

Міністерство освіти і науки України
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка
Навчально-науковий інститут фінансів, економіки та менеджменту
Кафедра фінансів і банківської справи



**КУРС ЛЕКЦІЙ З ДИСЦИПЛІНИ «СТАТИСТИКА»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ
ГАЛУЗІ ЗНАНЬ 07 «УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ» ТА
29 «МІЖНАРОДНІ ВІДНОСИНИ»
ПЕРШОГО (БАКАЛАВРСЬКОГО) РІВНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ДЕННОЇ ТА ЗАОЧНОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ**

Полтава 2019

Курс лекцій з дисципліни «Статистика» для студентів галузі знань 07 «Управління та адміністрування» та 29 «Міжнародні відносини» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання. – Полтава: ПолтНТУ, 2019. – 97 с.

Укладачі: А.Д. Глушко, кандидат економічних наук, доцент;
О.А. Маслій, кандидат економічних наук, доцент.

Відповідальний за випуск: Л.О. Птащенко, завідувач кафедри фінансів і банківської справи, доктор економічних наук, професор.

Рецензент: к.е.н., доцент Максименко О.С.

Затверджено науково-методичною
радою університету
від 14.06.2019 р., протокол № 5

ЗМІСТ

Тема 1. Предмет і метод статистики	
1.1. Загальне поняття та предмет статистики	5
1.2. Основні категорії статистики	7
1.3. Методи статистичного дослідження	10
Тема 2. Статистичне спостереження	
2.1. Суть, джерела та організаційні форми статистичного спостереження	12
2.2. План статистичного спостереження	15
2.3. Види статистичного спостереження	18
Тема 3. Зведення і групування статистичних даних	
3.1. Суть статистичного зведення	21
3.2. Класифікації та групування	23
3.3. Принципи формування інтервалів груп	24
3.4. Статистичні таблиці, їх види та правила побудови	26
Тема 4. Статистичні показники	
4.1. Суть і види статистичних показників	28
4.2. Абсолютні статистичні величини, одиниці їх вимірювання	30
4.3. Характеристика відносних величин	32
4.4. Середні величини, умови наукового їх застосування	35
4.5. Середня арифметична, основні її властивості	36
4.6. Середня гармонійна, її різновиди і сфера використання	40
4.7. Характеристика середньої геометричної та середньої квадратичної величини	42
4.8. Система статистичних показників	42
Тема 5. Ряди розподілу. Аналіз варіацій та форми розподілу	
5.1. Ряд розподілу – основа аналізу закономірностей розподілу	44
5.2. Характеристики центру розподілу: середня, мода, медіана	45
5.3. Сутність та показники варіації	46
5.4. Характеристики форми розподілу	49
Тема 6. Вибірковий метод. Статистична перевірка гіпотез	
6.1. Суть вибіркового спостереження	51
6.2. Похибки вибірки	56
6.3. Визначення обсягу вибірки	58
6.4. Статистична перевірка гіпотез	58

Тема 7. Статистичні методи вимірювання взаємозв'язків	
7.1. Загальний зв'язок явищ. Види зв'язків. Завдання статистичного вивчення зв'язку	60
7.2. Кореляційний і регресійний аналізи статистичного зв'язку соціально-економічних явищ	62
7.3. Показники тісноти зв'язку	63
7.4. Нелінійні залежності	64
7.5. Побудова багатofакторних моделей	66
Тема 8. Ряди динаміки. Аналіз інтенсивності та тенденцій розвитку	
8.1. Суть та складові елементи ряду динаміки. Види динамічних рядів	67
8.2. Основні характеристики рядів динаміки	69
8.3. Середні показники динаміки	72
8.4. Виявлення тенденцій розвитку явищ	73
8.5. Характеристика сезонних коливань, методи їх вимірювання	75
Тема 9. Індекси	
9.1. Суть та функції індексів у статистичному дослідженні. Види індексів	76
9.2. Методологічні принципи побудови агрегатних індексів	78
9.3. Середньозважені індекси, приведення їх до агрегатної форми	80
9.4. Індекси середніх величин: змінного складу; фіксованого складу і структурних зрушень; їх взаємозв'язок	81
9.5. Характеристика територіальних індексів	83
Тема 10. Графічний метод	
10.1. Поняття про статистичні графіки і правила їх побудови	85
10.2. Графіки порівняння статистичних величин	88
10.3. Зображення структури явищ і структурних зрушень	90
10.4. Графічне зображення динаміки статистичних показників	92
10.5. Контрольно-планові графіки	94
10.6. Графіки просторового розміщення явищ	94

ТЕМА 1

ПРЕДМЕТ І МЕТОД СТАТИСТИКИ

1.1. Загальне поняття та предмет статистики

1.2. Основні категорії статистики

1.3. Методи статистичного дослідження

1.1. Загальне поняття та предмет статистики

Інтерес до статистики постійно зростає в усьому світі. Праця економіста будь-якої спеціалізації неминуче зв'язана із збиранням, обробкою і аналізом статистичних матеріалів. Тому вивчення і оволодіння статистичною наукою при підготовці економістів високої кваліфікації має велике значення в системі вищої економічної освіти.

Важливою умовою правильного сприйняття і практичного використання статистичної інформації, кваліфікованих висновків і обґрунтованих прогнозів є знання статистичної методології кількісної сторони соціально-економічних явищ, природи масових статистичних сукупностей, пізнавальних властивостей статистичних показників, умов їх застосування в економічному дослідженні.

Термін «статистика» походить від латинського слова «статус» (status), що означає суму знань про державу.

Нині термін «статистика» вживається в кількох значеннях:

- 1) дані, які характеризують масові суспільні явища;
- 2) процес збирання, зберігання і обробки даних про масові суспільні явища, тобто галузь практичної діяльності, спрямованої на одержання, обробку, аналіз і видання масових даних про явища і процеси суспільного життя;
- 3) наука, яка вивчає величину, розміри і кількісну сторону масових суспільних явищ у нерозривному зв'язку з якісною стороною цих явищ, з їх соціально-економічним змістом.

Історично розвиток статистики пов'язаний з утворенням держав. Уже в країнах Стародавнього світу склалися системи державного та адміністративного обліку. Саме розвиток бухгалтерського обліку та первинної реєстрації фактів, нагромадження масових даних і необхідність їх узагальнення, підвищення попиту на інформацію — ось ті чинники, що сприяли формуванню статистики як науки. З розвитком математики, передусім теорії ймовірностей, удосконалювалися методи статистичного аналізу і розширювалась сфера їх використання. У ХХ ст. статистичні методи почали застосовуватися майже в усіх галузях знань. Сьогодні статистику використовують, вивчаючи життєвий рівень населення та громадську думку, оцінюючи підприємницькі та фінансові ризики, у маркетингових дослідженнях, страхуванні тощо.

Отже, *об'єктами* статистичного аналізу можуть бути найрізноманітніші явища й процеси суспільного життя. *Предметом* статистики є розміри і кількісні співвідношення між масовими суспільними явищами, закономірності їх формування, розвитку, взаємозв'язку.

У наведеному визначенні предмета статистики підкреслюються дві принципові його особливості. По-перше, статистика вивчає кількісний бік суспільних явищ, а по-друге, вона вивчає не поодинокі, а масові явища.

Вивчаючи кількісний бік явищ, статистика відбиває його у числах-показниках, характеризуючи цим конкретну міру явищ. Розглядаючи суспільні явища як масові й спираючись на облік усієї сукупності фактів, що їх стосуються, статистика мовою чисел характеризує ступінь розвитку таких явищ, напрям і швидкість їх змін, щільність взаємозв'язків і взаємозаложеності. Усе це дає підстави стверджувати, що статистика – могутній засіб пізнання складного суспільного життя.

Статистика – багатогалузева наука. Вона складається з окремих самостійних розділж, які водночас тісно пов'язані між собою. Виокремлюють чотири складові цієї науки:

1. Теорія статистики розробляє загальні показники і методи вивчення структури явищ і змінювання їх у часі, закономірностей і тенденцій їх розвитку і причинно-наслідкових зв'язків між ними, а також принципи і методи статистичного моделювання і статистичного прогнозування..

2. Економічна статистика вивчає явища і процеси, що відбуваються в економіці, розробляє систему економічних показників та методи вивчення економіки країни чи регіону як єдиного цілого.

3. Галузеві статистики (промислова, фінансова, соціальної інфраструктури і т. ін.) розробляють зміст і методи обчислення показників, які відбивають особливості кожної окремої галузі.

4. Соціальна статистика вивчає соціальні умони та характер праці, рівень життє, прибутків, споживання матеріальних благ і послуг населенням.

Як суспільна наука статистика не може розвиватися окремо від теоретичних наук про суспільство, зокрема економічної теорії та соціології. Спираючись на суть, якісну природу явищ, через узагальнення масових даних статистика вивчає характер і дію основних законів у реальному житті. Припускаючи, що комплекс умов і чинників, які формують відповідні закономірності, надалі лишатиметься незмінним, статистика робить прогнозні розрахунки, конче потрібні для обґрунтування напрямів економічної політики.

В даний час головним обліково-статистичним центром в країні є Державна служба статистики України.

Державна служба статистики України (Держстат) є спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади в галузі статистики, діяльність якого спрямовується і координується Кабінетом Міністрів України через Міністра економічного розвитку і торгівлі та який реалізує державну політику у сфері статистики. В його завдання входить подання офіційної

статистичної інформації Президенту, Уряду, Парламенту, громадським і міжнародним організаціям, розробка науково обґрунтованої статистичної методології, координація статистичної діяльності регіональних органів виконавчої влади, аналіз економіко-статистичної інформації, складання національних рахунків і балансових розрахунків.

Система органів державної статистики утворена у відповідності з адміністративно-територіальним розподілом України.

Поряд із загальнодержавною статистикою існує відомча статистика, яка обслуговує підприємства, об'єднання, відомства і міністерства. Статистичні дані використовують усі науки для обґрунтування, перевірки, ілюстрації своїх висновків в конкретних умовах місця і часу.

Виходячи з цього, можна визначити такі основні завдання статистики:

1) систематичне спостереження і економічний аналіз матеріалів які характеризують хід виконання виробничих програм і подання їх у відповідні керівні структури для прийняття конкретних рішень;

2) вивчення і розробка цільових комплексних програм з соціально-економічних проблем конкретних регіонів і держави в цілому;

3) удосконалення системи статистичних показників, які характеризують розвиток і результати соціально-економічних явищ і процесів;

4) економічний аналіз стану і розвитку галузей економіки;

5) вивчення чинників підвищення ефективності суспільного виробництва;

6) створення загальнодержавної автоматизованої системи збирання, обробки і передачі інформації;

7) аналіз демографічних процесів.

Управляти складними соціальними і економічними системами можна лише володіючи оперативною, вірогідною і повною статистичною інформацією.

1.2. Основні категорії статистики

З питанням про предмет статистики пов'язані поняття статистичної закономірності та статистичної сукупності.

Закономірність – це повторюваність, послідовність і порядок у масових процесах. Виявити і виміряти статистичну закономірність можна лише з урахуванням дії закону великих чисел, основними принципами якого є масовість і причинна зумовленість явищ. Згідно з цими принципами закони суспільного розвитку виразно виявляються лише в досить численній сукупності подій. Об'єктивною основою існування статистичних закономірностей 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. У разі

великої кількості подій вплив випадкових причин взаємно врівноважується, завдяки чому закон стає видимим.

Отже, статистичні закономірності притаманні лише сукупностям. Саме сукупність, а не окремих елемент є тією базою реального світу, відносно якої можна встановлювати конкретні закони.

Статистична сукупність – це певна множина елементів, поєднаних умовами існування й розвитку. Склад елементів і способів їх об'єднання визначають структуру сукупності. Поліструктурні сукупності за певними ознаками можна розглядати як неоднорідні.

У реальному житті існує складне поєднання різних сукупностей та їх елементів. Так, вивчаючи промисловість, статистика розглядає її як сукупність підприємств, але кожне підприємство, у свою чергу, — це сукупність працівників, верстатів тощо. Базою вивчення конкретної статистичної закономірності є та сукупність, елементи якої – носії підпорядкованих цій закономірності характеристик. Наприклад, вивчаючи кваліфікаційний рівень робітників підприємства, як елемент досліджуваної сукупності розглядають окремого робітника, межі сукупності окреслюють рамками підприємства. Елемент сукупності – робітник – і є носієм кваліфікаційного рівня.

Сукупність, що вивчається, – не механічне об'єднання елементів, а впорядкована система, кожний елемент якої являє собою єдність загального та одиничного, необхідного і випадкового. Необхідність існує як атрибут загального і виявляється сталими властивостями елементів. Ці властивості зумовлені впливом об'єктивно необхідних умов існування та розвитку масового явища, а щодо одиничних, неповторних властивостей, то вони є наслідком дії випадкових для сукупності причин.

Внаслідок об'єднання елементів у сукупність виникають якісно нові системні властивості. Вони відбивають спільність і відмінність, сталість і мінливість, повторюваність і неповторність властивостей, зв'язків і співвідношень елементів. Системні властивості становлять сутність статистичної закономірності. Відбиваючи характер дії об'єктивних законів розвитку суспільства в конкретних умовах простору і часу, 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, сімей – за кількістю дітей, 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.

Специфічна риса статистики – узагальнення даних. Передумовою та початком такого узагальнення має бути вимірювання, тобто приписування тих чи інших значень. Статистичним еквівалентом властивостей, притаманних елементам сукупності є **ознака**. 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).

Ознаки мають різний рівень вимірювання, що відображується у відповідних типах шкал. Тип шкали можна визначити допустимими перетвореннями її чисел або допустимими арифметичними діями з цими числами. Згідно з класифікацією шкал за рівнем вимірювання – від «слабкої» до «сильної» – вирізняють три їх типи: номінальну, порядкову, метричну. Чим вищий рівень шкали, тим ширше коло відповідних допустимих перетворень чисел, тим більше арифметичних дій реалізується.

Номінальна шкала – шкала найменувань. «Оцифрування» ознак цієї шкали виконується так, щоб подібним елементам відповідало одне й те саме число, а неподібним — різні числа. Очевидно, число відіграє роль символу. 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. Вибір одиниці такої шкали залежить від природи, матеріального змісту явища, конкретних завдань

дослідження та практичної 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. Таке визначення неперервної ознаки дещо умовне, її можна подати квазідискретною величиною (вік – числом виповнених 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. Які саме з цих ознак підлягають вимірюванню в конкретному дослідженні, залежить від його мети.

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.

1.3. Методи статистичного дослідження

Статистична методологія – це комплекс спеціальних, притаманних лише статистиці методів і прийомів дослідження. Вона ґрунтується на загальнофілософських (діалектична логіка) і загальнонаукових (порівняння, аналіз, синтез) принципах.

Згідно з принципами діалектичної логіки статистика будь-яке суспільне явище розглядає не ізольовано, а у взаємозв'язку з іншими, виявляє фактори, які спричиняють варіацію значень ознак у межах сукупності, оцінює ефекти впливу факторів і щільність причинно-наслідкових зв'язків.

Суспільні явища динамічні, тому статистика вивчає їх у розвитку, оцінюючи тенденції та циклічні коливання, інтенсивність динаміки та структурних зрушень.

Розглядаючи сукупності елементів, статистика, з одного боку, визначає в них схожі риси і відмінності, об'єднує елементи в групи, вирізняючи окремі типи й форми явищ, а з іншого – узагальнює інформацію як за окремими групами (типами), так і за сукупністю в цілому.

Особливості статистичної методології пов'язані, по-перше, з точним вимірюванням і кількісним описуванням масових суспільних явищ; по-друге, з використанням узагальнюючих показників для характеристики об'єктивних статистичних закономірностей.

Будь-яке статистичне дослідження послідовно проходить три етапи. Перший етап – збирання первинного статистичного матеріалу реєстрацією фактів чи опитуванням респондентів. На другому етапі зібрані дані підлягають систематизації та групуванню – від характеристики окремих елементів переходять до узагальнюючих показників у формі абсолютних, відносних чи середніх величин. Третій етап передбачає аналіз варіації, динаміки, взаємозв'язків.

Етапи об'єднуються метою дослідження. На кожному з них застосовуються ті методи, які можуть дати глибоку й всебічну характеристику явищ, що вивчаються. Так, **масове статистичне спостереження** дає інформаційну базу для статистичних узагальнень і характеристики об'єктивних закономірностей. Статистичні дані мають безперечну доказову силу саме тому, що вони спираються не на окремі факти, а на їх сукупність.

На другому етапі – етапі узагальнення даних масового спостереження – елементи сукупності класифікують за певними ознаками, наприклад, народжених можна класифікувати за статтю та місцем народження, видобуток вугілля – за шахтами або за періодами. Впорядковану таким чином статистичну сукупність називають **статистичним рядом**. Залежно від способу класифікації розрізняють **ряди розподілу та ряди динаміки**.

Ряд розподілу – це результат класифікації, **групування** елементів сукупності у статистиці (станом на певний момент чи за певний інтервал часу). За допомогою групувань виокремлюються характерні властивості та різноякісні типи явищ.

Ряд динаміки класифікує значення статистичних показників у часі (за періодами чи моментами часу), описує динаміку розвитку масового процесу.

В арсеналі статистичних методів аналізу – методи вивчення варіації, диференціації та сталості, швидкості та інтенсивності розвитку, узагальнюючі індекси, регресійні моделі тощо. Вивчаючи різноманітні суспільні явища та процеси, статистичний метод пристосовується до їх особливостей. Одна річ, скажімо, збирання даних про демографічні процеси (народжуваність, смертність, міграцію), інша – про екологічний стан довкілля. Але в будь-якому дослідженні виявляються притаманні статистичному методу особливості – масовість даних, кількісне вимірювання, узагальнення.

Аналітичні можливості статистичних методів поглиблюються завдяки використанню компактної та раціональної форми подання результатів узагальнення інформації, а також аналізу виявлених закономірностей. Такими формами є **статистичні таблиці та графіки**.

Статистичні методи пов'язані з математикою. У них спільні методи обробки й оцінювання даних, але різні предмети пізнання. Математична статистика вивчає закономірності масових явищ в абстрактній формі, статистика як суспільна наука характеризує розміри й співвідношення суспільних явищ у конкретних умовах існування та розвитку.

Передумовою використання статистичних методів у конкретному дослідженні має бути визначення суті явища, що вивчається. його істотних властивостей. *Теоретичний аналіз* дає всебічне уявлення про природу й логіку предмета пізнання. Це – об'єктивна основа методологічних рішень.

Статистичний аналіз масових явищ і процесів є необхідною ланкою в системі управління економікою та державою в цілому. Передусім за допомогою статистики здійснюється “зворотній зв'язок”, тобто потік інформації йде від об'єкта до суб'єкта управління – керівництва підприємств, об'єднань, територіальних, галузевих і центральних органів влади. Без вірогідної, всебічної і своєчасної інформації ефективні управлінські рішення неможливі.

ТЕМА 2

СТАТИСТИЧНЕ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

2.1. Суть, джерела та організаційні форми статистичного спостереження

2.2. План статистичного спостереження

2.3. Види статистичного спостереження

2.1. Суть, джерела та організаційні форми статистичного спостереження

Проблема інформаційного забезпечення є першочерговою не лише для статистичного дослідження, а й для будь-якої сфери діяльності. Інформаційне забезпечення – це сукупність відомостей про явища та процеси суспільного життя, які орієнтовані на певних користувачів.

Для отримання повних і точних даних про стан будь-якого явища на певний момент часу, або про результати його розвитку за відповідний період часу проводять статистичне дослідження, яке складається з трьох послідовних етапів:

- 1) статистичного спостереження;
- 2) зведення і групування матеріалів статистичного спостереження;
- 3) економічного аналізу даних, отриманих в результаті зведення і групування.

Етапи статистичного дослідження тісно пов'язані між собою, тому успіху можна досягти лише при добре підготовленій і організованій роботі на всіх його стадіях.

Статистичне спостереження – як перша стадія статистичного дослідження, являє собою планомірну, систематизовану, науково організовану роботу по збиранню і реєстрації масових первинних даних про явища і процеси суспільного життя.

Ці дані в залежності від мети статистичного дослідження можуть бути різними за своїм змістом і способом отримання. Вони пізніше систематизуються, групуються, обробляються, аналізуються і узагальнюються.

Саме статистичне спостереження також складається з трьох етапів:

- а) підготовки спостереження;
- б) збирання матеріалу;
- в) контроль зібраного матеріалу.

На підготовчому етапі статистичного спостереження, відповідно до його мети і завдань, розробляється програма і організаційний план проведення спостереження. Тут вирішують питання про зміст вихідної інформації, яким способом, якими засобами і в які терміни буде проведений облік фактів, як будуть організовані збирання і контроль отриманих первинних матеріалів. Повинні бути враховані також відповідні вимоги до оформлення цих матеріалів, яких вимагає техніка подальшої їх обробки на ПЕОМ.

Від якості статистичного спостереження залежить успіх всього статистичного дослідження. Статистичне спостереження повинно бути організоване таким чином, щоб в результаті його проведення були отримані об'єктивні, вірогідні, повні дані про досліджуване явище і, по можливості, в короткий термін. Це дасть змогу зробити правильні узагальнення і висновки. Соціально-економічні явища і процеси, які спостерігаються, повинні мати наукову і практичну цінність та виражати їх типи.

Одним з важливих завдань статистичного спостереження є ретельна і всебічна перевірка якості зібраних матеріалів для забезпечення їх вірогідності.

Наукова організація статистичного спостереження потрібна для створення найкращих умов для отримання об'єктивно правильних матеріалів, які б давали змогу передбачити майбутні ситуації і робити обґрунтовані прогнози.

Статистичне спостереження проводять за строго визначеним планом, який включає програмно-методологічні і організаційні питання.

До програмно-методологічних відносять питання, зв'язані з розробкою програми спостереження, вивченням мети, об'єкта і одиниці спостереження, проектування формулярів і текстів інструкцій, встановленням джерел і способів збирання інформації.

До організаційних відносять питання про органи спостереження, терміни і місце проведення спостереження, складання попередніх списків одиниць досліджуваної сукупності, розставлення і підготовка кадрів та деякі інші.

Програма статистичного спостереження визначається правильно встановленими і конкретно сформульованими завданнями дослідження. Тому, перш за все, потрібно чітко сформулювати мету всієї роботи, а потім вирішувати всі інші питання програми спостереження.

