac{r}{R}\right)}$

Формули розрахунку граничної помилки для частки

Спосіб відбору	Метод відбору	
	Повторний	Безповторний
Випадковий та типовий	$\Delta w = t \sqrt{\frac{w(1-w)}{n}}$	$\Delta w = t \sqrt{\frac{w(1-w)}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)}$
Серійний	$\Delta w = t \sqrt{\frac{w(1-w)}{r}}$	$\Delta w = t \sqrt{\frac{w(1-w)}{r} \left(1 - \frac{r}{R}\right)}$

Фактори, від яких залежить розмір граничної похибки вибірки:

варіація ознаки, σ_0^2 ; обсяг вибірки, n ;

частка вибірки в генеральній сукупності, n/N ;

заданий рівень імовірності, якому відповідає квантиль (довірче число) t .

При порівнянні точності вибірових оцінок використовують відносну похибку вибірки V_μ , яка показує, на скільки процентів вибіркова оцінка відхиляється від параметра генеральної сукупності:

$$V_\mu = \frac{\mu_x^-}{x} \cdot 100, \% \quad (112)$$

4. Визначення мінімально достатнього обсягу вибірки

Будь-яке дослідження, незалежно від його мети (отримання наукових теоретичних результатів чи практичних рекомендацій) повинно бути перш за все правильно організоване. Безумовно, не завжди є можливість вивчити всі одиниці сукупності.

Чисельність відбору залежить від таких факторів:

- від показників варіації досліджуваної ознаки: чим більший показник варіації, тим потрібна більша чисельність вибірки;

- від розміру граничної помилки репрезентативності: чим менший розмір граничної помилки репрезентативності, тим більшою має бути кількість вибірки. Є таке правило: якщо треба зменшити помилку вибірки в 3 рази, чисельність відбору збільшується у 9 разів;

- від розміру імовірності, з якою треба гарантувати результати відбору, що в свою чергу, пов'язано з показниками кратності помилки (t). Чим більша імовірність (P), тобто чим більший показник кратності помилки (t), тим більшою має бути чисельність вибірки (n);

- від способу відбору одиниць для обстеження.

З формул визначення середньої помилки власне випадкової вибірки можна вивести формули для потрібної чисельності вибірки - таблиця 15.

Визначення чисельності вибірки

Категорії показників	Повторна вибірка	Безповторна вибірка
При визначенні середнього розміру досліджуваної ознаки	$n = \frac{t^2 \sigma^2}{\Delta_x^2}$	$n = \frac{N t^2 \sigma^2}{N \Delta_x^2 + t^2 \sigma^2}$
При визначенні частки досліджуваної ознаки	$n = \frac{t^2 w(1-w)}{\Delta_w^2}$	$n = \frac{N t^2 w(1-w)}{N \Delta_w^2 + t^2 w(1-w)}$

Розрахунок об'ємних показників генеральної сукупності на основі даних вибіркового спостереження називається у статистиці поширенням вибірових характеристик на всю сукупність.

Є два способи такого поширення:

- **спосіб прямого перерахунку**, за якого середній розмір ознаки, визначений у результаті вибіркового обстеження, помножується на число одиниць генеральної сукупності;

- **спосіб коефіцієнтів**, за якого до даних суцільного обстеження вносяться відповідні поправки, відносний розмір яких визначається за результатами вибіркового обстеження.

Питання для самоконтролю

1. У чому полягає сутність вибіркового спостереження?
2. Які переваги вибіркового спостереження порівняно з іншими видами спостереження?
3. Що означає репрезентативність вибірки?
4. За яких умов вибірка репрезентативна?
5. Чому принцип випадковості добору є визначальним у процесі формування вибіркової сукупності?
6. Як визначити розмір похибки вибірки?
7. Чим гранична похибка вибірки відрізняється від стандартної (середньої)?
8. Як визначити межі довірчого інтервалу для середньої?
9. Як визначити межі довірчого інтервалу для частки?
10. Як визначити граничну похибку вибіркової середньої для простого випадкового відбору за схемою неповерненої кулі?
11. Як визначити похибку частки для механічного відбору?
12. Як визначити мінімально необхідний обсяг вибірки для простого випадкового відбору?

13. Як визначається чисельність типової вибірки для розрахунку середньої?
14. Що мають на увазі під точковою оцінкою?
15. Які способи формування вибіркових сукупностей Ви знаєте?
16. Які способи добору забезпечують додержання принципу репрезентативності вибірки?
17. Чим випадкова похибка репрезентативності відрізняється від систематичної?
18. Чи можна уникнути похибки репрезентативності?
19. У чому сутність простого випадкового відбору?
20. У чому сутність механічного відбору?
21. У чому особливість створення типової вибірки?
22. У чому особливість серійного відбору?
23. Як зміниться похибка вибірки, якщо обсяг вибіркової сукупності збільшиться в 2,25 рази?
24. Як позначиться на похибці вибірки збільшення дисперсії в 1,6 рази?
25. Як зміниться похибка вибірки, якщо замість простого випадкового добору виконати 19 %-ний механічний?
26. Як зміниться похибка вибірки, якщо замість механічного добору виконати розшарований із міжгруповою дисперсією, що становить 36 % від загальної?
27. Що собою являє відносна похибка вибірки?
28. Навіщо визначають відносну похибку вибірки?