Мета спостереження являє собою основний результат статистичного дослідження. Чітке і конкретне формулювання мети спостереження потрібне для того, щоб не збирати зайвих, непотрібних і неповних даних.

Завдання статистичного дослідження необхідно відобразити в статистичних показниках, для чого розробляють і складають макети кінцевих статистичних таблиць, в які заносять результати всієї роботи. При організації статистичного спостереження важливо точно визначити об'єкт спостереження.

Об'єктом статистичного спостереження називається сукупність одиниць досліджуваного явища, про які повинні бути зібрані потрібні статистичні дані.

Визначивши об'єкт статистичного спостереження потрібно вказати на його важливі ознаки і основні розпізнавальні риси, тобто встановити межі досліджуваної сукупності.

При періодичному обстеженні потрібно слідкувати, щоб досліджувана сукупність була більш менш однорідною. Для цього статистика використовує **ценз** – обмежувальну ознаку, яку повинні задовольняти всі одиниці досліджуваної сукупності.

Поряд з визначенням об'єкта статистичного спостереження визначають також одиницю сукупності і одиницю спостереження.

Одиницею спостереження називають той первинний складовий елемент об'єкта статистичного спостереження, який є носієм ознак, що підлягають реєстрації.

Одиницею сукупності називається та первинна ланка, від якої отримують необхідні статистичні відомості.

Після того як визначені об'єкт, одиниця спостереження і одиниця сукупності, потрібно розробити зміст програми спостереження, що є основним питанням статистичного спостереження.

Програмою статистичного спостереження називається перелік чітко сформульованих питань, на які намічають отримати відповідні в процесі обстеження. Від якості її розробки залежать якість і цінність зібраного статистичного матеріалу.

Статистичним формуляром називається документ особливої форми куди збирають і записують відповіді на питання програми спостереження. Обов'язковим елементом статистичного формуляра є титульна і адресна частини, які необхідні для перевірки зібраних даних і їх наступного розроблення.

В титульній частині представляють назву статистичного спостереження, назву органу, який проводить спостереження, ким і коли затверджений формуляр, присвоєний йому номер.

В адресній частині записують точний адрес одиниці або сукупності одиниць спостереження і деякі інші відомості.

В практиці застосовують два види або дві системи статистичних формулярів: індивідуальну (карткову) і спискову.

Індивідуальним називається такий статистичний формуляр, в який заносять відомості про одну одиницю спостереження (листок обліку кадрів, одне підприємство, один робітник і т.д.).

Списковим називається такий статистичний формуляр, в якому реєструються відомості по декількох одиницях спостереження (відомість на заробітну плату, екзаменаційна відомість тощо).

Відповіді які заносять до формулярів виражаються словами, цифрами або у формі альтернативних відповідей (так чи ні).

Інструкцією називають сукупність роз'яснень і вказівок до програми статистичного спостереження. Вона повинна бути написана коротко, просто, вказівки повинні бути конкретними і чіткими.

2.2. План статистичного спостереження

З метою успішного проведення спостереження складають організаційний план.

Організаційний план – це основний документ, в якому зосереджені розв'язки важливих питань організації і проведення статистичного спостереження.

До організаційних питань статистичного спостереження належать: визначення об'єкта, місця, часу і термінів спостереження; постановка мети і завдань спостереження; визначення органів спостереження; визначення прав і обов'язків окремих установ і організацій, які беруть участь у спостереженні; підготовчі роботи проведення спостереження; добір, навчання і інструктаж масових кадрів, потрібних для проведення спостереження; розмноження і розсилки формулярів спостереження; порядок здачі і приймання матеріалів спостереження; порядок отримання і подання попередніх і остаточних підсумків спостереження та інші практичні питання.

Організаційні плани складаються статистичними органами держави починаючи з вищих і закінчуючи нижчими ланками.

Вищі статистичні органи головну увагу приділяють розв'язку загальних організаційно-методологічних питань, таких як визначення завдань спостереження, його об'єкта, одиниці і термінів проведення та ін.

Нижчі ланки статистичних органів розв'язують в основному конкретні організаційні завдання на місцях.

Статистичне спостереження в загальнодержавному масштабі організовує Державна служба статистики України та їх місцеві органи. Міністерства, відомства, наукові і інші установи проводять статистичні спостереження в основному локального характеру.

Місце спостереження – це місце де проводиться реєстрація фактів спостереження, які записуються у спеціальних формулярах.

Точність статистичного спостереження являється важливою і основною

вимогою органів державної статистики. Однак, хоч як би старанно не було підготовлене статистичне спостереження, в процесі його проведення трапляються помилки, які призводять до зниження його точності.

Точністю статистичного спостереження називають ступінь відповідності значення будь-якої ознаки визначеної за допомогою статистичного спостереження її дійсному значенню. Чим ближчі значення ознак, отриманих в результаті статистичного спостереження до їх фактичних значень, тим точніше проведене спостереження.

Точність статистичного спостереження визначається як відношення даних спостереження до дійсних значень досліджуваних величин, або як різниця між ними.

Помилками спостереження називаються розходження між встановленими статистичним спостереженням і дійсними значеннями досліджуваних величин.

Помилки спостереження виникають внаслідок неточностей при збиранні і реєстрації значень досліджуваних ознак. Недопущення і попередження помилок є одним з важливих завдань організації і проведення статистичного спостереження. Невірні статистичні дані можуть призвести до прорахунків в державному управлінні економікою, серйозних помилок в науковому плануванні і прогнозуванні та інших негативних наслідків. Тому в Україні встановлена сувора відповідальність посадових осіб за навмисні викривлення статистичних даних.

В залежності від характеру, ступеня впливу на кінцеві результати, джерел і причин виникнення неточностей розрізняють наступні типи помилок статистичного спостереження:

- а) помилки реєстрації;
- б) помилки репрезентативності.

Кожний з цих типів помилок ділиться на випадкові (ненавмисні) і систематичні (навмисні).

Помилки реєстрації виникають внаслідок неправильного встановлення фактів в процесі спостереження, помилкового запису їх значень, або обох причин разом.

Випадковими називаються помилки реєстрації, які можуть виникати внаслідок різних випадкових причин. Наприклад, опитувана особа може обмовитись, а реєстратор недочути чи випадково переставити місцями цифри, замість віку 23 роки записати 32 і навпаки. Такі неточності діють в протилежних напрямках і при достатньо великому числі спостережень взаємно погашаються.

Систематичні помилки реєстрації виникають внаслідок певних причин, діють в одному і тому ж напрямку і спричиняють серйозні викривлення загальних результатів статистичного спостереження. Наприклад, під час перепису населення опитувані особи часто округлюють свій вік, як правило, на цифрах, які закінчуються «5» і «0». Замість 34-36 років говорять 35, замість 49-51 говорять, що їм 50 років і т.п. Внаслідок

цього виходить, що 35, 40, 45, 50 – річних громадян значено більше ніж 34, 41, 46, 51 – річних.

Статистичні помилки реєстрації можуть бути внаслідок свідомого викривлення фактів. Це навмисні приписки або приховування у звітах фактичних даних.

Помилки реєстрації виникають як при суцільному, так і при несуцільному спостереженні.

На відміну від помилок реєстрації, помилки репрезентативності властиві тільки несуцільному спостереженню.

Помилками репрезентативності називаються відхилення значень ознак відібраної і обстеженої частини сукупності від значень ознак всієї досліджуваної сукупності.

Випадкові помилки репрезентативності виникають внаслідок того, що відібрана випадковим, неупередженим способом частина досліджуваної сукупності недостатньо повно відтворює всю сукупність в цілому.

Систематичні помилки репрезентативності виникають внаслідок порушення принципів неупередженого, випадкового відбору одиниць для обстеження.

З метою отримання в процесі статистичного спостереження високоякісних матеріалів, статистичні органи здійснюють постійний контроль за ходом проведення спостереження, систематично перевіряють стан первинного обліку і звітності на підприємствах, організаціях і установах. Після закінчення спостереження матеріали, зібрані в процесі його проведення, старанно перевіряються за повнотою охоплення об'єкта спостереження, якістю заповнення формулярів і інших документів.

Статистика використовує два способи контролю матеріалів спостереження:

- а) арифметичний (лічильний);
- б) логічний.

Арифметичний контроль полягає в лічильній перевірці підсумкових даних звітів або формулярів і погодженні тих показників, які взаємозв'язані між собою і можуть бути виведені одні з одних. Наприклад, в шаховій таблиці любого значення підсумки рядків і колонок повинні співпадати, а якщо такого співпадання не має, тоді шукають помилку в рядках чи колонках.

Логічний контроль полягає в співставленні взаємозв'язаних між собою відповідей на питання формуляра статистичного спостереження і виявленні їх логічної сумісності. Якщо виявляють логічно несумісні відповіді, шляхом подальшого співставлення з відповідями на інші питання встановлюють яка з відповідей записана невірно. Наприклад, якщо у формулярі переписного листа перепису населення записано, що опитувана особа у віці 7 років має сім'ю, вищу освіту, працює лікарем, то зрозуміло, що неправильно записаний вік.

Основною умовою успішного проведення любого статистичного дослідження на всіх його стадіях, в тому числі і на стадії спостереження є висока якість зібраного матеріалу.

2.3. Види статистичного спостереження

Вся різноманітність форм статистичного спостереження здійснюється в двох основних формах:

- 1) у формі звітності підприємств, організацій і установ;
- 2) у формі спеціально організованого спостереження (перепис населення, облік багаторічних насаджень, переоцінка основних фондів і т.п.).

Звітністю називають таку організацію статистичного спостереження, за якою відомості поступають в статистичні органи від підприємств, організацій і установ у вигляді обов'язкових звітів про їх діяльність в точно встановлені терміни.

Статистичну звітність складають на підставі даних первинного обліку.

Первинним обліком в статистиці називається ведення систематичних записів у формах первинних облікових документів про різні явища і процеси, які стосуються діяльності підприємств, організацій чи установ.

Звітність подають вищим організаціям і органам Державного комітету статистики в порядку, встановленому Державним комітетом статистики України щодо кожної форми.

В нашій державі розрізняють дві основні форми звітності:

- а) загальнодержавну;
- б) внутрівідомчу.

Загальнодержавна звітність обов'язкова для всіх підприємств, організацій і установ. Вона подається уряду міністерствами і відомствами у зведеному вигляді безпосередньо, або через Державний комітет статистики України.

Внутрівідомча – це звітність розроблена міністерствами і відомствами для своїх оперативно-господарських потреб.

Звітність в даний час є одним з основних джерел статистичної інформації про соціально-економічний розвиток держави. Поряд із звітністю в практиці різних статистичних досліджень широко використовують спеціально організовані статистичні спостереження.

Спеціально-організованим статистичним спостереженням називається таке спостереження, яке проводиться із спеціальною метою на якусь дату для отримання інформації, котру, в силу певних причин, не можна зібрати із звітів, або для перевірки і уточнення даних звітності.

Одним з основних видів спеціально організованого спостереження є переписи.

Перепис – це спеціально організоване статистичне спостереження великого масштабу, яке охоплює всю країну, або значну її частину і

проводиться одночасно за єдиною програмою. Його метою є визначення чисельності, складу, стану і розміщення досліджуваного об'єкта на встановлений критичний момент.

За повнотою охоплення спостереженням досліджуваного об'єкта розрізняють два його види:

- а) суцільне;
- б) несучільне.

Суцільним називається таке спостереження, при якому обстеженню і реєстрації підлягають всі без винятку одиниці досліджуваної сукупності.

Несучільним називається таке спостереження, при якому обстеженню і реєстрації підлягають не всі одиниці досліджуваної сукупності, а лише певна їх частина.

Несучільні спостереження мають ту перевагу перед суцільним, що вони вимагають значно менше затрат сил і засобів, дозволяють застосувати докладнішу програму і досконаліший спосіб обліку фактів, швидше підводити підсумки обстеження і, отже, підвищують оперативність статистичних матеріалів.

В багатьох випадках несучільне спостереження є єдино можливим способом дослідження статистичної сукупності.

Несучільні спостереження в статистиці суттєво доповнюють основні матеріали, отримані в результаті суцільних спостережень. В практиці статистичної роботи застосовують наступні види несучільного спостереження:

- 1) вибіркоче спостереження;
- 2) монографічне спостереження;
- 3) метод основного масиву;
- 4) анкетне.

Вибірковим називається таке спостереження, при якому вся сукупність фактів характеризується за деякою її частиною, відібраною випадково. В його основні лежить випадковий відбір n одиниць для обстеження, що гарантує незалежність результатів вибірки від волі осіб, які її проводять і не допускає тенденційних помилок.

Монографічне спостереження являє собою детальне вивчення і опис окремого об'єкта, або невеликої їх кількості за розширеною програмою. Таке спостереження проводиться з метою виявлення певних тенденцій і закономірностей розвитку явища, або для вивчення і розповсюдження передового досвіду окремих підприємств, організацій і установ. Воно також використовується для виявлення недоліків в роботі окремих підприємств з метою їх усунення і недопущення в майбутньому.

Метод основного масиву заключається в тому, що з усієї сукупності одиниць спостереженню підлягає переважна їх частка, в яку, як правило, попадають найбільш суттєві і крупні одиниці досліджуваної сукупності. Взяті разом вони мають значну питому вагу в сукупності за однією чи декількома основними для даного дослідження ознаками.

Анкетне спостереження ґрунтується на принципі добровільного заповнення адресатами надісланих або розданих їм спеціальних анкет з метою отримання потрібної для дослідження інформації. Недоліком анкетного спостереження є те, що перевірити достовірність зібраного матеріалу досить складно або неможливо. Його застосовують у випадках, коли не вимагається висока точність інформації, а лише наближені її характеристики.

За часом проведення статистичне спостереження поділяють на:

- а) поточне;
- б) періодичне;
- в) одноразове.

Поточним називається таке спостереження, яке ведеться систематично при безперервній реєстрації фактів в міру їх виникнення. Наприклад, реєстрація громадських актів (народження, смерть, шлюб, розлучення), облік виходів працівників на роботу, облік виробленої продукції на підприємстві та ін.

Періодичним називається таке спостереження, яке повторюється через певні, заздалегідь установлені рівні проміжки часу. Такі спостереження, як правило, характеризують стан явища на певний момент часу. Наприклад, щорічний перепис худоби станом на 1 січня, облік чисельності працівників, товарних запасів, залишків матеріальних цінностей на 1 число кожного місяця і т.д.

Одноразовим називається таке спостереження, яке проводиться в міру потреби один раз, або час від часу, без дотримання точної періодичності (переписи виробничого устаткування, переписи багаторічних плодово-ягідних насаджень та ін.).

За способом збирання статистичних даних розрізняють:

- а) безпосереднє спостереження;
- б) документальне спостереження;
- в) опитування.

Безпосереднім називається таке спостереження, при якому самі реєстратори збирають потрібні дані шляхом особистих замірювань, зважувань і підрахунків одиниць об'єкта і на цій основі проводять записи у формулярі спостереження.

Документальним називається таке спостереження, при якому потрібні дані збирають і записують у формуляри на підставі використання різної документації.

Опитування – це таке спостереження, при якому відповіді на питання записують зі слів опитуваної особи. Так проводять перепис населення.

В статистичній практиці використовують наступні три способи опитування:

- а) усне;
- б) самореєстрація;
- в) кореспондентський спосіб.

При **усному** опитуванні спеціально виділений працівник (реєстратор) розмовляє з опитуваною особою і з її слів сам заповнює формуляр.

При **самореєстрації** опитуваній особі вручають бланк обстеження, пояснюють питання і опитувана особа сама заповнює формуляр. В назначений час обліковець збирає заповненні формуляри і перевіряє повноту і правильність їх заповнення.

Кореспондентський спосіб полягає в тому, що інформацію в органи, які проводять спостереження, надсилають добровільні кореспонденти, які попередньо отримують від статистичних органів формуляри і інструкції щодо їх заповнення.

Окремі види та способи спостереження можуть застосовуватись у комплексі, не виключаючи один одного, залежно від складності доступу до об'єкта спостереження, ступеня підготовленості громадськості до певного методу спостереження, сучасних досягнень щодо методології та організації статистичних спостережень.

ТЕМА 3

ЗВЕДЕННЯ І ГРУПУВАННЯ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ

- 3.1. Суть статистичного зведення
- 3.2. Класифікації та групування
- 3.3. Принципи формування інтервалів груп
- 3.4. Статистичні таблиці, їх види та правила побудови

3.1 Суть статистичного зведення

Зареєстровані в процесі масового статистичного спостереження значення ознак відбивають увесь діапазон об'єктивно існуючої в сукупності варіації. У розмаїтті поодиноких відомостей губиться загальне, у неістотному і випадковому – закономірне. Перехід від одиничного до загального відбувається завдяки зведенню.

Сутність статистичного **зведення** полягає в тому, що матеріали спостереження класифікують та агрегують. Елементи сукупності за певними ознаками об'єднують у групи, класи, типи, а інформацію про них агрегують як у межах груп, так і в цілому по сукупності. Основне завдання зведення – виявити типові риси та закономірності масових явищ чи процесів.

Зведення є основою подальшого аналізу статистичної інформації. За зведеними даними розраховують узагальнюючі показники, виконують порівняльний аналіз, а також аналіз причин групових відмінностей, вивчають взаємозв'язки між ознаками.

До складових статистичного зведення відносять:

- 1) розробка програми систематизації та групування даних;

- 2) обґрунтування системи показників для характеристики груп і сукупності у цілому;
- 3) проектування макетів таблиць, в яких будуть представлені результати зведення;
- 4) визначення технологічних схем обробки інформації, програмного забезпечення;
- 5) підготовка даних до обробки на комп'ютері, формування автоматизованих баз даних;
- 6) безпосереднє зведення, узагальнення, розрахунок показників.

Перш ніж приступити до зведення зібраного первинного матеріалу його потрібно проконтролювати і прийняти. Попередній теоретичний аналіз повинен сприяти тому, щоб під час зведення не губились основні риси досліджуваних явищ в загальних підсумках. Опрацьований матеріал необхідно перевірити за повнотою охоплення обстежуваних одиниць і якістю отриманих про них даних.

Якість і повноту зібраної інформації перевіряють за допомогою логічного і лічильного контролю, виявлені дефекти виправляють. Важливою умовою своєчасного і правильного проведення статистичного зведення і суворе дотримання звітної дисципліни. І тільки після того, як весь первинний статистичний матеріал старанно проконтрольований і належним чином виправлений, можна приступати до його зведення.

Зведення може бути **просте** – як вузькотехнічна операція по підрахунку підсумків первинного статистичного матеріалу, а також **складне** – яке передбачає групування даних, розробку системи показників, підрахунок групових і загальних підсумків та виклад результатів зведення у вигляді статистичних таблиць чи графіків.

Статистичне зведення проводять за наперед розробленою програмою, яка відповідає завданням статистичного дослідження з врахуванням прийнятої форми організації зведення.

За формою організації зведення буває централізоване і децентралізоване.

При централізованій формі організації зведення всі матеріали спостереження обробляють і синтезують в Державному комітеті статистики України. Суттєвою перевагою даної форми зведення є те, що вона дає можливість його автоматизації і використання єдиної методології обробки даних.

При децентралізованій формі організації зведення матеріали спостереження обробляють і узагальнюють на місцях, а в центральні органи надсилають зведену інформацію по регіонах. Децентралізована форма зведення дещо дешевша і оперативніша за централізовану. На практиці поєднують територіально-децентралізовану і централізовану форму зведення.

В залежності від завдань статистичного дослідження програма зведення встановлює групувальні ознаки, кількість груп та макети розроблювальних таблиць. Програма повинна бути складена таким чином,

щоб в результаті зведення отримати матеріал, який характеризує досліджуване явище з різних його сторін.

Для успішного здійснення статистичного зведення складається план його проведення. План має містити розв'язок питань організації зведення куди входять: послідовність і терміни виконання окремих частин зведення, оформлення його результатів у вигляді таблиць, публікацій у вигляді статистичних збірників і ін.

3.2. Класифікації та групування

Поділ сукупностей на групи, однорідні в тому чи іншому розумінні, пов'язаний з такими діями, як систематизація, типологія, класифікація, групування. Традиційно зазначений поділ виконують за такою схемою: із множини ознак, які описують явище, добирають розмежувальні, а потім сукупність поділяють на групи та підгрупи відповідно до значень цих ознак.

Головний принцип будь-якого поділу ґрунтується на двох положеннях:

- 1) в один клас, групу об'єднуються елементи певною мірою подібні між собою;
- 2) ступінь подібності між елементами, які належать до одного класу, значно вищий, ніж між елементами, що належать до різних класів.

Групуванням в статистиці називається розчленування усіх одиниць досліджуваної сукупності на групи за повними істотними для них ознаками. Серед багатьох методів, які роблять статистику одним з наймодніших знарядь соціального пізнання, групування вважається найбільш ефективним. Воно є центральним моментом любого зведення, завдяки чому матеріал статистичного спостереження приймає систематизованого вигляду.

При статистичному вивченні соціально-економічних явищ і процесів групування є одним з основних методів аналізу і синтезу. Ознаки, покладені в основу групування називаються групувальними. Групування одиниць досліджуваної сукупності за якою-небудь ознакою веде до рядів розподілу.

Групувальні ознаки можуть мати кількісний вираз (наприклад, вік працівника, стаж роботи, заробітна плата і т.п.), тому вони називаються кількісними, а ряди їх розподілу – **варіаційними рядами**.

Якщо групувальні ознаки відображають певні властивості одиниць сукупності (наприклад, стать, національність, освіту і т.п.), вони називаються якісними, а ряди розподілу – **атрибутивними**.

При групуванні одиниць сукупності за територіальною ознакою отримують **географічні** або **територіальні** ряди розподілу. Вони дають уяву про розміщення або ступінь розповсюдження тих чи інших явищ в просторі.

Особливим видом групувань в статистиці є класифікація.

Класифікацією в статистиці називається стійке і фундаментальне групування одиниць сукупності за атрибутивною ознакою на подібні і

відмінні групи і підгрупи. Перелік цих груп і підгруп розглядається як своєрідний статистичний стандарт, затверджений Державний комітетом статистики України. Наприклад, класифікація галузей економіки, класифікація основних фондів, класифікація професій і т.д. Статистичні класифікації ґрунтуються на таких суттєвих ознаках, які мало змінюються і існують тривалий час.

Групування, будучи першою сходинкою статистичного аналізу, одночасно є підготовчою стадією для більш глибокого аналізу досліджуваного статистичного матеріалу.

Із багатьох завдань, які розв'язуються з допомогою статистичних групувань, можна виділити три основних:

- 1) вивчення структури та структурних зрушень;
- 2) визначення типів соціально-економічних явищ, виокремлення однорідних груп і підгруп;
- 3) виявлення взаємозв'язків між ознаками.

Згідно з цими завданнями розрізняють три види групувань: структурне, типологічне, аналітичне.

Структурне групування характеризує склад однорідної сукупності за певними ознаками.

Типологічне групування – це поділ якісно неоднорідної сукупності на класи, соціально-економічні типи, однорідні групи. Основне завдання такого групування – ідентифікація типів. Вибір групувальної ознаки та кількісних міжгрупових меж ґрунтується на всебічному теоретичному аналізі суті явища, його характерних рис та особливостей формування в конкретних умовах часу та простору.

Скориставшись групуванням, можна також виявити наявність та напрям зв'язку між ознаками, з яких одна розглядається як результат, інша – як фактор, що впливає на результат. Висновок про наявність зв'язку можна зробити на підставі комбінаційного поділу за цими 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 (збільшуються чи зменшуються). Таке групування називається **аналітичним**. Очевидно, аналітичне групування докладніше й виразніше, ніж комбінаційний поділ, описує зв'язок між ознаками.

3.3. Принципи формування інтервалів груп

Перед проведенням простих, а тим більше комбінованих групувань потрібно розв'язати питання про кількість груп, розмір інтервалів та ін. При групуванні за атрибутивними ознаками число груп, на які ділять досліджувану сукупність, визначається кількістю різновидів цієї ознаки.

При розв'язанні питання про те, скільки доцільно утворити груп, беруть до уваги варіацію ознаки і число спостережень. Чим інтенсивніше змінюється ознака і чим більша сукупність одиниць, тим більше число груп потрібно утворити. Однак, як загальний принцип розв'язання питання про необхідну кількість груп виступає вимога, щоб вона була оптимальною, і щоб до кожної групи потрапила достатньо велика кількість одиниць. При великій кількості груп відбудеться розпорошення одиниць досліджуваної сукупності, однорідні одиниці попадуть в різні групи. А при малій кількості груп до однієї і тієї ж групи попадуть одиниці різних типів.

При групуванні за кількісними ознаками виникає суттєве питання про вибір розміру інтервалів групування.

Інтервалом групування називається різниця між максимальним і мінімальним значеннями ознаки в кожній групі.

Інтервали в структурних і аналітичних групуваннях можуть рівними і нерівними в залежності від характеру розподілу одиниць сукупності за даною ознакою. Нерівні інтервали, в свою чергу, можуть бути прогресивно-зростаючими або прогресивно-спадаючими.

Якщо варіація досліджуваної ознаки знаходиться в порівняно вузьких межах і розподіл близький до нормального, то застосовують **рівні інтервали**.

Величину інтервалу при групуванні з рівними інтервалами, визначають шляхом ділення розмаху варіації на число груп за формулою:

$$i = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{n},$$

де i – величина інтервалу;

X_{\max} – максимальна величина ознаки;

X_{\min} – мінімальна величина ознаки;

n – число груп.

Розмір інтервалу залежить від числа груп і варіації досліджуваної ознаки. Чим більшою буде варіація ознаки, тим більшим буде розмір інтервалу і чим більше число груп, тим менший розмір інтервалу.

Орієнтовно оптимальна кількість груп визначається за стандартними процедурами, зокрема за формулою Стерджеса:

$$n = 1 + 3,321 \lg N,$$

де N – число одиниць сукупності, що підлягає групуванню.

В соціально-економічній статистиці часто застосовують групування з **нерівними інтервалами**. Застосування нерівних, які прогресивно збільшуються або зменшуються, інтервалів зумовлено самою природою більшості соціально-економічних явищ, коли в нижчих групах велике

значення мають навіть малі відмінності в показниках, а у вищих групах такі відмінності суттєвого значення не мають.

В статистичних групуваннях часто розмежовують дві якісно відмінні групи підприємств. Наприклад, підприємства які не виконали план і ті, які виконали план на 100% і більше.

Групування, метою яких є утворення якісно однорідних груп використовують **спеціалізовані інтервали**. В таких групуваннях межа інтервалу встановлюється там, де відбувається перехід від однієї якості до іншої. Наприклад, групування дітей за віком, за характером відношення чоловічого населення до трудової діяльності і т.п.

3.4. Статистичні таблиці, їх види та правила побудови

Невіддільним елементом зведення та групування є статистична таблиця. За допомогою статистичних таблиць зручно порівнювати й аналізувати зведені дані. Недаремно кажуть, що “у німих статистичних таблицях вся красномовність статистики”.

За логічним змістом статистична таблиця розглядається як “статистичне речення”.

НАЗВА ТАБЛИЦІ

Присудок Підмет	Верхні заголовки				
А	1	2	3	4	5
Бічні заголовки					
Підсумковий рядок					

Рис. 1 Макет статистичної таблиці.

Підметом його є об’єкт дослідження: перелік елементів сукупності, їх групи, окремі територіальні одиниці або часові інтервали. Як правило підмет розміщують у лівій частині таблиці, подаючи його назвою рядків.

Присудок таблиці – це система показників, що характеризують підмет як об’єкт дослідження. Присудок формує в логічній послідовності верхні заголовки таблиці.

Залежно від структури підмета статистичні таблиці поділяють на наступні види:

- 1) прості:

- а) перелікові;
 - б) територіальні;
 - в) хронологічні.
- 2) групові;
 - 3) комбінаційні.

Підметом простої таблиці є перелік елементів сукупності, територіальний ряд, хронологічний ряд. У груповій таблиці підметом є групування за однією ознакою, у комбінаційній – за двома або більше ознаками.

Правила технічного оформлення статистичних таблиць:

- 1) таблиця має містити лише ту інформацію, яка безпосередньо характеризує об'єкт дослідження; слід уникати зайвої, другорядної інформації.
- 2) Назва таблиці, заголовки рядків і граф мають бути чіткими, лаконічними, без скорочень. У назві таблиці вказується об'єкт, його часова і географічна ознака (Динаміка зовнішньої торгівлі України за 2007 рік). Якщо назви окремих граф (рядків) повторюються, мають однакові терміни або однаковий зміст, то їх доцільно об'єднати спільним заголовком.
- 3) У верхніх і бічних заголовках подають одиниці виміру, використовуючи загальноприйняті скорочення. Якщо одиниця виміру спільна для всіх даних таблиці, її зазначають над таблицею.
- 4) Рядки та графи доцільно пронумерувати, при цьому графу з назвою підмета позначають літерою алфавіту, інші графи – арабськими числами.
- 5) Інформація, що міститься в таблиці, узагальнюється підсумковим рядком “Разом” або “У цілому по сукупності”
- 6) Числа в таблиці, за можливості, необхідно округлювати, причому в межах одного й того самого рядка чи графа – з однаковим ступенем точності.
- 7) Відсутність даних у таблиці позначається відповідно до причин:
 - а) якщо клітинка таблиці, передусім підсумкова, не може бути заповнена, ставиться знак “Х”;
 - б) коли про явище немає відомостей, ставляться три крапки “...” або скорочені слова “н. від.”;
 - в) відсутність самого явища позначається тире “–”;
 - г) дуже малі числа записуються (0,0) або (0,00);
- 8) Якщо потрібна додаткова інформація, певні уточнення цифрових даних, до таблиці додається примітка.

ТЕМА 4

СТАТИСТИЧНІ ПОКАЗНИКИ

- 4.1. Суть і види статистичних показників
- 4.2. Абсолютні статистичні величини, одиниці їх вимірювання
- 4.3. Характеристика відносних величин
- 4.4. Середні величини, умови наукового їх застосування
- 4.5. Середня арифметична, основні її властивості
- 4.6. Середня гармонійна, її різновиди і сфера використання
- 4.7. Характеристика середньої геометричної та середньої квадратичної величини
- 4.8. Система статистичних показників

4.1. Суть і види статистичних показників

Інформація про суспільні явища і процеси створюється, передається і зберігається у вигляді **статистичних показників**. Вони є однією з основних економічних категорій, за допомогою яких відображають кількісну і якісну сторони стиму явищ і процесів.

З філософського погляду **статистичний показник** – це міра, тобто єдність якісного і кількісного відображення певної властивості соціально-економічного явища чи процесу.

Якісний зміст показника визначається суттю явища і відбивається в його назві. Кількісна сторона подається числом та його вимірником. Оскільки статистика вивчає суспільні явища в конкретних умовах простору і часу, значення будь-якого показника визначається щодо цих атрибутів.

Сполучною ланкою між якісним змістом і числовим вираженням є правило побудови – **модель показника**, яка розкриває його статистичну структуру. У моделі обґрунтовуються одиниці, узяті для вимірювання, технологія збирання даних, обчислювальні операції.

Модель показника має надзвичайно важливе значення для забезпечення вірогідності статистичної інформації. Як видно з рис. 4.1, від обґрунтованості моделі залежать обидва аспекти вірогідності такої інформації: адекватність відображення явища і точність вимірювання.

Адекватність розглядається як здатність показника відбити саме ту властивість, яка передбачена програмою дослідження

Точність і повнота вимірювання залежать від можливостей обліку, організації збирання та обробки даних. Отже, щоб показник відповідав своєму призначенню і виконував покладені на нього функції, на стадії його проектування потрібно з усіх боків логічно та статистично обґрунтувати модель.

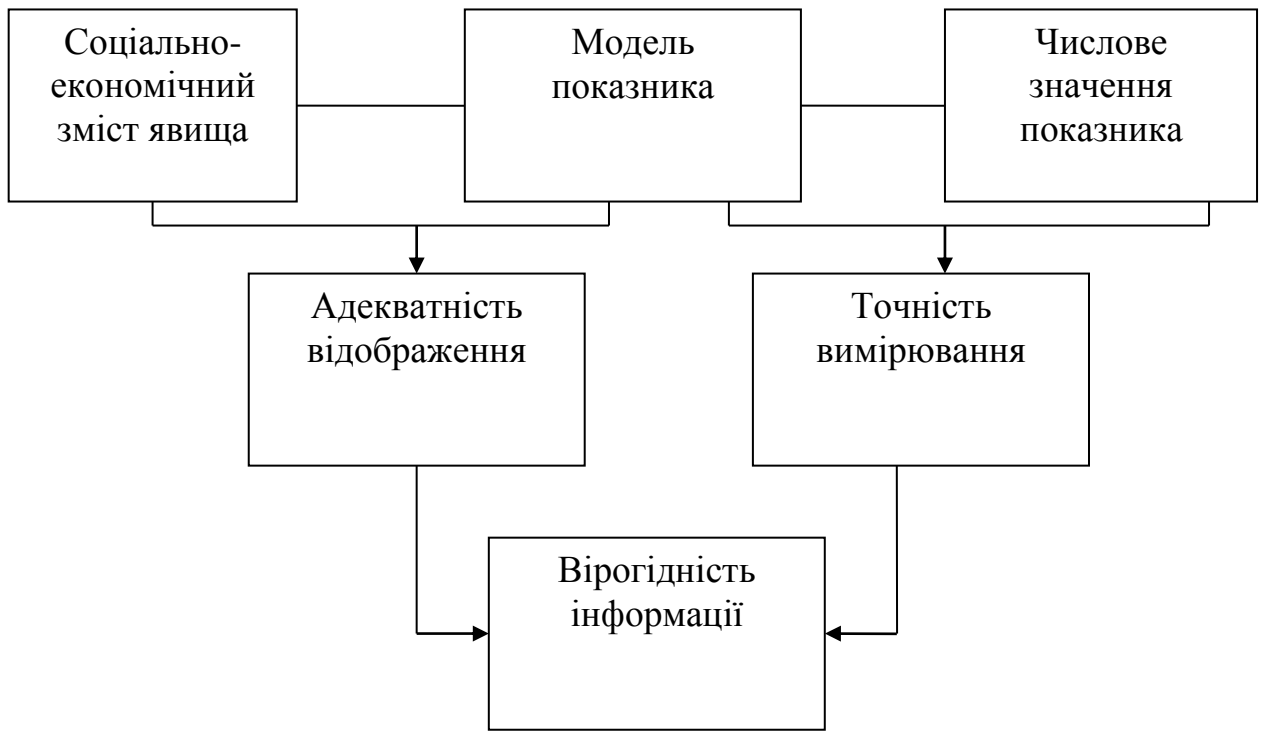


Рис. 4.1 Зв'язок статистичної моделі показника та вірогідності інформації

Статистичні показники розрізняють за способом обчислення, ознакою часом та аналітичними функціями.

За способом обчислення розглядають **первинні** і **похідні** показники. Первинні визначаються зведенням даних статистичного спостереження й подаються у формі абсолютних величин. Похідні показники обчислюються на базі первинних або похідних показників. Вони мають форму середніх або відносних величин.

За ознакою часу показники поділяються на **інтервальні** та **моментні**. Інтервальні характеризують явище за певний час (день, декаду, місяць, рік). До е стимуля відносять показники, що дають кількісну характеристику явищ на певний момент часу. Інтервальні та моментні показники можуть бути як первинними, так і похідними.

Інтервальні показники залежать від довжини періоду, за який вони обчислюються. Особливістю первинних інтервальних показників є **адитивність**, тобто можливість підсумовування. Похідні показники здебільшого неадитивні.

Серед статистичних показників існують пари взаємообернених показників, які паралельно характеризують одне й те саме явище. Прямий показник X зростає з підсиленням явища, обернений $1/X$, навпаки, зменшується. Прикладом можуть бути такі показники:

- 1) купівельна спроможність грошової одиниці – прямий показник, ціна одиниці товару – обернений;

- 2) продуктивність праці за одиницю часу – прямий показник, трудомісткість одиниці продукції – обернений.

4.2. Абсолютні статистичні величини, одиниці їх вимірювання

Абсолютними величинами в статистиці називаються первинні узагальнюючі показники, які характеризують суспільні явища і процеси в конкретних умовах місця і часу.

Абсолютні величини як узагальнюючі показники характеризують сукупність за її **чисельністю** (число працівників, кількість магазинів, лікарень) і **обсягом** (валовий випуск продукції, фонд заробітної плати, обсяг роздрібного товарообороту і т.д.).

Статистика виділяє три види абсолютних величин: індивідуальні, групові і загальні.

Індивідуальними називаються такі абсолютні величини, які виражають розміри кількісних ознак окремих одиниць досліджуваної сукупності.

Групові і загальні абсолютні статистичні величини виражають величину ознаки у всіх одиниць даної сукупності, або окремих її груп.

Абсолютні статистичні величини виражають розміри явищ в таких одиницях міри як: вага, об'єм, площа, довжина, вартість і ін.

Абсолютні статистичні величини завжди числа іменовані. В статистиці використовується велике число різноманітних одиниць виміру, які можна об'єднати в три групи: натуральні, вартісні і трудові.

Натуральними називаються одиниці виміру, які виражають розміри конкретних явищ у фізичних вимірниках (тоннах, кілограмах, метрах, гектарах, літрах, кубометрах і ін.).

Натуральні одиниці виміру можуть бути простими, складними і умовно-натуральними.

Складні натуральні одиниці виміру отримують шляхом перемноження двох величин різних розмірностей. Наприклад, потужність електродвигунів вимірюється в кіловатах, а спожита ними енергія в складних одиницях – кіловат-годинах, обсяг перевезених вантажів вимірюється в тоннах, а вантажооборот – в тонно-кілометрах, верстатний парк цеху обчислюється в штуках, а робота верстатів у верстато-днях, верстато-змінах і т.д.

В ряді випадків статистика використовує умовно-натуральні одиниці виміру. Такі одиниці виміру використовуються для зведення до купи декількох різновидностей однакової споживної вартості. Одну з них приймають за еталон, а всі інші перераховують за допомогою спеціальних перевідних коефіцієнтів в одиниці виміру взятого еталону. Перерахунок в умовно-натуральні одиниці здійснюють за формулою:

$$B_{ун} = B_0 + \sum B_i \cdot K_i,$$

де Вун – випуск продукції в умовно-натуральних одиницях виміру;
 Во – випуск продукції, яка прийнята за еталон;
 Ві – випуск інших видів продукції;
 Кі – коефіцієнт переводу в умовно-натуральні одиниці виміру:

$$K_i = \frac{X_i}{X_o},$$

де X_o , X_i – якісна або кількісна характеристика відповідно продукції, яка прийнята за еталон, та інших видів продукції.

Приклад.

За звітний період підприємство випустило таку кількість зошитів:

Зошити	Кількість аркушів у зошиті, арк.	Випуск, тис. шт.
Шкільні	12	4200
Загальні	36	3500
Загальні	60	1900
Загальні	84	1200
Загальні	96	950

Визначити загальну кількість виробленої продукції підприємством в умовно-натуральних одиницях виміру. За умовну одиницю обчислювання прийняти шкільний зошит обсягом 12 аркушів.

Розв'язок

Оскільки згідно з умовою задачі, умовною одиницею є шкільний зошит обсягом 12 аркушів, то його беремо за одиницю. Використовуючи вище наведену формулу, розраховуємо загальний випуск зошитів в умовно-натуральних одиницях:

$$Вун_{(12 \text{ арк})} = 4200 + 3500 \cdot \frac{36}{12} + 1900 \cdot \frac{60}{12} + 1200 \cdot \frac{84}{12} + 950 \cdot \frac{96}{12} = 40200 \text{ тис. шт.}$$

Вартісними називаються одиниці виміру, які використовуються для характеристики в грошовому виразі багатьох різноманітних статистичних

показників. Наприклад, собівартість і ціна одиниці продукції обліковується в гривнях і копійках, обсяг товарообороту продуктового магазину – в тисячах гривень, а валовий внутрішній продукт держави в мільйонах або мільярдах гривень.

Трудовими називаються одиниці виміру, які використовуються для обліку затрат робочого часу, для визначення рівня продуктивності праці, величини трудових ресурсів і раціонального їх використання та ін. Трудові вимірники виражаються в людино-годинах, людино-роках, людино-днях, верстато-днях.

Існує певна множина абсолютних величин, які обліковуються у формі балансу. Така форма передбачає розрахунок показника за джерелами формування та напрямками використання, а це дає змогу визначити не лише сумарний показник, а й усі його компоненти. Складаються баланси підприємств, матеріальні баланси найважливіших продуктів, палива, трудових ресурсів і т. ін. Широко використовуються також динамічні баланси за схемою:

$$\text{Залишок на початок періоду} + \text{Надходження} - \text{Витрати} = \\ \text{Залишок на кінець періоду}$$

Абсолютні величини є основою для обчислення різних видів відносних і середніх величин, індексів та інших узагальнюючих показників.

4.3. Характеристика відносних величин

Абсолютні статистичні величини мають незаперечне значення в системі управління, проте поглиблений соціально-економічний аналіз фактів потребує різного роду порівнянь. Порівнюються значення статистичних показників у часі (за одним об'єктом), у просторі (між об'єктами), співвідносяться різні ознаки одного й того самого об'єкта. Результатом порівняння є відносні статистичні величини.

Відносними величинами називають статистичні показники, які виражають кількісні співвідношення між соціально-економічними явищами і процесами. Їх отримують шляхом порівняння (ділення) двох однойменних, або різнойменних величин.

Величина, з якою проводять порівняння, називається основою відносної величини, базою порівняння або базисною величиною. Величина, яку порівнюють, називається поточною, порівнюваною чи звітною величиною.

Відносні величини показують, у скільки разів порівнювана величина більша (менша) за базисну, або яку частку перша займає в другій, або скільки одиниць однієї величини припадає на одиницю іншої.

В залежності від бази порівняння відносні величини можуть виражатись у формі:

- а) коефіцієнтів – якщо база порівняння приймається за одиницю;
- б) процентів (%) – якщо база порівняння береться за 100;
- в) проміле (‰) – якщо за базу порівняння взято 1000;
- г) продециміле (‱) – якщо база порівняння становить 10 000;
- д) просантиміле (‱‱) – якщо база порівняння прийнята за 100 000.

Різноманітність співвідношень і пропорцій реального життя для свого відображення потребує різних за змістом і статистичною природою відносних величин. В залежності від змісту і пізнавального значення відносні величини, що використовуються в статистиці, поділяються на наступні основні види: відносні величини планового завдання, виконання плану, динаміки, структури, координації, порівняння і інтенсивності.

Відносна величина планового завдання (ВВПЗ) – показує на скільки відсотків передбачається змінити рівень показника у звітному періоді порівняно з базисним. Розраховується у формі коефіцієнта чи відсотка.

$$ВВПЗ = \frac{У_{пл}}{У_0},$$

де $У_{пл}$ – плановий рівень показника у звітному періоді.

$У_0$ – фактичний рівень показника у базисному періоді.

Відносна величина виконання плану (ВВВП) – показує на скільки відсотків фактично перевиконано або недовиконано планове завдання у звітному періоді. Тобто це процентне відношення фактично досягнутого рівня до запланованого за відповідний період часу (місяць, квартал і т.д.). Розраховується у формі коефіцієнта чи відсотка.

$$ВВВП = \frac{У_1}{У_{пл}},$$

де $У_1$ – фактичний рівень показника у звітному періоді

Відносна величина динаміки (ВВД) – показує на скільки відсотків змінився рівень показника у звітному періоді порівняно з базисним. В залежності від характеру бази порівняння, розрізняють відносні величини динаміки із змінною базою порівняння, або ланцюгові, і відносні е стимуля постійною базою порівняння, або базисні. Розраховується у формі коефіцієнта чи відсотка.

$$ВВД = \frac{У_1}{У_0},$$

Між відносними величинами планового завдання, виконання плану та динаміки існує взаємозв'язок:

$$ВДД = ВВПЗ \times ВВПІ$$

Приклад

Є такі дані по підприємству:

Випуск продукції, тис. шт.

2017 рік	2018 рік	
	План	Факт
Y_0	$Y_{пл}$	Y_1
280,0	331,8	309,6

Визначити відносні величини планового завдання, виконання плану та динаміки. Зробити висновки.

Розв'язок

1. Відносна величина планового завдання:

$$ВВПЗ = \frac{Y_{пл}}{Y_0} = \frac{331,8}{280,0} = 1,185 \text{ (+18,5 \%)}$$

Висновок: планом на 2018 р. передбачалось збільшити випуск продукції на 18,5 %.

2. Відносна величина виконання плану:

$$ВВПІ = \frac{Y_1}{Y_{пл}} = \frac{309,6}{331,8} = 0,933 \text{ (-6,7 \%)}$$

Висновок: фактично план випуску продукції у 2018 р. було недовиконано на 6,7 %.