Бібліографічний список до теми
4, 5, 16, 19

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна література

1. Про інформацію: Закон України зі змінами і доповненнями від 16.07.2020 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2657-12>
2. Про затвердження Положення про Державну службу статистики України: *Постанова КМУ від 23.09.2014 р.* <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/481-2014-%D0%BF>
3. Акімова О.В., Маркевич О.В. Статистика. Практикум. Навч. посібн.. – К.: Видавнич Дім „Слово”, 2004. – 128 с.
4. Економічна статистика: навчальний посібник / В. М. Соболев, Т. Г. Чала, О. С. Корепанов та ін. ; за ред. В. М. Соболева. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. – 388 с.
5. Єріна А. М., Пальян З.О. Теорія статистики: Практикум. – 5-те вид., стер. - К.: Знання, 2006. – 255 с.
6. Єріна А.М., Моторин Р.М. Статистика: Навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни. – К.; КНЕУ, 2001. – 448 с.
7. Ковтун Н. В. Теорія статистики : підручник / Н.В. Ковтун. – К.: Знання, 2012. – 400 с.
8. Курс лекцій з дисципліни «Статистика». Частина 1. Теорія статистики: В.П. Сторожук, О.В. Кустовська, Є.І. Ткач, І.М. Шост та ін.; За ред. Є.І. Ткача – Тернопіль: Економічна думка, 2006. – 224 с.
9. Лугінін О.Є. Статистика: Підручник. - 2-ге вид., переробл. і доповн. - К.: Центр навч. л – ри, 2007. – 606 с.
10. Мармоза А.Т. Теорія статистики : підручник, К. : Центр учбової літератури, 2013. – 592 с.
11. Моторин Р.М., Чекотовський Е.В. Статистика для економістів: Навчальний посібник. - К.: Знання, 2009. – 430 с. + ком пакт-диск.
12. Моторин Р.М., Чекотовський Е.В. Статистика. Збірник індивідуальних завдань з використанням Excel: Навч.-метод. посіб. для самот. вивч. дисц. – К.: КНЕУ, 2005. – 268 с.
13. Опря А.Т. Статистика (з програмованою формою контролю знань). Математична статистика. Теорія статистики: Навчальний посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 472 с.
14. Статистика: Навчально-методичний посібник. / О.В. Прокопова, О.О. Горошанська / Харк. держ. університет харчування та торгівлі. – Харків, 2013.- 136 с.
15. Статистика: підручник / С.С. Герасименко та ін. – К.: КНЕУ, 2000. – 468 с.
16. Статистика: теоретичні засади і прикладні аспекти. Навчальний посіб. / Р.В. Фещур, А.Ф. Барвінський, В.П. Кічор.– 2-ге вид., оновлене і доповнене. - Львів: ”Інтелект-Захід”, 2003. – 576 с.

17. Теорія статистики: Навч. посіб. / Вашків П.Г., Пастер П.І., Сторожук В.П., Ткач Є.І. – К.: Либідь, 2001. – 320 с.

18. Уманець Т.В., Пігарев Ю.Б. Статистика: навчальний посібник. - К.: Вікар, 2003. – 623 с.

19. Чернелевський Л.М., Соломчук Л.М., Перепятько М.В. Статистика: підручник. – К.: НУХТ, 2012. – 207 с.

Додаткова література

20. Журнал “Статистика України”.

21. Журнал “Регіони України. Економіко - статистичні порівняння”.

22. Журнал “Вопросы статистики”.

23. Статистичний щорічник України за 2017 рік (за 2018 і т.д р.р.), Державна служба статистики України / Під. ред. О.Г.Осауленка,- К.: Техніка, 2017 (2018 і т.д.)-

24. Збірник наукових праць “Проблеми статистики”.

Internet-ресурси:

25. <http://portal.rada.gov.ua>

26. <http://zakon.rada.gov.ua>

27. <http://economics.com.ua>

28. www.kmu.gov.ua/

29. www.bank.gov.ua/

30. www.minfin.gov.ua/

31. www.me.gov.ua/

32. www.lawukraine.gov.ua/

33. www.nbu.gov.ua/

34. <http://www.president.gov.ua/>

35. <http://www.ukrstat.gov.ua>

36. <http://www.dneprstat.gov.ua>

37. <http://www.adm.dp.ua/>

38. <http://www.rada.dp.ua/>

39. <http://www.donetskstat.gov.ua/>

40. www.vous.vin.ua

41. www.vous.in.lutsk.ua

42. www.zapstat.zp.ua

43. www.stat.uz.ua

44. www.oblstat.kiev.ua

45. <http://stat.if.ukrtel.net/>

46. www.stat.lviv.ua

47. www.oblstat.is.com.ua

48. <http://www.stat.nk.ukrpack.net>

49. <http://www.od.ukrstat.gov.ua/>

50. www.poltavastat.gov.ua

51. <http://www.te.ukrstat.gov.ua/>

52. www.sumystat.sumy.ua/

53. <http://www.oblstat.rivne.com/>

54. www.uprstat.kharkov.ukrtel.net/
55. www.stat.ks.ua
56. <http://statbrd.ic.km.ua/ukr/index.htm>
57. <http://www.ck.ukrstat.gov.ua/>
58. <http://www.oblstat.cv.ukrtel.net/>
59. www.chernigivstat.gov.ua