3. Відносна величина динаміки:

$$ВДД = \frac{Y_1}{Y_0} = \frac{309,6}{280,0} = 1,106 \text{ (+10,6 \%)}$$

Висновок: у 2018 р. порівняно з 2017 р. випуск продукції збільшився на 10,6 %.

Відносні величини структури (ВВС) характеризують питому вагу окремих частин досліджуваної сукупності в загальному її обсязі. Їх

обчислюють шляхом відношення частини до цілого. Розраховуються у формі коефіцієнта чи відсотка.

$$BVC = \frac{\text{Частина сукупності}}{\text{Сукупність загалом}}$$

Відносні величини координації (ВВК) характеризують співвідношення частин цілого між собою. За допомогою відносних величин координації визначають, скільки одиниць даної частини цілого припадає на 1, на 100, на 1000, на 10000 одиниць іншої частини, взятої за базу порівняння.

$$BVK = \frac{\text{Одна частина сукупності}}{\text{Друга частина сукупності}}$$

Відносна величина порівняння характеризує співвідношення однойменних величин, що стосуються одного й того ж періоду або моменту часу, але різних об'єктів чи територій. Показує, у скільки разів порівнювана величина перевищує базисну.

Відносні величини інтенсивності (ВВІ) характеризують ступінь поширення або розвитку явища в певному середовищі. Їх отримують шляхом зіставлення різнойменних абсолютних величин, пов'язаних між собою, але які не являються складовими цілого.

$$BVI = \frac{\text{Обсяг певного явища}}{\text{Обсяг середовища, якому це явище властиве}}$$

У порівняльному аналізі використовуються кратні співвідношення не лише абсолютних величин. Комплексна й всебічна характеристика закономірностей суспільного життя передбачає порівняння середніх і відносних величин.

4.4. Середні величини, умови наукового їх застосування

Для зведеної кількісної характеристики багатьох явищ і процесів суспільного життя статистика широко використовує такий розповсюджений узагальнюючий показник як середня величина (середня врожайність, середній процент виконання плану, середня частка і т.п.). Вона дає узагальнюючу характеристику однорідних елементів масових явищ, які мають різне кількісне значення (варіацію) в залежності від конкретних умов. В середній погашаються випадкові відхилення індивідуальних значень і відображаються ті загальні умови, під впливом яких формувалась сукупність.

Середня величина – це узагальнюючий показник, який характеризує однорідну сукупність явищ за якою-небудь кількісною варіаційною ознакою в даних умовах місця і часу. Тільки за допомогою середньої можна охарактеризувати сукупність за кількісною варіаційною ознакою.

Середні величини використовують для порівняння показників двох і більше об'єктів (порівняння урожайності окремих культур по господарствах області, порівняння цін на деякі товари на ринках певного регіону і т.п.).

Середніми величинами користуються для характеристики зміни рівнів явищ в часі. До середніх звертаються при вивченні взаємозв'язків між явищами та їх ознаками.

Середні величини застосовують для проведення факторного аналізу явищ, з метою виявлення невикористаних резервів.

Велике значення мають середні величини в плануванні і прогнозуванні завдань для економіки в цілому і окремих його галузей. Багатогранність суспільних явищ обумовлює виняткову важливість застосування середніх величин в економіко-статистичних дослідженнях. Вони є активним засобом управління, планування і прогнозування економіки держави.

4.5. Середня арифметична, основні її властивості

Оскільки для більшості соціально-економічних явищ характерна адитивність обсягів, то найпоширенішою є арифметична середня, яка розраховується діленням обсягу значень ознаки на обсяг сукупності.

Середня арифметична застосовується у формі простої середньої і зваженої середньої.

Середня арифметична проста застосовується в таких випадках, коли всі варіанти зустрічаються один раз, або мають однакові частоти в досліджуваній сукупності. Її отримують шляхом додавання окремих варіантів і діленням суми на число доданків.

Формула середньої арифметичної простої має вигляд:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n},$$

де \bar{X} – середнє значення ознаки;

X_i – окремі варіанти ознаки;

n – кількість варіантів.

У великих за обсягом сукупностях окремі значення ознаки (варіанти) можуть повторюватись. У такому разі їх можна об'єднати в групи, а обсяг значень ознаки визначити як суму добутків варіант на відповідні їм частоти. Такий процес множення у статистиці називають зважуванням, а число елементів сукупності з однаковими варіантами – вагами. Сама назва “ваги”

відбиває факт різновагомості окремих варіант. Значення ознаки осереднюються за формулами **середньої арифметичної зваженої**:

1) якщо відомо значення ознаки (X) та частоти ознаки (f):

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i \cdot f_i}{\sum f_i}$$

2) якщо відомо обсяг сукупності (m) та частоти ознаки (f):

$$\bar{X} = \frac{\sum m}{\sum f}$$

3) якщо відомо значення ознаки (X) та показники частки (f²):

$$\bar{X} = \sum X_i \cdot f_i$$

Приклад.

За наступними даними про заробітну плату і чисельність робітників розрахувати середній рівень заробітної плати.

Заробітна плата, грн./люд.	Чисельність робітників, люд.
X	f
1350	35
1600	26
1800	15
2150	4

Розв'язок

Оскільки за умовою задачі відомо значення ознаки (X) та частоти ознаки (f), розрахунок буде здійснено наступним чином:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i \cdot f_i}{\sum f_i} = \frac{1350 \cdot 35 + 1600 \cdot 26 + 1800 \cdot 15 + 2150 \cdot 4}{35 + 26 + 15 + 4} = \frac{124450}{80} = 1555,6 \text{ грн./люд.}$$

Формально між середньою арифметичною простою і середньою арифметичною зваженою немає принципових відмінностей. Адже багаторазове підсумовування значень однієї варіанти замінюється множенням варіант на вагу. Проте функціонально середня зважена більш навантажена, оскільки враховує поширеність, повторюваність кожної

варіанти і певною мірою відображує склад сукупності. Значення середньої зваженої залежить не лише від значень варіант, а й від структури сукупності. Чим більшу вагу мають малі значення ознаки, тим менша середня, і навпаки.

Іноді середні величини потрібно обчислити не з конкретних значень варіантів досліджуваної ознаки, а із значень величин, виражених у вигляді інтервалів. В таких випадках потрібно для кожного інтервалу знайти його середину за простою середньою між верхньою і нижньою межею кожного інтервалу і після цього проводити обчислення за формулою середньої арифметичної зваженої.

Приклад.

Розрахувати середню собівартість продукції.

Продуктивність праці, од./люд.	Середина інтервалу (X)	Чисельність робітників, люд. (f)	Кількість продукції, од. (X*f)
200-204	202	10	2020
204-208	206	28	5768
208-212	210	26	5460
212-216	214	8	1712
216-220	218	4	872
220-224	222	2	444
224-228	226	2	452
Разом	x	80	16728

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i \cdot f_i}{\sum f_i} = \frac{16728}{80} = 209,1 \text{ грн./од.}$$

Середня арифметична має деякі математичні властивості, що мають е стимуля значення. Найважливіші з них такі:

1) Якщо всі варіанти збільшити або зменшити на одне й теж число (A), то й середня арифметична збільшиться (зменшиться) на теж число (A):

$$\frac{\sum (X \pm A) \cdot f}{\sum f} = \bar{X} \pm A$$

2) Якщо всі варіанти збільшити або зменшити в одне й теж число (B) раз, то й середня арифметична відповідно збільшиться (зменшиться) в (B) раз:

$$\frac{\sum (X \cdot B) \cdot f}{\sum f} = \bar{X} \cdot B$$

3) Якщо всі частоти (ваги) поділити або помножити на яке-небудь число (K), то середня арифметична від цього не зміниться:

$$\frac{\sum X \cdot f \cdot K}{\sum f \cdot K} = \bar{X} \cdot K$$

4) Алгебраїчна сума відхилень окремих варіант ознаки від середньої дорівнює нулю:

$$\sum (X_i - \bar{X}) \cdot f_i = 0,$$

тобто в середній взаємно компенсуються додатні та від'ємні відхилення окремих варіант.

5) Сума квадратів відхилень окремих варіант ознаки від середньої менша, ніж від будь-якої іншої величини:

$$\sum (X_i - \bar{X})^2 \cdot f_i = \min$$

Використання першої і другої властивостей середньої арифметичної дозволяє значно спростити її обчислення. Цей метод в статистиці називають **методом моментів**, або **метод відліку від умовного нуля**. Розглянемо спрощений спосіб обчислення середньої арифметичної методом моментів за даними попереднього прикладу.

Продуктивність праці, од./люд.	Середина інтервалу (X)	Чисельність робітників, люд. (f)	Скорочені варіанти		Зважені скорочені варіанти $(\frac{X-A}{K}) \cdot f$
			X-A A=206	$\frac{X-A}{K}$ K=4	
200-204	202	10	-4	-1	-10
204-208	206	28	0	0	0
208-212	210	26	4	1	26
212-216	214	8	8	2	16
216-220	218	4	12	3	12
220-224	222	2	16	4	8
224-228	226	2	20	5	10
Разом	x	80	x	x	62

Формула для знаходження середньої арифметичної способом моментів має вигляд:

$$\bar{X} = m_1 \cdot K + A,$$

де $m_1 = \frac{\sum \left(\frac{X - A}{K} \right)}{\sum f}$ – момент першого порядку.

Визначимо момент першого порядку:

$$m_1 = \frac{\sum \left(\frac{X - A}{K} \right)}{\sum f} = \frac{62}{80} = 0,775$$

Підставляємо значення в формулу:

$$\bar{X} = 0,775 \cdot 4 + 206 = 209,1 \text{ од./люд.}$$

Отже, було отримано той самий результат, що й при обчисленні за звичайною формулою середньої арифметичної зваженої.

4.6. Середня гармонійна, її різновиди і сфера використання

В статистичній практиці часто зустрічаються випадки, коли середню потрібно обчислювати за формулою **середньої гармонічної**. Це відбувається тоді, коли підсумовуванню підлягають не самі варіанти, а обернені їм числа. В цьому випадку, для знаходження середнього значення варіаційної ознаки, застосовують формулу **середньої гармонічної простої**, яка має вигляд:

$$\bar{X} = \frac{n}{\sum \frac{1}{X}},$$

де n – число індивідуальних значень ознак;

$\sum \frac{1}{X}$ – сума обернених значень ознак.

Середню гармонічну зважену застосовують в тих випадках, коли є дані про індивідуальні значення ознаки в загальній сукупності і загальний обсяг сукупності, але в готовому виді немає частот:

$$\bar{X} = \frac{\sum m}{\sum \frac{m}{X}}$$

де $\sum \frac{m}{X}$ – сума добутку обернених ознак і частот.

Приклад.

За наступними даними розрахувати для кожного варіанту середню собівартість продукції.

Варіант 1		Варіант 2	
Собівартість продукції, грн./од.	Грошові витрати на виробництво продукції, тис. грн.	Собівартість продукції, грн./од.	Грошові витрати на виробництво продукції, тис. грн.
X	m	X	m
25	800	18	720
20	800	32	1440
28	800	24	840

Розраховуємо середню собівартість продукції для першого варіанта:

$$\bar{X} = \frac{n}{\sum \frac{1}{X}} = \frac{3}{\frac{1}{25} + \frac{1}{20} + \frac{1}{28}} = 23,8 \text{ грн./од.}$$

Розраховуємо середню собівартість продукції для другого варіанта:

$$\bar{X} = \frac{\sum m}{\sum \frac{m}{X}} = \frac{720 + 1440 + 840}{\frac{720}{18} + \frac{1440}{32} + \frac{840}{24}} = 25 \text{ грн./од.}$$

4.7. Характеристика середньої геометричної та середньої квадратичної величини

Якщо визначальна властивість сукупності формується як добуток індивідуальних значень ознаки, використовується **середня геометрична**:

$$\bar{X} = \sqrt[n]{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot \dots \cdot X_n} = \sqrt[n]{\prod X_i},$$

де \prod – символ добутку;

X_i – відносні величини динаміки, виражені кратним відношенням i -го значення показника до попереднього ($i-1$)-го.

Коли часові інтервали не однакові, розрахунок виконують за формулою середньої геометричної зваженої:

$$\bar{X} = \sqrt[n]{\prod X_i^n}$$

Найбільш широко використовується при аналізі динаміки з метою визначення середнього темпу зростання.

Середня квадратична використовується при визначенні показників варіації.

Середня квадратична проста:

$$\bar{X} = \frac{\sum X^2}{n}$$

Середня квадратична зважена:

$$\bar{X} = \frac{\sum X^2 \cdot f}{\sum f}$$

4.8. Система статистичних показників

Соціально-економічні явища надзвичайно складні й багатогранні. Будь-який показник відтворює лише одну грань предмета пізнання. Комплексна характеристика останнього передбачає використання системи показників, що має дві особливості:

- 1) всебічність кількісного відображення явищ;

2) органічний взаємозв'язок окремих показників, причому саме вони перетворюють групу показників на єдиний комплекс характеристик складного явища чи процесу.

Коло властивостей, що вивчаються, а отже, і показників системи залежить від мети дослідження. У кожній системі можна вирізнити певні множини показників, які детальніше відтворюють той чи інший бік явища. Систему показників визначають як ієрархічну структуру, на нижньому щаблі якої – узагальнюючий інтегральний показник, на верхньому – рівновагомі ознаки, які безпосередньо вимірюються.

Кожний показник системи має самостійне значення і водночас є складовою узагальнюючої властивості. Надмірна складність окремих суспільних явищ зумовила появу інтегральних комплексних оцінок, які обчислюються комбінуванням показників верхніх щаблів. Конструювання інтегральних оцінок ґрунтується на стандартизації показників, зведенні їх до одного виду. З-поміж інтегральних оцінок, побудованих на стандартизованій системі, широко використовуються рейтингові оцінки у вигляді багатовимірних середніх.

Суть багатовимірної середньої полягає в заміні індивідуальних значень множини показників j -го елемента сукупності X_{ij} відносними величинами P_{ij} . Базою порівняння можуть бути середні значення показників по сукупності в цілому \bar{X}_i або еталонні значення $X_{i,st}$ (норма, стандарт):

$$P_{ij} = \frac{X_{ij}}{\bar{X}_i} \quad \text{або} \quad P_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_{i,st}}$$

Багатовимірна середня – це середня арифметична з відношень P_{ij} . Вона визначається для кожного j -го елемента і є інтегральною оцінкою певного явища саме для цього елемента:

$$\bar{P}_j = \frac{\sum P_{ij}}{n},$$

де n – число показників.

Серед показників системи вирізняють стимулятори і де стимулятори. Показники-стимулятори свідчать про високий рівень i -го параметра при $P_{ij} > 1$, дестимулятори – при $P_{ij} < 1$. Щоб звести їх до однозначної характеристики, для дестимуляторів відношення P_{ij} обчислюють як обернену величину.

Якщо показники вважаються рівно вагомими, кожному з них надається певна вага і розрахунок виконується за формулою середньої арифметичної зваженої:

$$\bar{P}_j = \sum P_{ij} \cdot d_i,$$

де d_i – вага i -го показника.

Статистичний аналіз, що розкриває зміст і значення показників, поглиблюючи уявлення про предмет дослідження і властиві йому закономірності, виконують у двох напрямках:

- 1) замість ізольованих характеристик окремих сторін предмета розглядають зв'язки і відношення, виявляють фактори, які впливають на рівень і варіацію показників, оцінюють ефекти їх впливу;
- 2) вивчають динаміку показників, напрям і швидкість змін, визначають характер і рушійні сили розвитку.

ТЕМА 5

РЯДИ РОЗПОДІЛУ. АНАЛІЗ ВАРІАЦІЙ ТА ФОРМИ РОЗПОДІЛУ

- 5.1. Ряд розподілу – основа аналізу закономірностей розподілу
- 5.2. Характеристики центру розподілу: середня, мода, медіана
- 5.3. Сутність та показники варіації
- 5.4. Характеристики форми розподілу

5.1. Ряд розподілу – основа аналізу закономірностей розподілу

Статистична сукупність формується під впливом причин та умов, з одного боку – типових, спільних для всіх елементів сукупності, а з іншого – випадкових, індивідуальних. Ці чинники взаємопов'язані, а їх спільні взаємодія визначає як індивідуальні значення ознак, так і розподіл останніх у межах сукупності. Характерні властивості структури статистичної сукупності відбиваються в рядах розподілу.

Ряд розподілу складається з двох елементів: **варіант** – значень груповальної ознаки **X** та **частот** (часток) **f**. Саме у співвідношенні варіант і частот виявляється закономірність розподілу.

Залежно від статистичної природи варіант ряди розподілу поділяються на атрибутивні та варіаційні. Частотними характеристиками будь-якого ряду є абсолютна чисельність – частота, та відносна частота – частка. Додатковою характеристикою варіаційних рядів є кумулятивна частота (частка), що являє собою результат послідовного об'єднання груп і підсумовування відповідних їм частот (часток).

Поглиблений аналіз закономірностей розподілу передбачає характеристику зазначених особливостей сукупності, зокрема:

- 1) визначення типового рівня ознаки, який є центром тяжіння;

- 2) вимірювання варіації ознаки, ступеня згрупованості індивідуальних значень ознаки навколо центра розподілу;
- 3) оцінювання особливостей варіації, ступеня її відхилення від симетрії;
- 4) оцінювання нерівномірності розподілу значень між окремими елементами сукупності, тобто ступінь їх концентрації.

Базою аналізу закономірностей розподілу є варіаційний ряд – дискретний або інтервальний – з різними інтервалами.

5.2. Характеристики центру розподілу: середня, мода, медіана

Центром тяжіння будь-якої статистичної сукупності є типовий рівень ознаки, узагальнююча характеристика всього розмаїття її індивідуальних значень. Такою характеристикою є середня величина.

Окрім типового рівня важливе значення має домінанта, тобто найбільш поширене значення ознаки. Таке значення називають модою.

Модою називається величина ознаки (варіанта), яка найчастіше зустрічається в даній сукупності.

У дискретному ряду моду визначають безпосередньо за найбільшою частотою (часткою).

В інтервальному ряду за тим самим принципом визначається модальний інтервал, а потім конкретне модальне значення в середині інтервалу обчислюється за інтерполяційною формулою:

$$Mo = x_0 + i_{Mo} \frac{f_{Mo} - f_{Mo-1}}{(f_{Mo} - f_{Mo-1}) + (f_{Mo} - f_{Mo+1})},$$

де x_0 – нижня межа модального інтервалу;

i_{Mo} – ширина модального інтервалу;

f_{Mo} – частота модального інтервалу;

f_{Mo-1} – частота передмодального інтервалу;

f_{Mo+1} – частота післямодального інтервалу.

Для моди як домінанти число відхилень ($x - Mo$) мінімальне. Оскільки мода не належить від крайніх значень ознаки, то її доцільно використовувати тоді, коли ряд розподілу має невизначені межі.

Характеристикою центра розподілу вважається також **медіана** – значення ознаки, яка припадає на середину впорядкованого ряду, поділяє його навпіл – на два рівні за обсягом частини.

Щоб знайти медіану в дискретному варіаційному ряду, потрібно спочатку розташувати всі варіанти в зростаючому або спадаючому порядку. Потім визначити номер медіани, який вкаже на її розташування в рангованому ряді за формулою:

$$N_{Me} = \frac{\sum f}{2} + 0,5$$

Щоб визначити медіану інтервального варіаційного ряду спочатку, за допомогою нагромаджених частот, потрібно знайти інтервал, що містить медіану. Значення медіани в середині інтервалу, як і значення моди, обчислюють за інтерполяційною формулою:

$$Me = x_0 + i_{Me} \frac{\frac{\sum f}{2} - S_{Me-1}}{f_{Me}},$$

де x_0 – нижня межа медіанного інтервалу;

i_{Me} – ширина медіанного інтервалу;

f_{Me} – частота модального інтервалу;

S_{Me-1} – кумулятивна частота передмедіанного інтервалу.

Медіана, як і мода, не залежить від крайніх значень ознаки; сума модулів відхилень варіант від медіани мінімальна, тобто вона має властивість лінійного мінімуму:

$$\sum |X - Me| \cdot f = \min$$

Цю властивість медіани можна використати при проектуванні розміщення зупинок міського транспорту, заготівельних пунктів тощо.

Окрім моди і медіани, в аналізі закономірностей розподілу використовуються також квартилі та децилі. Квартилі – це варіанти, які поділяють обсяги сукупності на чотири рівні частини, децилі – на десять рівних частин. Ці характеристики визначаються на основі кумулятивних частот (часток) за аналогією з медіаною, яка є другим квартилем або п'ятим децилем.

Мода, медіана, квартилі і децилі відносяться до так званих порядкових статистик, під якими розуміють варіант, який займає певне порядкове місце в рангованому варіаційному ряду.

Їх використання в статистичному аналізі варіаційних рядів дозволяє більш глибоко дослідити і детальніше охарактеризувати сукупність, яка вивчається.

5.3. Сутність та показники варіації

Середні величини мають велике теоретичне і практичне значення, вони дають узагальнюючу характеристику сукупності за варіаційними ознаками, виражають типовий, для даних умов, рівень цих ознак. Проте, для характеристики досліджуваних явищ одних тільки середніх величин

недостатньо, оскільки, при однакових значеннях середньої величини, різні сукупності можуть істотно відрізнятися одна від одної за характером варіації величини досліджуваної ознаки.

Середні величини не виражають індивідуальних особливостей досліджуваної сукупності, які породжують варіацією ознаки її окремих елементів, а тому, їх потрібно доповнювати показниками, що характеризують коливання значень ознаки в сукупності.

Варіацією в статистиці називаються коливання ознаки в одиниць сукупності, а показники, що характеризують ці коливання називаються показниками варіації. Вони показують як розміщуються навколо середньої окремі значення осереднюваної ознаки.

Для вимірювання варіації у статистиці використовують такі показники як: розмах варіації, середнє лінійне відхилення, середній квадрат відхилення (дисперсія), середнє квадратичне відхилення і коефіцієнт варіації.

Розмах варіації (R) являє собою різницю між найбільшим і найменшим значенням ознаки:

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

де X_{\max} – максимальне значення ознаки;

X_{\min} – мінімальне значення ознаки.

Розмах варіації простий для обчислення, але він відображає лише крайні значення ознаки і не дає уяви про ступінь варіації усередині сукупності.

Середнє лінійне відхилення (d) являє собою середню арифметичну з абсолютних значень відхилень окремих варіантів від середньої арифметичної.

Середнє лінійне відхилення – величина іменована і визначається за формулами:

а) середнє лінійне відхилення просте

$$d = \frac{\sum |X - \bar{X}|}{n}$$

б) середнє лінійне відхилення зважене

$$d = \frac{\sum |X - \bar{X}| \cdot f}{\sum f}$$

Середній квадрат відхилення або дисперсія (σ^2) визначається як середня арифметична з квадратів відхилень окремих варіантів від їх середньої.

В залежності від вихідних даних, дисперсію обчислюють за формулами:

а) дисперсія проста:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n}$$

б) дисперсія зважена:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (X - \bar{X})^2 \cdot f}{\sum f}$$

Обчислення дисперсії пов'язано з великими і складними розрахунками, які потребують значних затрат часу і праці.

Однак, їх можна значно спростити, якщо використати деякі математичні властивості дисперсії.

1. Якщо всі варіанти ознаки (X) зменшити на довільну величину (A), то дисперсія від цього не зміниться.
2. Якщо всі значення варіантів (X) зменшити в (i) раз, то дисперсія зменшиться в (i²) раз, а середнє квадратичне відхилення – в (i) раз.
3. Якщо обчислити середній квадрат відхилень від будь-якої величини «A», яка в тій чи іншій мірі відрізняється від середньої арифметичної (\bar{X}), то він завжди буде більший за середній квадрат відхилень, обчислений від середньої арифметичної, на квадрат різниці між середньою і цією умовно взятою величиною, тобто на (X-A)².

Середнє квадратичне відхилення (σ), являє собою корінь квадратичний з дисперсії.

Воно визначається за формулами:

а) середнє квадратичне відхилення просте:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n}}$$

б) середнє квадратичне відхилення зважене:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2 \cdot f}{\sum f}}$$

Середнє квадратичне відхилення називають стандартним відхиленням. Воно як і середнє лінійне відхилення, є іменованою величиною. Середнє квадратичне відхилення використовують при оцінці тісноти зв'язку між явищами, при обчисленні помилок вибіркового спостереження, дослідженні рядів розподілу та ін.

Для нормального або близького до нормального розподілу між середнім квадратичним і лінійним відхиленнями встановлено таке співвідношення: $\sigma = 1,25d$.

Середнє квадратичне відхилення не завжди зручне для використання, тому що воно не дозволяє порівнювати між собою середні квадратичні відхилення у варіаційних рядах, варіанти яких виражені у різних одиниць виміру.

Щоб мати можливість порівнювати середні квадратичні відхилення різних варіаційних рядів, потрібно перейти від абсолютних до відносних показників варіації.

До числа відносних показників відносять **коефіцієнти варіації**:

а) лінійний:

$$V_d = \frac{d}{X} \cdot 100$$

б) квадратичний:

$$V_\sigma = \frac{\sigma}{X} \cdot 100$$

в) осциляції:

$$V_R = \frac{R}{X}$$

Якщо центр розподілу поданий медіаною, то за відносну міру варіації беруть кватильний коефіцієнт варіації:

$$V_Q = \frac{Q_3 - Q_1}{2 \cdot Me}$$

Для оцінювання ступеня варіації застосовують також співвідношення децилів. Так, коефіцієнт децильної диференціації показує кратність співвідношення дев'ятого та першого децилів:

$$V_D = \frac{D_9}{D_1}$$

5.4. Характеристики форми розподілу

Різноманітність статистичних сукупностей – передумова різних форм співвідношення частот і значень варіюючої ознаки. За своєю формою

розподіли поділяють на такі види: одно-, дво і багатoverшинні. Наявність двох і більше вершин свідчить про неоднорідність сукупності, про поєднання в ній груп з різними рівнями ознаки. Розподіли якісно однорідних сукупностей, як правило, одновершинні. Серед одновершинних розподілів є симетричні (скошені), гостро- і плосковершинні.

У **симетричному** розподілі рівновіддалені від центру значення ознаки мають однакові частоти, в **асиметричному** – вершина розподілу зміщена. Напрямок асиметрії протилежний напрямку зміщення вершини. Якщо вершина зміщена вліво, то це правостороння асиметрія, і навпаки. Асиметрія виникає внаслідок обмеженої варіації в одному напрямку або під впливом домінуючої причини розвитку, яка веде до зміщення центру розподілу.

Найпростішою мірою асиметрії є відхилення між середньою арифметичною і медіаною чи модою. В симетричному розподілі характеристики центру мають однакові значення $\bar{X} = Me = Mo$; в асиметричному між ними існують певні розбіжності. При правосторонній асиметрії $\bar{X} > Me > Mo$, при лівосторонній асиметрії, навпаки, $\bar{X} < Me < Mo$.

Найпростішою мірою асиметрії є відносне відхилення:

$$A = \frac{\bar{X} - Mo}{\sigma}$$

Коефіцієнт асиметрії характеризує напрям і міру скошеності в середині розподілу; при правосторонній асиметрії $A > 0$, при лівосторонній – $A < 0$.

Теоретично коефіцієнт асиметрії не має меж, проте на практиці його значення не буває надто великим і в помірно скісних розподілах не перевищує одиниці. Уважається, що при $A < 0,25$ асиметрія низька, якщо A не перевищує 0,5 – середня, при $A > 0,5$ – висока.

Іншою властивістю одновершинних розподілів є ступінь зосередженості елементів сукупності навколо центра розподілу. Цю властивість називають **ексцесом** розподілу.

Асиметрія та ексцес – дві пов'язані з варіацією властивості форми розподілу. Комплексне їх оцінювання виконується на базі центральних моментів розподілу. Алгебраїчно центральний момент розподілу – це середня арифметична k -го ступеня відхилення індивідуальних значень ознаки від середньої:

$$\mu_k = \frac{\sum (X - \bar{X})^k \cdot f}{\sum f}$$

Аналіз закономірностей розподілу можна поглибити, описати його певною функцією.

Не менш важливими у статистичному аналізі є характеристика нерівномірності розподілу певної ознаки між окремими складовими

сукупності, а також оцінка концентрації значень ознаки в окремих її частинах.

На відхиленнях часток двох розподілів – за кількістю елементів сукупності d_j і обсягом значень ознаки D_j – ґрунтується оцінювання концентрації. Якщо розподіл значень ознаки в сукупності рівномірний, то частки однакові - $d_j=D_j$, відхилення часток свідчать про певну концентрацію. Верхня межа суми відхилень $\sum |d_j - D_j| = 2$, а тому **коефіцієнт концентрації** обчислюється як півсума модулів відхилень:

$$K = \frac{1}{2} \sum |d_j - D_j|$$

Значення коефіцієнта коливається в межах від нуля (рівномірний розподіл) до одиниці (повна концентрація). Чим більший ступінь концентрації, тим більше значення коефіцієнта K .

Коефіцієнти концентрації широко використовуються в регіональному аналізі для оцінювання рівномірності територіального розподілу виробничих потужностей, фінансових ресурсів тощо. За кожним регіоном визначається також **коефіцієнт локалізації**:

$$L_j = \frac{D_j}{d_j} \cdot 100$$

Порівняння структур на основі відхилень часток доцільно в рядах з нерівними інтервалами, а надто в атрибутивних рядах.

ТЕМА 6

ВИБІРКОВИЙ МЕТОД. СТАТИСТИЧНА ПЕРЕВІРКА ГІПОТЕЗ

- 6.1. Суть вибіркового спостереження
- 6.2. Похибки вибірки
- 6.3. Визначення обсягу вибірки
- 6.4. Статистична перевірка гіпотез

6.1. Суть вибіркового спостереження

Вибірковим спостереженням називається такий вид несучільного спостереження, за характеристикою відібраної частини одиниць якого судять про всю сукупність.

Розрізняють генеральну і вибірку сукупності:

Генеральною сукупністю називається така маса одиниць, з якої проводиться відбір для дослідження.

Вибірковою сукупністю називається частина генеральної сукупності відібрана для обстеження.

До вибіркового спостереження статистика вдається у випадках, коли потрібно зекономити сили і засоби при проведенні дослідження, тобто, коли недоцільно або неможливо проводити суцільне спостереження.

Вибіркове спостереження застосовують також у поєднанні із суцільним для поглиблення дослідження, або уточнення і контролю результатів суцільного спостереження.

Вибіркове спостереження складається з таких етапів:

- 1) постановка мети спостереження;
- 2) складання програми спостереження і розробка відповідних даних;
- 3) вирішення організаційних питань проведення спостереження;
- 4) визначення відсотка і способу відбору одиниць;
- 5) проведення відбору;
- 6) реєстрація відповідних ознак у відібраних для дослідження одиниць;
- 7) узагальнення даних спостереження та розрахунок їх вибірових характеристик;
- 8) знаходження помилок вибірки;
- 9) перерахунок характеристик вибіркового спостереження на генеральну сукупність.

Вибіркове спостереження проводиться для вирішення наступних основних завдань:

- 1) визначення середнього розміру досліджуваної ознаки;
- 2) визначення питомої ваги (частки);
- 3) визначення середньої і граничної помилки вибірки;
- 4) знаходження меж для середньої і частки при повторному і неповторному відборі;
- 5) визначення потрібної чисельності вибірки;
- 6) поширення даних вибіркового спостереження на всю сукупність.

Науковим обґрунтуванням можливості застосування вибіркового спостереження виступає діалектична єдність одиничного, особливого і загального, згідно якої в кожному одиничному є риси особливого і загального, а загальне володіє рисами одиничного і особливого. Ця єдність дозволяє за одиничним і особливим судити про загальне, за частиною – про ціле, якщо правильно встановлений зв'язок між ними.

Особливістю вибіркового спостереження в порівнянні з іншими видами несцільного спостереження є те, що при відборі одиниць у вибірку сукупність забезпечується рівна можливість попадання кожної одиниці у вибірку. Це досягається шляхом неупередженого строгого випадкового відбору за схемою, розробленою математичною статистикою.

Відповідь на питання про те, яка за розміром різниця між генеральними і вибіровими узагальнюючими показниками, з якою ймовірністю можна

судити про цю різницю, дає теорія вибіркового методу, на основі закону великих чисел.

За допомогою цього закону розв'язують два взаємозв'язаних завдання:

1) розраховують, із заданою ймовірністю, межі можливих відхилень вибіркового від відповідного показника в генеральній сукупності;

2) визначають ймовірність того, що розмір можливих відхилень вибіркового показника від генерального не перевищить встановленої межі.

Принцип строгої випадковості, який покладений в основу вибірки, забезпечує його об'єктивність, дозволяє встановити межі можливих помилок і отримати практично достовірні дані для характеристики всієї сукупності явищ. Така вибірка сукупність називається **представницькою** або **репрезентативною**. В її склад входять представники всіх груп, з яких складається генеральна сукупність.

Точність результатів вибіркового спостереження, в кінцевому підсумку, буде залежати від способу відбору одиниць, ступеня коливання ознаки в сукупності та від числа одиниць, що їх спостерігатимуть.

Способом відбору називається система організації відбору одиниць з генеральної сукупності.

Розрізняють два методи відбору одиниць у вибірку сукупність: повторний і неповторний.

Повторним називається такий метод відбору, при якому кожна раніше відібрана одиниця повертається в генеральну сукупність і може знову брати участь у вибірці.

Безповторним називається такий метод відбору, при якому кожна раніше відібрана одиниця не повертається в генеральну сукупність і в подальшій вибірці участі не бере.

Оскільки неповторний відбір охоплює постійно нові одиниці сукупності, а повторний – одну і ту ж сукупність, тому неповторний відбір дає більш точні результати.

Повторний і неповторний методи відбору, в залежності від характеру одиниці відбору, застосовується в поєднанні з іншими видами відбору. В практиці статистичного дослідження використовуються три види відбору:

1) індивідуальний – відбір окремих одиниць сукупності;

2) груповий (серійний) – відбір груп (серій) одиниць;

3) комбінований – комбінація індивідуального і групового.

За способом відбору одиниць для обстеження розрізняють такі види вибіркового спостереження:

1) власне випадкова вибірка;

2) механічна вибірка;

3) типова (районована) вибірка;

4) серійна (гніздова) вибірка;

5) комбінована вибірка;

6) одноступінчаста і багатоступінчаста вибірка;

7) однофазна і багатозфазна вибірка;

8) інші види вибірки.

Власне випадковою називається така вибірка, при якій відбір одиниць з генеральної сукупності є випадковим. Часто для цього застосовують жеребкування або таблицю випадкових чисел.

Механічна вибірка – це послідовний відбір одиниць через рівні проміжки в порядку визначеного розположення їх в генеральній сукупності, або в якому-небудь переліку. Інтервали відбору визначаються у відповідності з часткою відбору одиниць (кожна п'ята, десята, сота і т.д.).

При типовому відборі генеральну сукупність поділяють на однорідні групи за певною ознакою, райони, зони. Потім з кожної групи випадковим або механічним способом відбирають певну кількість одиниць, пропорційно частці групи в загальній сукупності.

При серійній (гніздовій) вибірці відбір одиниць проводять цілими групами (серіями, гніздами) сукупності в межах яких обстежують всі одиниці без винятку. Серії для спостереження відбирають випадково, частіше неповторним способом механічної вибірки.

Комбінованою називається така вибірка, коли комбінують два або кілька видів вибірок. Перш за все, комбінують суцільне і вибірконе спостереження. В даному випадку, за основною програмою обстежується генеральна сукупність, а за додатковою – вибірковою.

Одноступінчастою називається вибірка, коли із досліджуваної сукупності зразу відбираються одиниці або серії одиниць для безпосереднього обстеження.

Багатоступінчаста вибірка передбачає поступове вилучення із генеральної сукупності спочатку укрупнення груп одиниць, потім груп менших за обсягом, і так до тих пір, поки не відберуть відповідні групи або одиниці, які будуть досліджуватись. Вибірка може бути двох-, трьох і більше ступінчастою.

Якщо необхідні дані можна отримати на основі вивчення всіх первинно відібраних одиниць, застосовують **однофазну вибірку**, а якщо тільки на основі деякої її частини, відібраної так, що вона складає підвибірку із початково проведеної вибірки – **багатофазну**.

Багатофазною називається така вибірка, коли одні відомості збираються від всіх одиниць відбору, потім відбираються ще деякі одиниці і обстежуються за більш широкою програмою. При багатофазній вибірці на кожній фазі зберігається одна і та ж одиниця відбору.

Розрахунок помилок репрезентативності багатоступінчастої і багатофазної вибірок проводиться для кожної ступені і фази окремо.

Бувають випадки, коли необхідно застосувати інші види відбору, такі як взаємопроникаючі і квантильні вибірки, направлений відбір, моментні спостереження, або скористатись малою вибіркою.

Взаємопроникаючою називається така вибірка, коли із однієї генеральної сукупності проводять одним і тим же способом декілька незалежних вибірок. Взаємопроникаючі вибірки завжди проводять різні,

незалежні один від одного дослідники, що дозволяє порівнювати підсумки по всіх частинах і забезпечити взаємну перевірку їх роботи. Взаємопроникаючі вибірки дають незалежні одна від одної оцінки значень досліджуваної сукупності, і, якщо результати різних вибірок близькі між собою, то такі оцінки дуже переконливі.

Помилки взаємопроникаючих вибірок визначаються за формулами типової пропорційної вибірки.

Квантильні вибірки застосовують тоді, коли виникає потреба дослідження даних суцільного спостереження за додатковою програмою. Для проведення квантильної вибірки рангують потрібну варіаційну ознаку і за її нагромадженими частотами будують огіву. За огіву механічним способом відбирають потрібну частину одиниць для дослідження цієї ж ознаки. Якщо огіва вибіркової сукупності добре відтворює огіву генеральної сукупності, то помилка репрезентативності буде мінімальною.

Направлений відбір використовують тоді, коли за відомим середнім значенням ознаки в генеральній сукупності вибіркова сукупність повинна характеризувати її структуру за іншими ознаками.

Направлений відбір передбачає проведення відбору таким чином, щоб середній розмір відібраних одиниць дорівнював середньому розміру одиниць всієї сукупності. В тому випадку, коли заміна однієї одиниці іншою призводить до наближеної рівності середніх генеральної і вибіркової сукупностей, вибірку вважають врівноваженою і репрезентативною за всіма іншими ознаками сукупності. Таким чином, **направленим відбором** називається врівноваження за однією ознакою для вибіркового дослідження інших ознак.

Помилку вибірки направленої відбору визначають в залежності від способу проведення відбору одиниць до врівноваження.

Моментне спостереження використовується для вивчення використання робочого часу робітниками або часу роботи устаткування. В кожний момент спостереження фіксують, чи знаходився робітник або верстат в роботі, а якщо ні, то з яких причин. Вибіркове моментне спостереження вважають через те, що охоплює не весь час роботи цеху, а лише визначені моменти часу.

Малою вибіркою називається вибіркова сукупність, яка складається з порівняно невеликої кількості одиниць (20-30). На практиці іноді доводиться обмежуватись малою кількістю спостережень (при перевірці якості продукції, зв'язаної із знищенням продукції, яку перевіряють). Математичною статистикою доведено, що і при малих вибірках характеристики вибіркової сукупності можна поширити на генеральну. При малих вибірках дисперсію обчислюють з врахуванням кількості ступенів вільності варіації.

Англійський вчений Стюдент винайшов закон розподілу відхилень вибірових середніх від генеральної середньої для малих вибірок.

Опираючись на цей закон, він склав спеціальні таблиці, в яких наводяться значення критерію «t» для малих вибірок.

6.2. Похибки вибірки

Для вибіркового спостереження властиві помилки реєстрації і помилки репрезентативності.

Помилки репрезентативності становлять різницю між середніми і відносними показниками вибіркової сукупності та відповідними показниками генеральної сукупності. Вони поділяються на систематичні та випадкові.

Систематичні помилки репрезентативності зумовлені внаслідок порушення принципів проведення вибіркового спостереження.

Випадкові помилки репрезентативності зумовлені тим, що вибірка сукупність не відображає точно середні і відносні показники генеральної сукупності.

Визначення величини випадкових помилок репрезентативності є одним з головних завдань теорій вибіркового методу.

Для узагальнюючої характеристики помилки вибірки вираховують середню помилку репрезентативності, яку позначають через грецьку букву «мю» (μ) і називають ще стандартом.

Для визначення середньої помилки репрезентативності власне випадкової і механічної вибірки застосовують чотири формули для повторного і безповторного відбору (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Формули для визначення середньої помилки вибірки

Способи відбору	Помилка вибірки	
	при визначенні середньої	при визначенні частки
Повторний	$\mu = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}}$	$\mu = \sqrt{\frac{w \cdot (1-w)}{n}}$
Безповторний	$\mu = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n} \cdot \left(1 - \frac{n}{N}\right)}$	$\mu = \sqrt{\frac{w \cdot (1-w)}{n} \cdot \left(1 - \frac{n}{N}\right)}$

де μ – середня похибка вибірки;

σ^2 – середній квадрат відхилень у вибірці;

n – чисельність вибіркової сукупності;

N – чисельність генеральної сукупності;

$\left(1 - \frac{n}{N}\right)$ – необстежена частка генеральної сукупності;

$\frac{n}{N}$ – частка обстеженої частини вибіркової сукупності;

w – частка даної ознаки у вибірці;

$(1-w)$ – частка протилежної ознаки у вибірці.

На практиці частіше використовують безповторний відбір, який гарантує більш точні результати.

Для узагальнюючої характеристики помилки вибірки поряд із середньою розраховують ще і граничну помилку вибірки.

При вибіркового спостереженні розмір граничної помилки репрезентативності « Δ » може бути більший, дорівнювати або менший від середньої помилки репрезентативності « μ ». Тому величину граничної помилки репрезентативності обчислюють з певною ймовірністю « p », якій відповідає t -разове значення « μ ». З введенням показника кратності помилки « t », формула граничної помилки репрезентативності матиме вигляд:

$$\Delta = t \cdot \mu$$

де t – коефіцієнт довір'я, який залежить від ймовірності визначення граничної помилки.

Ймовірність відхилень вибіркової середньої від генеральної середньої при достатньо великому обсязі вибірки і обмеженій дисперсії генеральної сукупності підпорядковується закону нормального розподілу. Ймовірність цих відхилень при різних значеннях « t » визначається за формулою:

$$F(t) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

Значення цього інтеграла при різних значеннях « t » табульовані і приводяться в спеціальних таблицях, наприклад:

для $t=1$

$p=0,683$

для $t=3$

$p=0,997$

для $t=2$

$p=0,954$

для $t=4$

$p=0,999$

Гранична помилка вибірки дає можливість встановити, в яких межах знаходиться величина генеральної середньої або частки.

На основі формул граничної помилки вибірки розв'язують наступні завдання:

- 1) визначають довірчі межі генеральної середньої і частки з прийнятою ймовірністю;
- 2) визначають ймовірність того, що відхилення між вибірковими і генеральними характеристиками не перевищать визначену величину;
- 3) визначають необхідну чисельність вибірки, яка із заданою ймовірністю забезпечить прийняту точність вибіркових показників.

6.3. Визначення обсягу вибірки

При організації проведення вибіркового спостереження важливе значення має правильне визначення необхідної чисельності вибірки, яка з відповідною ймовірністю забезпечить встановлену точність результатів спостереження.

Чисельність вибірки залежить від наступних чинників:

- 1) від варіації досліджуваної ознаки. Чим більша варіація, тим більшою повинна бути чисельність вибірки, і навпаки;
- 2) від розміру можливої граничної помилки вибірки. Чим менший розмір можливої помилки, тим більша повинна бути чисельність вибірки. Існує правило, якщо помилку потрібно зменшити в три рази, то чисельність вибірки збільшують в дев'ять раз;
- 3) від розміру ймовірності, з якою гарантуватимуть результати вибірки. Чим більша ймовірність, тим більша повинна бути чисельність вибірки;
- 4) від способу відбору одиниць у вибірку сукупність для обстеження.

Основні формули для знаходження необхідної чисельності вибірки для власне випадкової і механічної вибірки представлено в табл. 6.2.

Таблиця 6.2

Формули для знаходження необхідної чисельності вибірки

Способи відбору	Чисельність вибірки	
	при визначенні середньої	при визначенні частки
Повторний	$n = \frac{t^2 \cdot \sigma^2}{\Delta^2}$	$n = \frac{t^2 \cdot w \cdot (1-w)}{\Delta^2}$
Безповторний	$n = \frac{t^2 \cdot \sigma^2 \cdot N}{\Delta^2 \cdot N + t^2 \cdot \sigma^2}$	$n = \frac{t^2 \cdot w \cdot (1-w) \cdot N}{\Delta^2 \cdot N + t^2 \cdot w \cdot (1-w)}$

6.4. Статистична перевірка гіпотез

Статистична гіпотеза – це певне припущення щодо властивостей генеральної сукупності, яке можна перевірити, спираючись на результати вибіркового спостереження. Суть перевірки гіпотез полягає в тому, щоб

визначити, узгоджуються чи ні результати вибірки з гіпотезою, випадковими чи не випадковими є розбіжності між гіпотезою і даними вибірки.

Найчастіше гіпотеза, яку належить перевірити, формулюється як відсутність розбіжності (нульова розбіжність) між невідомим параметром генеральної сукупності G і заданою величиною A , а тому її позначають H_0 . Зміст гіпотези записують після двокрапки, наприклад $H_0:G=A$.

Якщо вибіркові дані суперечать гіпотезі H_0 , вона відхиляється, коли ці дані узгоджуються з гіпотезою H_0 , вона не відхиляється. Спираючись на результати вибірки, статистична перевірка гіпотез неминуче пов'язана з ризиком прийняття помилкового рішення: ризик I – відхилення правильної нульової гіпотези, ризик II – невідхилення нульової гіпотези, коли насправді правильною є альтернатива. Ці ризики є конкуруючі, і зменшення ймовірності α одного зумовлює збільшення ймовірності β іншого. Оскільки уникнути ризиків неможливо, а наслідки їх, як правило, рівновагомі, то в кожному конкретному дослідженні прагнуть мінімізувати той ризик, який пов'язаний з більшими втратами. Ймовірності ризиків наведено в табл. 6.3.

Таблиця 6.3

Ймовірність ризиків помилкових рішень при перевірці гіпотез

Правильна гіпотеза	Прийнята гіпотеза	
	H_0	H_A
H_0	$1-\alpha$	α
H_A	β	$1-\beta$

Процедура перевірки гіпотез використовується при порівнянні вибірових характеристик (середньої, частки, дисперсії) з відповідними нормативами, порівнянні характеристик двох вибірових сукупностей, оцінюванні істотності розбіжностей двох розподілів, у дисперсійному та кореляційному аналізі.

ТЕМА 7

СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ

7.1. Загальний зв'язок явищ. Види зв'язків. Завдання статистичного вивчення зв'язку

7.2. Кореляційний і регресійний аналізи статистичного зв'язку соціально-економічних явищ

7.3. Показники тісноти зв'язку

7.4. Нелінійні залежності

7.5. Побудова багатofакторних моделей

7.1. Загальний зв'язок явищ. Види зв'язків. Завдання статистичного вивчення зв'язку

Одним з найбільш загальних законів об'єктивного світу є закон зв'язку і залежності між явищами суспільного життя. Ці явища найбільш складні, оскільки вони формуються під дією багаточисельних, різноманітних і взаємозв'язаних чинників.

Усі явища суспільного життя існують не ізольовано, вони органічно зв'язані між собою, залежать одні від одних і знаходяться в постійному русі і розвитку.

Розкриваючи взаємозв'язки і взаємозалежності між явищами можна пізнати їх суть і закони розвитку. Тому вивчення взаємозв'язків є основним завданням всякого статистичного аналізу.

Суспільні явища або окремі їх ознаки, які впливають на інші і обумовлюють їх зміну називаються **факторними**, а суспільні явища або окремі їх ознаки, які змінюються під впливом факторних, називаються **результативними**.

За характером залежності явищ розрізняють функціональні і кореляційні зв'язки.

Функціональним називається зв'язок, при якому певному значенню факторної ознаки завжди відповідає одне значення результативної ознаки. Функціональні зв'язки характеризуються певною відповідністю між причиною і наслідком.

Кореляційним називається зв'язок, при якому кожному значенню факторної ознаки, відповідає декілька значень результативної ознаки. В кореляційних зв'язках між причиною і наслідком немає повної відповідності, а спостерігається лише певне співвідношення.

За напрямом розрізняють зв'язки прями і обернені.

Прямий зв'язок – це такий зв'язок, коли із зростанням факторної ознаки, результативна також зростає.

При оберненому зв'язку із збільшенням факторної ознаки результативна зменшується або, навпаки, із зменшенням факторної ознаки, результативна зростає.

За формою зв'язок ділиться на прямолінійний і криволінійний.

При **прямолінійній** кореляційній залежності рівним змінним середніх значень факторної ознаки відповідають приблизно рівні зміни середніх значень результативної ознаки.

При **криволінійній** кореляційній залежності рівним змінним середніх значень факторної ознаки відповідають нерівні зміни середніх значень результативної ознаки.

Статистичне вивчення взаємозв'язків розв'язує наступні завдання:

а) визначаються форми зв'язку;

б) вимірюється тіснота (сила) зв'язку;

в) виявляється вплив окремих чинників на результативну ознаку.

Зв'язки і залежності суспільних явищ вивчаються різними методами, які дають уявлення про їх наявність і характер. До цих методів відносять: балансовий метод, метод порівняння паралельних рядів, графічний метод, метод аналітичних групувань, індексний метод, кореляційно-регресійний аналіз та ін.

Одним з поширених методів статистичного вивчення зв'язків суспільних явищ є балансовий метод, як прийом аналізу зв'язків і пропорцій в економіці.

Статистичний баланс являє собою систему показників, яка складається із двох сум абсолютних величин, зв'язаних між собою знаком рівності:

$$a+b=v+\gamma$$

Цю балансову ув'язку можна зобразити через балансове рівняння: залишок на початок + поступлення = видатки + залишок на кінець. Наведена балансова рівність характеризує єдиний процес руху матеріальних ресурсів і показує взаємозв'язок і пропорції окремих елементів цього процесу.

Метод порівняння паралельних рядів полягає в тому, що отримані в результаті групування і лічильної обробки матеріали статистичного спостереження рангованими паралельними рядами за факторною ознакою. Паралельно записуються значення результативної ознаки. Це дає можливість, порівнюючи їх, простежити співвідношення, виявити існування зв'язку і його напрямку.

Графічний метод виявлення кореляційної залежності заключається в зображенні статистичних характеристик, отриманих в результаті зведення і обробки вихідної інформації на графіку, яке наочно покаже форму зв'язку між досліджуваними ознаками, та його напрямком.

Метод статистичних групувань, як прийом виявлення кореляційної залежності, відноситься до числа найважливіших прийомів дослідження взаємозв'язків. Для виявлення залежності між ознаками за допомогою цього

методу матеріал статистичного спостереження групується за факторною ознакою, і для кожної групи вираховуються середні значення як факторної так і результативної ознаки. Порівнюючи зміни середніх значень результативної ознаки в міру зміни середніх значень факторної ознаки, виявляють характер зв'язку між ними.

7.2. Кореляційний і регресійний аналізи статистичного зв'язку соціально-економічних явищ

Основне завдання кореляційного і регресійного аналізу статистичних даних є виявлення залежності між досліджуваними ознаками у вигляді певної математичної формули і встановлення за допомогою коефіцієнта кореляції порівняльної ознаки тісноти взаємозв'язку.

Кореляційний і регресійний методи аналізу розв'язують два основних завдання:

- 1) визначають з допомогою рівняння регресії аналітичну форму зв'язку між варіацією ознак «х» і «у»;
- 2) встановлюють міру тісноти зв'язку між ознаками.

В практиці економіко-статистичних досліджень часто доводиться мати справу з прямолінійною формою зв'язку, яка виражається за допомогою рівняння регресії.

Рівняння регресії характеризує зміну середнього рівняння результативної ознаки «у» в залежності від зміни факторної ознаки «х».

У випадку лінійної форми зв'язку рівняння регресії має вигляд:

$$Y_x = a + bX,$$

де а, b – параметри рівняння:

$$b = \frac{n \cdot \sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a = \frac{\sum Y - b \cdot \sum X}{n}$$

Для економічної інтерпретації лінійних і нелінійних зв'язків між двома досліджуваними явищами часто використовують розраховані на основі рівнянь регресії коефіцієнти еластичності.

Коефіцієнт еластичності показує, на скільки відсотків змінюється в середньому результативна ознака «у» при зміні факторної ознаки «х» на 1%.

Для лінійної залежності коефіцієнт еластичності визначається за формулою:

$$E = b \frac{\bar{X}}{\bar{Y}}$$

7.3. Показники тісноти зв'язку

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

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

- 1) за відсутності будь-якого зв'язку значення коефіцієнта наближається до нуля; при функціональному зв'язку – до одиниці;
- 2) за наявності кореляційного зв'язку коефіцієнт виражається дробом, який за абсолютною величиною тим більший, чим щільніший зв'язок.

Серед мір щільності зв'язку найпоширенішим є **коефіцієнт кореляції** Персона. Позначається цей коефіцієнт символом r . Оскільки сфера його використання обмежується лінійною залежністю, то і в назві фігурує слово “лінійний”. Обчислення лінійного коефіцієнта кореляції r ґрунтується на відхиленнях значень взаємозв'язаних ознак x і y від середніх.

Коефіцієнт кореляції визначається відношенням зазначених сум:

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

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

На практиці застосовують різні модифікації наведеної формули коефіцієнта кореляції:

$$r = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{\sigma_x^2 \sigma_y^2}}$$

Оцінка тісноти зв'язку проводиться за схемою:

Сила зв'язку	Величина лінійного коефіцієнта кореляції при наявності:	
	прямого зв'язку	оберненого зв'язку
Слабка	0,1-0,3	(-0,1)-(-0,3)
Середня	0,3-0,7	(-0,3)-(-0,7)
Тісна	0,7-0,99	(-0,7)-(-0,99)

Відношення факторної дисперсії до загальної розглядається як міра щільності кореляційного зв'язку і називається **коефіцієнтом детермінації**:

$$R^2 = \frac{\delta_y^2}{\sigma_y^2}$$

Корінь квадратний з коефіцієнта детермінації називають **індексом кореляції R**.

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

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

де δ^2 – між групова дисперсія, яка вимірює варіацію ознаки у під впливом фактора x ;
 σ^2 – загальна дисперсія.

7.4. Нелінійні залежності

В практиці економічного аналізу найбільш часто використовують наступні нелінійні функції залежності: гіперболічну, параболічну другого порядку, напівлогарифмічну та деякі інші.

Якщо результативні ознака із збільшенням факторної ознаки зростає або спадає не безкінечно, а прямує до кінцевої мети, то для її аналізу застосовують **рівняння гіперболи**:

$$Y_x = a + b \frac{1}{x}$$

Для знаходження параметрів цього рівняння способом найменших квадратів використовується система нормальних рівнянь:

$$\begin{cases} \sum y = n \cdot a + b \sum \frac{1}{x} \\ \sum y \frac{1}{x} = a \sum \frac{1}{x} + b \sum \frac{1}{x^2} \end{cases}$$

За способом найменших квадратів параметри гіперболи визначають за формулами:

$$a = \frac{\sum \frac{1}{x^2} \cdot \sum y - \sum \frac{1}{x} \cdot \sum \frac{y}{x}}{n \cdot \sum \frac{1}{x^2} - \sum \frac{1}{x} \cdot \sum \frac{1}{x}}$$

$$b = \frac{n \cdot \sum \frac{x}{y} \cdot \sum y - \sum \frac{1}{x} \cdot \sum y}{n \cdot \sum \frac{1}{x^2} - \sum \frac{1}{x} \cdot \sum \frac{1}{x}}$$

Парабола другого порядку застосовується в тих випадках, коли із зростанням факторної ознаки відбувається нерівномірне зростання або спадання результативної ознаки. Рівняння параболи другого порядку визначається за формулою:

$$Yx = a_0 + a_1x + a_2x^2$$

Параметри цього рівняння знаходять способом найменших квадратів шляхом складання і розв'язку системи нормальних рівнянь:

$$\begin{cases} \sum y = na_0 + a_1 \sum x + a_2 \sum x^2 \\ \sum xy = a_0 \sum x + a_1 \sum x^2 + a_2 \sum x^3 \\ \sum x^2y = a_0 \sum x^2 + a_1 \sum x^3 + a_2 \sum x^4 \end{cases}$$

Вирівнювання за напівлогарифмічною кривою проводять в тих випадках, коли із зростанням факторної ознаки, середня результативна ознака спочатку до певних меж зростає досить швидко, але пізніше темпи її зростання поступово сповільнюються.

Напівлогарифмічна функція має вигляд:

$$Yx = a + b \log x$$

Для знаходження параметрів напівлогарифмічної функції способом найменших квадратів, розв'язують систему двох рівнянь:

$$\begin{cases} \sum y = na_0 + b \sum \log x \\ \sum y \log x = a \sum \log x + b \sum (\log x)^2 \end{cases}$$

7.5. Побудова багатфакторних моделей

В багатьох випадках на результативну ознаку впливає не один, а декілька чинників. Між ними існують складні взаємозв'язки, тому їх вплив на результативну ознаку комплексний і його не можна розглядати як просту суму ізольованих впливів.

Багатфакторний кореляційно-регресійний аналіз дозволяє оцінити міру впливу на досліджуваний результативний показник кожного із введених в модель чинників при зафіксованому на середньому рівні інших чинників.

Форму зв'язку можна визначити шляхом перебору функцій різних типів, але це зв'язане з великою кількістю зайвих розрахунків. Однак, беручи до уваги, що любую функцію багатьох змінних шляхом логарифмування або заміни змінних можна звести до лінійного виду:

$$Y_x = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots + a_nx_n$$

Параметри рівняння знаходять за способом найменших квадратів.

Кожний коефіцієнт рівняння показує ступінь впливу відповідного чинника на результативний показник при фіксованому положенні решти чинників, тобто, як із зміною окремого чинника на одиницю змінюється результативний показник.

На основі коефіцієнтів регресії не можна судити, яка із факторних ознак найбільше впливає на результативну ознаку, так як коефіцієнти регресії між собою не порівняльні, оскільки вони володіють різними одиницями виміру.

З метою виявлення порівняльної сили впливу окремих чинників і резервів, які закладені в них, статистика вираховує часткові коефіцієнти еластичності, а також бета-коефіцієнти.

Часткові коефіцієнти еластичності показують, на скільки відсотків в середньому зміниться результативна ознака із зміною на 1 % кожного чинника при фіксованому положенні інших чинників.

Для визначення чинників, в розвитку котрих закладені найбільші резерви покращення досліджуваної ознаки, з врахуванням ступеня варіації чинників рівняння множинної регресії, вираховують **часткові β -коефіцієнти**, які показують на яку частину середнього квадратичного відхилення змінюється результативна ознака із зміною відповідної факторної ознаки на величину її середнього квадратичного відхилення.

Для характеристики ступеня тісноти зв'язку в множинній прямолінійній кореляції використовують **множинний коефіцієнт кореляції**:

$$R_{YX_1X_2} = \sqrt{\frac{r_{YX_1}^2 + r_{YX_2}^2 - 2r_{YX_1} \cdot r_{YX_2} \cdot r_{X_1X_2}}{1 - r_{X_1X_2}^2}}$$

Множинний коефіцієнт кореляції показує, яку частину загальної кореляції складають коливання, під впливом чинників x_1, x_2, \dots, x_n – закладених в багатофакторну модель для дослідження.

Множинний коефіцієнт кореляції коливається в межах від «0» до « ± 1 ». При $R=0$ зв'язок між досліджуваними ознаками відсутній, при $R=1$ – функціональний.

ТЕМА 8

РЯДИ ДИНАМІКИ. АНАЛІЗ ІНТЕНСИВНОСТІ ТА ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ

- 8.1. Суть та складові елементи ряду динаміки. Види динамічних рядів
- 8.2. Основні характеристики рядів динаміки
- 8.3. Середні показники динаміки
- 8.4. Виявлення тенденцій розвитку явищ
- 8.5. Характеристика сезонних коливань, методи їх вимірювання

8.1. Суть та складові елементи ряду динаміки. Види динамічних рядів

В статистичній практиці доводиться мати справу з великою кількістю чисел, що характеризують розвиток явищ в часі. Для кращого розуміння і аналізу досліджуваних статистичних даних, їх потрібно систематизувати, побудувавши хронологічні ряди, які називаються **рядами динаміки**. Отже, **рядами динаміки** в статистиці називаються ряди чисел, що характеризують закономірності і особливості зміни суспільних явищ і процесів в часі.

Кожний ряд динаміки складається з двох елементів:

- 1) періодів або моментів часу, до яких відносяться рівні ряду (t);
- 2) статистичних показників, які характеризують рівні ряду (y).

В залежності від характеру рівнів ряду розрізняють два види рядів динаміки: моментні і інтервальні (періодичні).

Моментним називається ряд динаміки, величини якого характеризують стан явищ на певний момент часу.

Рівні моментного ряду сумувати не має змісту.

Інтервальним називається такий ряд динаміки, величини якого характеризують розміри суспільних явищ за певні періоди часу (день, місяць, квартал і т.д.). Сума рівнів інтервального ряду динаміки характеризує рівень даних явища за більш тривалий проміжок часу.

Ряди динаміки бувають одномірні і багатомірні.

Одномірні ряди динаміки характеризують зміну одного показника (валовий збір картоплі).

Багатомірні ряди динаміки характеризують зміну двох, трьох і більше показників.

В свою чергу, багатомірні динамічні ряди поділяються на паралельні і ряди взаємозв'язаних показників.

Паралельні ряди динаміки відображають зміну або одного і того самого показника щодо різних об'єктів, або різних показників щодо одного і того самого об'єкта.

Ряди взаємозв'язаних показників характеризують залежність одного явища від іншого (залежність заробітної плати робітників від їхнього тарифного розряду).

За повнотою часу динамічні ряди поділяються на повні і неповні.

В **повних** динамічних рядах дати або періоди ідуть один за одним з рівними інтервалами.

В **неповних** динамічних рядах в послідовності часу спостерігаються нерівні інтервали.

За способом вираження рівнів динамічного ряду вони поділяються на ряди **абсолютних, середніх і відносних** величин.

При формуванні динамічних рядів для наукового дослідження розвитку суспільних явищ в часі потрібно дотримуватись правил їх побудови. Важливим правилом побудови динамічних рядів є вимога порівняльності всіх рівнів ряду між собою. Показники ряду динаміки повинні бути порівняльні за територією, колом охоплених об'єктів, способами розрахунків, періодами часу, одиницями виміру.

Важливою вимогою любых динамічних порівнянь є вимога **порівняльності території**, до котрої відносяться рівні динамічного ряду. Межі територіальних одиниць держав, областей, районів на протязі досліджуваного періоду змінюються внаслідок приєднання до них нових територій, або відокремлення певних частин їх територій. В кожному окремому випадку питання порівняльності розв'язується в залежності від мети дослідження. Для приведення даних динамічного ряду до порівняльного виду проводиться перерахунок попередніх даних з врахуванням нових меж (кордонів).

Статистичні дані, які необхідні для побудови ряду динаміки повинні бути порівняльні за **колом охоплених об'єктів**. Непорівняльність може

виникнути внаслідок переходу деяких об'єктів із одного підпорядкування в інше.

Порівняльність за колом охоплених об'єктів забезпечується **зімкненням динамічних рядів** шляхом заміни абсолютних рівнів відносними.

В моментних рядах динаміки виникає **непорівняльність за критичним моментом реєстрації** рівнів явищ, які піддаються сезонним коливанням.

Рівні динамічного ряду повинні бути порівняльні за **методикою їх розрахунку**. Наприклад, за попередні роки чисельність робітників заводу була визначена на початок кожного місяця, тобто на певну дату, а в наступні роки – як середньомісячна чисельність.

Статистичні дані динамічного ряду можуть бути **непорівняльними за різними періодами або тривалістю часу**. Інтервали часу, за які наведені дані динамічного ряду, повинні бути рівні (місяць, квартал, півріччя і т.д.).

Непорівняльність **через різні одиниці виміру** виникає внаслідок того, що ряд явищ обліковується паралельно в двох одиницях виміру. Наприклад, сталеві труби обліковуються в тоннах і метрах, електромотори - в штуках і кіловатах потужності і т.д. Порівняльність за одиницями виміру вимагає, щоб рівні динамічного ряду завжди були виражені в одних і тих самих одиницях виміру. Непорівняльність рядів динаміки через одиниці виміру виникає і внаслідок непорівняльності грошової оцінки (міняється грошова одиниця, інфляція, змінюється курс валюти та ін.). Для приведення до порівняльного виду таких рядів динаміки всі попередні рівні досліджуваних ознак перераховуються за діючою грошовою оцінкою.

Непорівняльність статистичних показників динаміки може бути зумовлена також **різною структурою сукупності** за ряд років. Для приведення даних таких рядів до порівняльного виду використовують так звану стандартизацію структури (стандартизовані коефіцієнти народжуваності, смертності, природного приросту і т.д.).

8.2. Основні показники рядів динаміки

Завдання статистики полягає в тому, щоб шляхом аналізу рядів динаміки розкрити і охарактеризувати закономірності, що проявляються на різних етапах розвитку того чи іншого явища, виявити тенденції розвитку та їх особливості.

В процесі аналізу динаміки розраховують і використовують наступні аналітичні показники динаміки: абсолютний приріст, темп росту, темп приросту і абсолютне значення одного відсотка приросту.

Розрахунок цих показників ґрунтується на абсолютному або відносному порівнянні між собою рівнів ряду динаміки. При цьому порівнюваний рівень називається **поточним**, а рівень, з яким роблять

порівняння - **базисним**. За базу порівняння часто приймають або попередній рівень, або початковий (перший) рівень ряду динаміки.

Якщо кожний рівень порівнюється з попереднім, то отримують **ланцюгові показники динаміки**, а якщо кожний рівень порівнюють з одним і тим же рівнем, взятим за базу порівняння, то такі показники називаються **базисними**.

Абсолютний приріст (Δ) обчислюється як різниця між поточним та базисним рівнями і показує, на скільки одиниць підвищився або зменшився рівень порівняно з базисним, за певний період часу:

базисний приріст:

$$\Delta_{\text{БАЗ}} = Y_i - Y_1$$

ланцюговий приріст:

$$\Delta_{\text{ЛАНЦ}} = Y_i - Y_{i-1}$$

де Y_i – поточний рівень ряду динаміки;

Y_1 – початковий (перший) рівень ряду динаміки;

Y_{i-1} – попередній рівень ряду динаміки

Знак “+”, “-” свідчить про напрям динаміки.

Коефіцієнт зростання (Kp) вираховується як відношення порівнюваного рівня до базисного і показує, в скільки разів (відсотків) порівнюваний рівень більший або менший за базисний.

базисний коефіцієнт зростання:

$$Kp_{\text{БАЗ}} = \frac{Y_i}{Y_1}$$

ланцюговий коефіцієнт зростання:

$$Kp_{\text{ЛАНЦ}} = \frac{Y_i}{Y_{i-1}}$$

Між ланцюговими і базисними коефіцієнтами зростання існує певний взаємозв'язок. Добуток кількох послідовних ланцюгових коефіцієнтів зростання дорівнює базисному коефіцієнту зростання за відповідний період і, навпаки, поділивши наступний базисний коефіцієнт зростання на попередній, отримаємо відповідний ланцюговий коефіцієнт зростання.

Темп приросту ($Tпр$) визначається як відношення абсолютного приросту до абсолютного попереднього або початкового рівня і показує на

скільки відсотків порівнюваний рівень більший або менший рівня, прийнятого за базу порівняння.

базисний темп приросту:

$$Tnp_{БАЗ} = \frac{\Delta_{БАЗ}}{Y_1} \quad \text{або} \quad Tnp_{БАЗ} = (Kp_{БАЗ} - 1) \cdot 100$$

ланцюговий темп приросту:

$$Tnp_{ЛАНЦ} = \frac{\Delta_{ЛАНЦ}}{Y_{i-1}} \quad \text{або} \quad Tnp_{ЛАНЦ} = (Kp_{ЛАНЦ} - 1) \cdot 100$$

Абсолютне значення одного відсотка приросту (А) визначається шляхом ділення абсолютного приросту на темп приросту за один і той самий період. Абсолютне значення одного відсотка приросту можна вирахувати технічно більш легким шляхом, діленням початкового рівня на 100:

$$A_i = \frac{Y_i - Y_{i-1}}{\left(\frac{Y_i - Y_{i-1}}{Y_{i-1}} \right) \cdot 100} = \frac{Y_{i-1}}{100}$$

Очевидно, що ланцюгові й базисні характеристики динаміки взаємопов'язані:

1) сума ланцюгових абсолютних приростів дорівнює кінцевому базисному:

$$\sum \Delta_{ЛАНЦ} = \Delta_{БАЗ К}$$

2) добуток ланцюгових коефіцієнтів зростання дорівнює кінцевому базисному:

$$\prod Kp_{ЛАНЦ} = Kp_{БАЗ К}$$

Щодо темпів приросту, то вони не мають таких властивостей, як абсолютні прирости чи коефіцієнти зростання. Ланцюгові і базисні темпи приросту співвідносяться через коефіцієнти зростання.

Якщо швидкість розвитку в межах періоду, що вивчається, неоднакова, порівнянням однойменних характеристик швидкості вимірюється прискорення чи уповільнення динаміки. На базі абсолютних приростів оцінюються **абсолютне та відносне прискорення**. Абсолютне – це різниця між абсолютними приростами:

$$\delta = \Delta_t - \Delta_{t-1}$$

Порівняння коефіцієнтів зростання дає **коефіцієнт прискорення (уповільнення)** відносної швидкості розвитку.

У статистичному аналізі порівнюється також інтенсивність динаміки в різних рядах. Відношення коефіцієнтів зростання $K_r' : K_r''$ називають **коефіцієнтом випередження**. За допомогою останнього порівнюють відносну швидкість динамічних рядів однакового змісту по різних об'єктах або різного змісту по одному об'єкту.

8.3. Середні показники динаміки

Динамічні ряди складаються з багатьох варіаційних рівнів, а тому, як будь-яка статистична сукупність, вони потребують деяких узагальнюючих характеристик.

Для цього вираховують середні показники: середні рівні ряду, середні абсолютні прирости, середні темпи росту і приросту.

В інтервальному ряду з рівними інтервалами середній рівень ряду вираховується за формулою **середньої арифметичної простої**:

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n},$$

де $\sum Y$ – сума рівнів ряду;
n – число рівнів.

Якщо окремі періоди інтервального ряду динаміки мають різну довжину, то для визначення середнього рівня використовують **середню арифметичну зважену**:

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y \cdot t}{\sum t},$$

де Y – рівні ряду динаміки;
t – проміжки часу.

Для визначення середнього рівня в моментному динамічному ряду з рівними інтервалами між сусідніми датами застосовують формулу **середньої хронологічної**:

$$\bar{Y} = \frac{\frac{Y_1}{2} + Y_2 + Y_3 + \dots + Y_{n-1} + \frac{Y_n}{2}}{n-1}$$

Середній абсолютний приріст визначається як середня арифметична проста з ланцюгових абсолютних приростів за певні періоди і показує на скільки одиниць в середньому змінився рівень у порівнянні з попереднім:

$$\bar{\Delta} = \frac{\sum \Delta_{\text{ЛАНЦ}}}{n-1} = \frac{\Delta_{\text{БАЗ К}}}{n-1}$$

Середній коефіцієнт зростання вираховується за формулою **середньої геометричної**:

$$\bar{Kp} = \sqrt[n-1]{\prod Kp_{\text{ЛАНЦ}}} = \sqrt[n-1]{Kp_{\text{БАЗ К}}}$$

Середній темп приросту розраховують за допомогою наступної формули:

$$\bar{Tnp} = (\bar{Kp} - 1) \cdot 100$$

При інтерпретації середньої абсолютної чи відносної швидкості динаміки необхідно вказувати часовий інтервал, до якого належать середні, та часову одиницю вимірювання (рік, квартал, місяць, доба тощо).

8.4. Виявлення тенденцій розвитку явищ

Виявлення основної тенденції (тренду) ряду, є одним з головних методів аналізу і узагальнення динамічних рядів. Зображена на графіку лінія тренду динамічного ряду покаже плавну зміну досліджуваного явища в часі, яке звільнене від короточасних відхилень, викликаних різними причинами. В статистичній практиці виявлення основної тенденції розвитку явищ в часі проводиться методами укрупнення інтервалів, рухомої середньої і аналітичним вирівнюванням.

Одним з найпростіших способів обробки ряду з метою виявлення закономірності зміни його рівнів є **укрупнення інтервалів** (періодів) часу. Суть цього методу полягає в тому, що дані динамічного ряду об'єднуються в групи по періодах і розраховується середній показник на період - триріччя, п'ятиріччя і т.д.

Важливим способом виявлення загальної тенденції ряду динаміки є **згладжування за допомогою рухомої середньої**. Тут також вдаються до укрупнення періодів, але воно проводиться шляхом послідовних зміщень на одну дату при збереженні постійного інтервалу періоду.

Найбільш ефективним способом виявлення основної тенденції є **аналітичне вирівнювання**.

На практиці найбільш поширеними формулами, які виражають тенденцію розвитку (тренд) явищ є: пряма, гіпербола, парабола другого порядку, показникова функція, ряди Фур'є, логістична функція, експонента та інші.

Вирівнювання за прямою використовується в тих випадках, коли абсолютні прирости більш-менш постійні, тобто коли рівні динамічного ряду змінюються в арифметичній прогресії, або близькі до неї.

Рівняння прямої має вигляд:

$$Y_t = a_0 + a_1 t$$

де a_0 , a_1 – параметри прямої;
 t – умовне позначення часу.

Для знаходження параметрів « a_0 » і « a_1 » потрібно розв'язати за способом найменших квадратів систему нормальних рівнянь:

$$\begin{cases} \sum Y = na_0 + a_1 \sum t \\ \sum Yt = a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 \end{cases}$$

При відліку часу від середини ряду коли $\sum t = 0$, тоді система рівнянь для знаходження параметрів « a_0 » і « a_1 » матиме вигляд:

$$\begin{cases} \sum Y = na_0 \\ \sum Yt = a_1 \sum t^2 \end{cases}$$

Звідки параметри рівняння розраховують:

$$a_0 = \frac{\sum Y}{n}$$
$$a_1 = \frac{\sum Yt}{\sum t^2}$$

Вирівнювання радів динаміки використовують також для знаходження відсутніх членів ряду за допомогою інтерполяції і екстраполяції.

Інтерполяцією називається в статистиці знаходження відсутнього показника усередині ряду.

Екстраполяцією в статистиці називається знаходження невідомих рівнів в кінці або на початку динамічного ряду.

8.5. Характеристика сезонних коливань, методи їх вимірювання

Сезонними коливаннями називаються більш-менш стійкі внутрішньорічні коливання в рядах динаміки, обумовлені специфічними умовами виробництва чи споживання певного виду продукції.

Для дослідження внутрішньорічних коливань можна використати цілий ряд методів (простої середньої, Персона, рухомої середньої, аналітичного вирівнювання, рядів Фур'є), які забезпечують їх оцінку з різною точністю, надійністю і трудоемкістю.

Сезонні коливання характеризуються спеціальним показником, який називається індексом сезонності (I_s). В сукупності ці індекси утворюють сезону хвилю.

Індекс сезонності – це процентне відношення однойменних місячних (квартальних) фактичних рівнів динамічних рядів до їх середньорічних або вирівняних рівнів.

Індекс сезонності (сезонну хвилю) розраховують **методом простих середніх**:

$$I_s = \frac{\bar{Y}_i}{\bar{Y}_3}$$

де I_s - індекс сезонності;

y_i – середні місячні або квартальні рівні;

y_3 – загальна середня (місячна або квартальна).

Наочну уяву про зміну попиту населення на товари культурно-побутового призначення в окремі періоди року дають графіки.

Більшість динамічних рядів досліджуваних явищ мають тенденцію росту, тому для більш точного визначення сезонної хвилі в таких рядах необхідна нейтралізація еволюції тренду. З цією метою використовують метод ланцюгових індексів (метод Персона).

Для вивчення сезонності часто доводиться вираховувати рухому середню з парним числом членів ряду, тому що характер динамічного ряду визначає тривалість періоду рухомої середньої, який повинен співпадати з періодом коливання, або бути кратним йому.

Згладжування за парним числом членів ряду незручне тим, що середня мусить бути віднесена тільки до середини між двома датами, тобто проходить зсув періоду, до якого відноситься рівень. Усунення зсуву періоду проводять способами перетворення рівнів і центруванням.

ТЕМА 9

ІНДЕКСИ

- 9.1. Суть та функції індексів у статистичному дослідженні. Види індексів
- 9.2. Методологічні принципи побудови агрегатних індексів
- 9.3. Середньозважені індекси, приведення їх до агрегатної форми
- 9.4. Індекси середніх величин: змінного складу; фіксованого складу і структурних зрушень; їх взаємозв'язок
- 9.5. Характеристика територіальних індексів

9.1. Суть та функції індексів у статистичному дослідженні. Види індексів

Для характеристики соціально-економічних явищ і процесів статистика широко використовує узагальнюючі показники у вигляді середніх, відносних величин та коефіцієнтів. Одним з таких узагальнюючих показників і є індекси. В широкому розумінні слово "Index" у перекладі з латинської означає "показник".

Індексом у статистиці називається відносний показник, що характеризує зміну рівня соціально-економічного явища в часі, порівняно з планом, базисним періодом або в просторі.

В статистичних дослідженнях складних соціально-економічних явищ і процесів виділяють три великі сфери застосування економічних індексів.

До першої сфери застосування індексів відносять порівняльну характеристику несумарних сукупностей в часі. Сюди входять синтетичні індекси динаміки, виконання плану і територіальні індекси.

Індекси динаміки показують зміну якого-небудь складного явища в звітному періоді порівняно з базисним.

Індекс виконання плану використовують для порівняння досягнутого рівня з плановими завданнями.

Територіальні індекси застосовують для просторового порівняння рівнів урожайності, цін, продуктивності праці і т.п., в різних регіонах.

Друга сфера застосування індексів заключається і їх використанні для факторного аналізу складного явища через систему взаємозв'язаних індексів. До таких складних явищ можуть бути віднесені вартість виробленої чи реалізованої продукції, фонд заробітної плати, валовий збір зерна та ін. Так, вартість виробленої продукції дорівнює добутку цін на кількість продукції, валовий збір зерна – добутку урожайності на посівну площу, фонд заробітної плати – добутку заробітної плати одного працівника на їх чисельність і т.д.

За допомогою **третьої сфери застосування індексів** проводять аналіз динаміки середніх величин, зміна яких піддається впливу структурних зрушень в середині досліджуваної сукупності. В зв'язку з цим, велике значення має вивчення впливу структурних зрушень на динаміку середніх показників через застосування системи взаємозв'язаних індексів змінного складу, постійного (фіксованого) складу і структурних зрушень.

Всі економічні індекси статистика класифікує за трьома основними ознаками:

- а) за характером досліджуваних об'єктів;
- б) за ступенем охоплення елементів сукупності;
- в) за методикою розрахунку загальних індексів.

За характером досліджуваних об'єктів індекси ділять на індекси об'ємних (кількісних) і якісних показників.

До першої групи відносяться індекси фізичного обсягу продукції промисловості, сільського господарства, будівництва та ін.

До другої групи якісних показників відносять індексів цін, собівартості, урожайності і ряд інших.

За ступенем охоплення елементів сукупності індекси ділять на:

- а) індивідуальні;
- б) загальні;
- в) групові.

Індивідуальні індекси характеризують зміну окремих елементів складного явища. В теорії індексів показник, зміну якого характеризує індекс, називається **індексованою величиною**.

Індивідуальні індекси позначають малою латинською буквою «і», продукцію в натуральному виразі – через «q», ціну одиниці товару – через «р», собівартість одиниці продукції – через «z» і т.д. Індивідуальні індекси цих ознак визначаються за формулами:

а) фізичного обсягу:

$$i_q = \frac{q_1}{q_0}$$

б) ціни одиниці товару:

$$i_p = \frac{p_1}{p_0}$$

в) собівартості одиниці продукції:

$$i_z = \frac{z_1}{z_0}$$

де i_q, i_p, i_z – індивідуальні індекси фізичного обсягу, ціни і собівартості одиниці продукції;

$q_1, q_0; p_1, p_0; z_1, z_0$ – фізичний обсяг, ціна, собівартість у звітному і базисному періодах.

Загальні індекси характеризують зміну сукупності в цілому і являють собою відносні числа, що визначають зміни в часі порівняно з плановим, базисним періодами або в просторі складного явища, яке складається з несумірних елементів.

Груповими або **субіндексами** називаються такі індекси, які охоплюють не всі елементи сукупності, а тільки яку-небудь частину або їх групу.

В залежності від методології обчислення, загальні і групові індекси діляться на агрегатні і середні з індивідуальних індексів.

Агрегатні індекси є основною формою економічних індексів, а середні із індивідуальних індексів – похідними, отриманими в результаті перетворення агрегатних індексів.

Базисні і ланцюгові індекси обчислюють в тих випадках, коли доводиться вивчати яке-небудь явище суспільного життя за ряд послідовних років.

9.2. Методологічні принципи побудови агрегатних індексів

Агрегатний індекс являється основною формою економічного індекса. Його назва пішла від латинського слів «*aggrego*» – приєдную. Чисельник і знаменник цього індекса являє собою агрегат, набір різнорідних елементів.

Отже, **агрегатним індексом** в статистиці називається загальний індекс, який є відношенням сум добутків індексованих (зіставлюваних) величин порівнюваних періодів на ваги (співвимірники, за допомогою яких сумуються різнорідні елементи).

При побудові формул агрегатних індексів використовують наступне правило: «**якщо індексована величина – якісний показник, який знаходять шляхом ділення (ціна, собівартість, урожайність і т.д.) ваги беруться звітного періоду, а якщо індексована величина – кількісний показник, який можна підсумувати (фізичний обсяг продукції, чисельність працівників, посівна площа) ваги беруться базисного періоду**».

Покажемо застосування цього правила при побудові формул агрегатних індексів.

Загальний індекс цін визначається за формулою:

$$I_p = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}$$

Цей індекс показує, як змінилися ціни на всі досліджувані товари в звітному періоді порівняно з базисним.

Загальний індекс фізичного обсягу визначається за формулою:

$$I_q = \frac{\sum p_0 q_1}{\sum p_0 q_0}$$

Даний індекс показує зміну кількості виробленої або реалізованої продукції в звітному періоді порівняно з базисним.

Загальний індекс обсягу товарообороту показує зміну виробництва або реалізації продукції в звітному періоді порівняно з базисним у фактичних цінах:

$$I_{pq} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_0}$$

Ці індекси взаємозв'язані:

$$I_p \times I_q = I_{pq}$$

Абсолютна сума економії або перевитрат від зміни цін визначається як різниця між чисельником і знаменником загального індекса цін:

$$\Delta pq(p) = \sum p_1 q_1 - \sum p_0 q_1$$

Абсолютна сума економії або перевитрат від зміни кількості виробленої або реалізованої продукції визначається як різниця між чисельником і знаменником загального індекса фізичного обсягу:

$$\Delta pq(q) = \sum p_0 q_1 - \sum p_0 q_0$$

Загальна зміна обсягу товарообігу:

$$\Delta pq = \sum p_1 q_1 - \sum p_0 q_0$$

Взаємозв'язок:

$$\Delta pq = \Delta pq(p) + \Delta pq(q)$$

9.3. Середньозважені індекси, приведення їх до агрегатної форми

В деяких випадках загальні індекси обчислюють як середні перетворені з відповідних агрегатних індексів.

Перетворюють агрегатний індекс в середній з індивідуальних індексів, підставляючи у його чисельник або знаменник замість індексованого показника його вираз, виведений з формули індивідуального індекса. Якщо таку заміну роблять у чисельнику, то агрегатний індекс перетворюється у середній арифметичний, а якщо у знаменнику – в середній гармонічний.

Перетворимо агрегатний індекс фізичного обсягу в середній арифметичний.

$$I_q = \frac{\sum t_0 q_1}{\sum t_0 q_0}$$

$$i_q = \frac{q_1}{q_0} \Rightarrow q_1 = q_0 \cdot i_q$$

Замінивши в формулі агрегатного індекса фізичного обсягу продукції індексовану величину “ q_1 ” на “ $q_0 \cdot i_q$ ”, отримаємо формулу **середнього арифметичного індекса** фізичного обсягу продукції:

$$I_q = \frac{\sum t_0 q_0 i_q}{\sum t_0 q_0}$$

Перетворимо агрегатний індекс цін у **середній гармонічний**.

$$I_p = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}$$

$$i_p = \frac{p_1}{p_0} \Rightarrow p_0 = \frac{p_1}{i_p}$$

$$I_p = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum \frac{p_1 q_1}{i_p}}$$

Середні арифметичні і гармонічні індекси повинні співпадати за своєю величиною з відповідними агрегатними індексами.

Вибір форми індекса залежить від поставленого завдання дослідження і від наявності даних, необхідних для обчислення того чи іншого індекса.

9.4. Індеси середніх величин: змінного складу; фіксованого складу і структурних зрушень; їх взаємозв'язок

Для якісних показників, таких як середня ціна, собівартість, урожайність та інших по однойменній продукції, але віднесеної до різних об'єктів, обчислюють загальні індеси змінного, постійного (фіксованого) складу і структурних зрушень.

Індекс, який характеризує спільний вплив обох чинників, називається **індексом змінного складу** і визначається за формулою:

$$I_{\text{пер}} = \frac{\sum z_1 q_1}{\sum q_1} : \frac{\sum z_0 q_0}{\sum q_0}$$

На величину індекса собівартості змінного складу впливають зміни рівнів собівартості і зміни в структурі (її складі). Щоб виявити роль кожного чинника в загальній динаміці середньої, потрібно індекс змінного складу розкласти на два індеси-співмножники, кожний з яких відображає вплив тільки одного чинника.

Перший індекс, який характеризує вплив тільки індексованої величини (в якому змінюється лише собівартість), називається **індексом постійного (фіксованого) складу**. Він обчислюється за формулою:

$$I_{\text{пост}} = \frac{\sum z_1 q_1}{\sum q_1} : \frac{\sum z_0 q_1}{\sum q_1}$$

Другий індекс показує, як змінюється середній рівень (середня собівартість) тільки за рахунок зміни структури явища (структури продукції). Він називається **індексом структурних зрушень** і визначається за формулою:

$$I_{\text{стр}} = \frac{\sum z_0 q_1}{\sum q_1} : \frac{\sum z_0 q_0}{\sum q_0}$$

Ці індеси взаємозв'язані:

$$I_{\text{пер}} = I_{\text{пост}} \times I_{\text{стр}}$$

На основі індесів середніх величин виконують факторний аналіз середньої величини складного явища.

Абсолютна зміна середньої собівартості:

а) загальна:

$$\Delta \bar{Z} = \frac{\sum z_1 q_1}{\sum q_1} - \frac{\sum z_0 q_0}{\sum q_0}$$

б) за рахунок зміни собівартості окремих видів продукції:

$$\Delta \bar{Z}(z) = \frac{\sum z_1 q_1}{\sum q_1} - \frac{\sum z_0 q_1}{\sum q_1}$$

в) за рахунок структурних змін у кількості продукції:

$$\Delta \bar{Z}(cmp) = \frac{\sum z_0 q_1}{\sum q_1} - \frac{\sum z_0 q_0}{\sum q_0}$$

Перевірка:

$$\Delta \bar{Z} = \Delta \bar{Z}(z) + \Delta \bar{Z}(cmp)$$

Абсолютна зміна складного явища (грошових витрат на виробництво продукції):

а) загальна:

$$\Delta Zq = \sum Z_1 q_1 - \sum Z_0 q_0$$

б) за рахунок зміни собівартості окремих видів продукції:

$$\Delta Zq(z) = \Delta \bar{Z}(z) \cdot \sum q_1$$

в) за рахунок структурних змін у кількості продукції:

$$\Delta Zq(cmp) = \Delta \bar{Z}(cmp) \cdot \sum q_1$$

г) за рахунок зміни кількості виробленої продукції:

$$\Delta Zq(q) = (\sum q_1 - \sum q_0) \cdot \bar{Z}_0$$

Перевірка:

$$\Delta Zq = \Delta Zq(z) + \Delta Zq(cmp) + \Delta Zq(q)$$

9.5. Характеристика територіальних індексів

В практиці статистичних досліджень часто виникає потреба зіставлення рівнів економічних явищ в просторі, для чого використовують територіальні індекси.

Територіальні індекси – це узагальнюючі відносні величини, що дають порівняльну характеристику в розрізі територій або об'єктів.

При побудові територіальних індексів якісних показників вагами можуть виступати:

- а) кількісний (екстенсивний) показник тієї території, на якій якісний (інтенсивний) показник найбільш економічно кращий;
- б) кількісний показник однієї з двох порівнюваних територій (об'єктів);
- в) середній кількісний показник з багатьох порівнюваних територій (об'єктів);
- г) об'ємний кількісний показник (сума екстенсивних показників декількох територій або об'єктів);
- д) кількісний показник, прийнятий за стандарт.

Особливістю цих індексів є рівноправність порівнюваних об'єктів А і В. Жоден з них не може претендувати на роль бази порівняння, а отже рівноправними слід вважати індекси як з базою порівняння А, так і з базою порівняння В:

$$I_{\frac{A}{B}} = \frac{\sum X_A f}{\sum X_B f} \qquad I_{\frac{B}{A}} = \frac{\sum X_B f}{\sum X_A f}$$

де X – індексована величина;

f – вага (сумірник) індексованої величини.

При фіксованих значеннях ваг (сумірників) індекси I_A і I_B обернено пропорційні.

Значно складнішими є вибір варіанта зважування. Якщо товарна структура експорту за об'єктами різниться, то результати порівняння будуть неоднозначні, про що свідчать індекси, розраховані за умовними даними табл. 9.1.

Таблиця 9.1

Товарна маса і ціни експорту

Товар	Об'єкт А		Об'єкт В	
	Ціна, дол. США	Кількість, тис. т.	Ціна, дол. США	Кількість, тис. т.
1	10	100	12	300
2	7	400	5	200

$$I_{\frac{A}{B}} = \frac{\sum X_A f_A}{\sum X_B f_A} = \frac{10 \cdot 100 + 7 \cdot 400}{12 \cdot 100 + 5 \cdot 400} = \frac{3800}{3200} = 1,187$$

$$I_{\frac{B}{A}} = \frac{\sum X_B f_B}{\sum X_A f_B} = \frac{12 \cdot 300 + 5 \cdot 200}{10 \cdot 300 + 7 \cdot 200} = \frac{4600}{4400} = 1,045$$

Індекс цін $I_{\frac{A}{B}}$ з вагами на рівні об'єкта А становить 1,187. Аналогічно розрахований індекс цін $I_{\frac{B}{A}}$ з вагами на рівні об'єкта В – 1,045. тобто, якщо ваги зафіксувати на рівні того об'єкта, що порівнюється, то ціни кожного з порівнюваних об'єктів виявляються вищими за ціни бази порівняння.

Щоб забезпечити однозначність висновку, застосовують спільні для двох об'єктів ваги. У нашому прикладі такою спільною вагою може бути сумарний обсяг продажу $(f_A + f_B)$. За цим варіантом зважування індекс цін становить:

$$I_{\frac{A}{B}} = \frac{\sum X_A f_{(A+B)}}{\sum X_B f_{(A+B)}} = \frac{10 \cdot 400 + 7 \cdot 600}{12 \cdot 400 + 5 \cdot 600} = \frac{8200}{7800} = 1,051$$

$$I_{\frac{B}{A}} = \frac{\sum X_B f_{(A+B)}}{\sum X_A f_{(A+B)}} = \frac{12 \cdot 400 + 5 \cdot 600}{10 \cdot 400 + 7 \cdot 600} = \frac{7800}{8200} = 0,951$$

Тобто, ціни об'єкта А вищі за ціни об'єкта В у середньому на 5,1 %. Відповідно, ціни об'єкта В нижчі за ціни об'єкта А на 4,9 %.

Спільною для обох об'єктів може бути середня або стандартна структура.

ТЕМА 10

ГРАФІЧНИЙ МЕТОД

- 10.1. Поняття про статистичні графіки і правила їх побудови
- 10.2. Графіки порівняння статистичних величин
- 10.3. Зображення структури явищ і структурних зрушень
- 10.4. Графічне зображення динаміки статистичних показників
- 10.5. Контрольно-планові графіки
- 10.6. Графіки просторового розміщення явищ

10.1. Поняття про статистичні графіки і правила їх побудови

В результаті опрацювання даних різного ряду спостережень отримують велику кількість цифрового матеріалу, який розміщують у таблицях. Застосування табличного методу значно полегшує орієнтацію в зібраному і згрупованому матеріалі. Проте в багатьох випадках статистичних досліджень не можна обмежуватись одними таблицями.

Таблична форма викладу цифрового матеріалу не завжди дозволяє достатньо наглядно і чітко відобразити загальну картину стану або розвитку якого-небудь явища, розкрити закономірності зв'язку статистичних показників між собою, або їх розподілу. А тому для розв'язку цих та інших завдань поряд із статистичними таблицями широко застосовується графічний спосіб зображення статистичних величин.

Статистичний графік – це особливий спосіб наочного зображення і узагальнення статистичних даних про соціально-економічні явища і процеси за допомогою геометричних образів, малюнків або схематичних географічних карт і пояснень до них.

Графіки застосовуються, головним чином, для характеристики (порівняння) розвитку показників в часі і просторі, вивчення структури і структурних зрушень, контролю за виконанням планових завдань, характеристики просторового розміщення і просторового розповсюдження явищ. Графіки застосовуються також для аналізу зв'язків і залежностей між різними показниками або між значеннями варіаційної ознаки і частотами чи частками.

При побудові статистичного графіка потрібно знати, з якою метою складається графік, вивчити вихідний матеріал і володіти методикою графічних зображень.

Основними елементами графіка є: поле графіка, графічні образи, масштабні орієнтири і експлікація графіка. Кожний елемент має своє призначення і виконує відповідну роль в побудові і інтерпретації графіка.

Поле графіка – це простір, на якому розміщуються геометричні та інші знаки, які створюють графік. Цей простір обмежується або аркушем чистого паперу, або географічною чи контурною картою.

Розмір поля залежить від призначення графіка. В статистичних дослідженнях найбільш часто зустрічаються графіки у вигляді прямокутників з нерівними сторонами по вертикалі і горизонталі, хоча також застосовуються графіки у вигляді квадратів. В практиці співвідношення нерівних сторін полів графіка береться від 1:1,33 до 1:1,50, якщо вертикальну сторону прийняти за 1. Просторові орієнтири задаються у вигляді прямокутної системи координат, тобто координатної сітки. В картограмах засобами просторової орієнтації виступають географічні карти.

Графічний образ – це сукупність різноманітних геометричних та графічних знаків, за допомогою яких відображаються статистичні величини. В статистичних графіках використовуються такі геометричні знаки як, крапки, відрізки прямих ліній, квадрати, прямокутники, кола, півкола, сектори, а також негеометричні знаки – символи у вигляді силуетів або малюнків. Це і є основою графіка, його мовою.

Масштабні орієнтири статистичних графіків – це масштаб, масштабні шкали і масштабні знаки, які використовуються для визначення розмірів геометричних та інших графічних знаків.

Масштаб – це умовна міра переведення числової величини статистичного явища в графічну і навпаки. Тобто, це довжина відрізка шкали, прийнята за числову одиницю. Наприклад, 1 см. на графіку відповідає 1000 одиницям виробленої продукції, або 1 см² дорівнює 100 км² на досліджуваній території.

При побудові графіка масштаб повинен бути таким, щоб ясно і чітко проявлялися відмінності зображення статистичних величин і разом з цим їх легко можна було б порівнювати між собою. Найбільш розповсюдженою при побудові статистичних графіків є система прямокутних координат. При цьому найкраще співвідношення масштабу на осі абсцис і ординат 1,41:1, яке відоме під назвою «золотої перетину». На осі ординат графіка повинна бути нульова точка. У випадках, коли мінімальне значення ознаки значно вище нуля, доцільно робити розрив вертикальної шкали.

Масштабна шкала – це лінія, поділена на відрізки точками відповідно до прийнятого масштабу. Носієм шкали можуть виступати пряма або крива лінії.

Залежно від цього масштабні шкали поділяють на прямолінійні і кругові. Довжину відрізків між сусідніми поділками шкали називають графічним інтервалом, а різницю між числовими значеннями цих поділок – числовим інтервалом. Обидва інтервали можуть бути рівними і нерівними.

Шкалу, в якій рівним графічним інтервалом відповідають рівні числові інтервали називають рівномірною, або арифметичною. Якщо рівним графічним інтервалом відповідають нерівні числові інтервали, шкалу називають нерівномірною, або функціональною. Для побудови статистичних

графіків з функціональною шкалою найчастіше застосовують логарифмічну функцію « $y = \lg x$ ».

Масштабні знаки – це еталони, які зображають на графіку статистичні величини у вигляді квадратів, кругів, силуетів тощо. Ними користуються для визначення розмірів і співвідношень статистичних величин, зображених на графіку, тобто для порівняння графічних знаків із знаком-еталоном.

Експлікація графіка – це словесні пояснення, які розкривають його зміст і основні елементи: заголовок графіка, одиниці виміру, умовні позначення.

Загальний заголовок повинен ясно, чітко і коротко розкрити основний його зміст і відповісти на три питання – що, де, коли ?

На кожній масштабній шкалі графіка вказуються розміщені на них статистичні величини і одиниці їх вимірювання.

Пояснювальні надписи до окремих елементів графічного образу можуть знаходитись на полі графіка, або у формі умовних позначень виноситись за його межі.

Класифікація графіків дає можливість визначити їх загальні риси, аналітичні можливості та техніку побудови. Графіки класифікуються за функціонально-цільовим призначенням, виданим, формами і типами основних елементів.

За загальним призначенням графіки ділять на аналітичні, ілюстративні та інформаційні.

За функціонально-цільовим призначенням розрізняють графіки групувань і рядів розподілу, динаміки, взаємозв'язку і порівняння.

За формою графічних образів графіки поділяють на крапкові, лінійні, площинні, просторові і фігурні.

За типом системи координат розрізняють графіки у прямокутній і полярній системі координат, а за масштабними шкалами – графіки з рівномірними, функціональними і змішаними шкалами.

Класифікація графіків за видом їх поля дає змогу виділити дві великі групи графіків:

- а) діаграми;
- б) статистичні карти.

З точки зору розв'язуваних завдань статистичні графіки поділяють на:

- 1) графіки порівняння статистичних величин;
- 2) графіки структури і структурних зрушень;
- 3) графіки зображення динаміки статистичних показників;
- 4) графіки контролю виконання плану;
- 5) графіки просторового розміщення і розповсюдження;
- 6) графіки варіаційних рядів;
- 7) графіки взаємозв'язку і взаємозалежності.

Графіки, які застосовуються для зображення статистичних даних надзвичайно різноманітні.

10.2. Графіки порівняння статистичних величин

В статистичній практиці для графічного порівняння величин статистичного показника, які характеризують його зміну в просторі, застосовують діаграми.

Діаграми – це такий вид графіків, в якому цифрові дані зображаються з допомогою різних геометричних фігур і ліній. Діаграми є стовпчикові, стрічкові, секторні, лінійні та інші.

Стовпчикові діаграми являють собою найбільш простий, наочний і широко розповсюджений вид графіків в одному вимірі. В них статистичні дані зображають у вигляді стовпчиків-прямокутників однакової ширини розміщених вертикально на осі абсцис і однакової або різної висоти. Кожний окремий стовпчик характеризує окремий об'єкт. Загальне число стовпчиків дорівнює числу порівнюваних об'єктів. Віддаль між стовпчиками береться однаковою, ще інколи стовпчики розташовують упритул один до одного.

Покажемо побудову стовпчикової діаграми на прикладі.

Таблиця 10.1

Виробництво продукції підприємствами у 2018 році

Підприємство	Вироблено продукції, тис. од.	Ціна продукції, грн./од.	Вартість виробленої продукції, тис. грн.
1	900	180	162000
2	750	130	97500
3	450	150	67500

Для побудови діаграми на осі абсцис на однаковій віддалі один від одного відкладемо три відрізки рівної довжини – основи стовпчиків. Підприємства розмістимо на графіку ранжировано: в порядку зменшення кількості виробленої продукції. Масштаб на осі ординат – 100 тис. од.

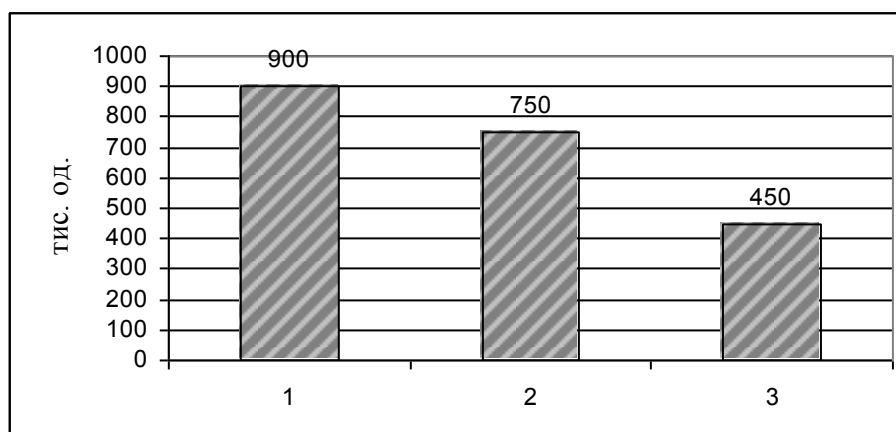


Рис. 10.1. Виробництво продукції підприємствами у 2018 році

Для наочності стовпчики заштриховують або замальовують. Наочність даної діаграми досягається шляхом порівняння висоти стовпчиків, котра відповідає кількості виробленої продукції. Внизу під стовпчиками вказують назви об'єктів порівняння.

Якщо стовпчики-прямокутники, які зображають числа, розташувати не по вертикалі, а по горизонталі, тоді таку діаграму називають **стрічковою**.

Стовпчикові і стрічкові діаграми взаємозамінні, так як в обох випадках використовується один вимір – висота стовпчика або довжина стрічки. Зображення діаграм у вигляді стрічок краще ніж у вигляді стовпчиків, так як при цьому вигідніше кожному прямокутнику дати відповідну горизонтальну назву.

Проілюструємо побудову стрічкової діаграми за попередніми даними.

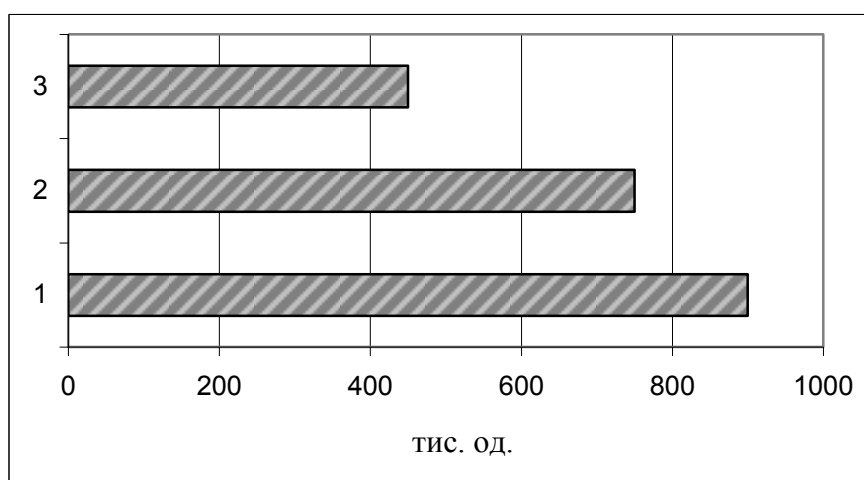


Рис. 10.2. Виробництво продукції підприємствами у 2018 році

Для порівняння декількох абсолютних величин між собою використовують також **квадратні діаграми**. Для визначення сторони квадрату потрібно добути корінь квадратний із абсолютної величини явища, в даному випадку обсягу виробництва продукції.

Кругові діаграми основані на використанні площ кругів для порівняння однорідних абсолютних величин між собою. При побудові кругової діаграми, потрібно прийняти до уваги, що площі кругів відносяться між собою як квадрати їх радіусів. Отже, щоб знайти радіус, потрібно добути корінь квадратний із абсолютних величин і на цій основі визначити радіуси.

Прямокутні діаграми застосовують в тих випадках, коли потрібно порівняти величини, які являють собою добуток двох співмножників і показати роль кожного з них у формуванні цієї величини. Ці діаграми вперше запропонував російський статистик В.Є Варзар (1851-1940 рр.), а тому прямокутні діаграми називають ще знаки Варзара.

При побудові прямокутних діаграм встановлюють два масштаби: один для множника, який приймають за основу, а другий для множника, який приймають за висоту.

Для більшої наочності зображення статистичних явищ, можна замінити абстрактні геометричні фігури малюнками. Такого виду діаграми називаються **картинними або фігурними**.

Картинні діаграми будують двома способами:

- 1) перший, коли малюють фігури розмір яких пропорційний величині зображуваного явища;
- 2) другий, коли встановлюють повний масштаб для фігур.

Фігурні діаграми фіксують на собі увагу, достатньо зрозумілі і дохідливі, а тому вони часто використовуються як агітаційний інструмент.

10.3. Зображення структури явищ і структурних зрушень.

Для статистичного дослідження складу сукупності використовують структурні діаграми. Структурні діаграми – це діаграми питомих ваг, які характеризують відношення окремих частин сукупності до її загального обсягу. За видами вони діляться на стовпчикові, стрічкові і секторні.

Стовпчикові і стрічкові діаграми застосовують не тільки для порівняння самих величин між собою, але й для одночасного порівняння частин цих величин.

Звернемось до прикладу.

Таблиця 10.2

Обсяг виробництва продукції за видами

Рік	Обсяг виробленої продукції, тис. од.				
	Загальний	Продукція А	Продукція Б	Продукція В	Продукція Г
2016	18,4	8,4	4,6	4,8	0,6
2017	15,6	6,7	3,9	2,8	2,2
2018	23,8	11,9	9,7	1,5	0,7

З метою характеристики і ілюстрації обсягу і структури виробництва продукції побудуємо стовпчикову діаграму. Виберемо і відкладемо масштаб по осі ординат, в нашому прикладі 1 см відповідає 2 тис. т. м'яса. По осі абсцис, на однаковій віддалі будуємо стовпчики, розбивши їх на частини, величини яких відповідають обсягу виробництва різних категорій м'яса.

Аналогічно будуємо і стрічкову діаграму, тільки в даному випадку масштабна шкала відкладається на осі абсцис, а перпендикулярно до осі

ординат малюють полоски (стрічки), які відображають статистичне явище. Для кожної частини стовпчика встановлюємо відповідне штрихування.

Для більш наочного зображення структури і структурних зрушень на графіку відкладають не самі абсолютні величини, а їх питомі ваги в загальному підсумку.

Стовпчики або стрічки в цьому випадку мають однаковий розмір, який відповідає 100 %. В такій діаграмі стовпчики або стрічки розбивають на частини відповідно питомим вагам, котрі інколи для кращого порівняння структурних зрушень з'єднують пунктирними лініями.

Секторні діаграми являють собою графічні зображення на площі круга, розділеного радіусами на окремі сектори за кількістю різновидів номінальних ознак. Ці діаграми застосовуються для наочної ілюстрації структури явища, для характеристики питомих ваг окремих частин цілого, для виявлення структурних зрушень.

На секторних діаграмах можуть зображуватись частини абсолютних величини явищ, або їх процентний вираз.

Для побудови секторної діаграми, яка характеризує абсолютні величини, спочатку потрібно знайти радіуси кругів, добувши квадратні корені з цих абсолютних величин.

Якщо секторна діаграма враховує лише питомі ваги частин явища, абстрагуючись від розмірів явища, креслять круги однакових діаметрів. Вся величина явища приймається за 100 %, розраховуються долі окремих його частин в процентах. Круг розробляється на сектори пропорціонально частинам зображуваного цілого. Таким чином на 1 % припадає $3,6^\circ$. Для отримання кутів секторів, які зображають долі частин цілого, потрібно їх процентний вираз перемножити на $3,6^\circ$.

Секторні діаграми виразні в тих випадках, коли досліджувана сукупність ділиться не більше ніж на 4-5 частин і спостерігаються помітні структурні зрушення. Якщо ж структурні зрушення незначні, або сукупність ділиться на більше число секторів, тоді для графічного зображення структури доцільно використовувати стовпчикові або стрічкові діаграми.

В деяких випадках для характеристики структури сукупності використовують також квадратні і кругові діаграми.

Для зображення структури сукупності, яка складається (в більшості випадків) з двох частин, беруть квадрат. Площу квадрата ділять на 100 рівних частин. Кожний маленький квадратик дорівнює одній сотій всієї площі великого квадрата. Потім ці квадратики заштриховують у відповідності із процентною структурою досліджуваної сукупності.

В тому випадку, коли частину і ціла зображають при допомозі кругової діаграми, тоді круги креслять не окремо один від одного, а накладається один на другий.

Зустрічається також комбінування кругових діаграм із секторними, коли круги різної величини подають з розбивкою на сектори.

10.4. Графічне зображення динаміки статистичних показників

Графіки, які ілюструють зміну статистичних явищ в часі називаються **динамічними**. Для зображення динаміки явищ часто використовують стовпчикові, стрічкові, квадратні, кругові і картинні діаграми, в яких кожний стовпчик, стрічка, квадрат і т.д. зображають величину статистичного явища на певну дату, або за відповідний проміжок часу.

Крім названих вище графіків нерідко застосовуються і лінійні графіки.

Лінійні графіки використовуються для характеристики зміни явищ в часі, виявлення залежності між двома показниками і деяких інших завдань. Вони будуються при допомозі прямокутної системи координат, на осі абсцис якої розміщують шкалу характеристик часу, а на осі ординат – рівні ряду динаміки.

У лінійній діаграмі динаміки шкала на осі ординат повинна починатися з нуля, інакше діаграма буде не правильно відобразити характер розвитку явища. Оскільки при великих значеннях рівні динамічного ряду діаграма з початковим нульовим рівнем ординати буде невиразною і некомпактною, тоді на осі ординат слід зробити розрив шкали. Для базисних характеристик швидкості зміни досліджуваного явища початковий рівень ординати може починатись із 100.

Лінійні діаграми дають можливість наочно визначити періоди часу, коли явища зростали (зменшувались) більш чи менш інтенсивно, або залишались без змін.

Особливістю лінійного графіка наочного зображення даних, які характеризують підсумки розвитку явища за певний період часу є те, що динаміка показується у вигляді неперервної лінії, котра характеризує неперервність процесу. Приклад лінійного графіку представлено на рисунку 10.4.

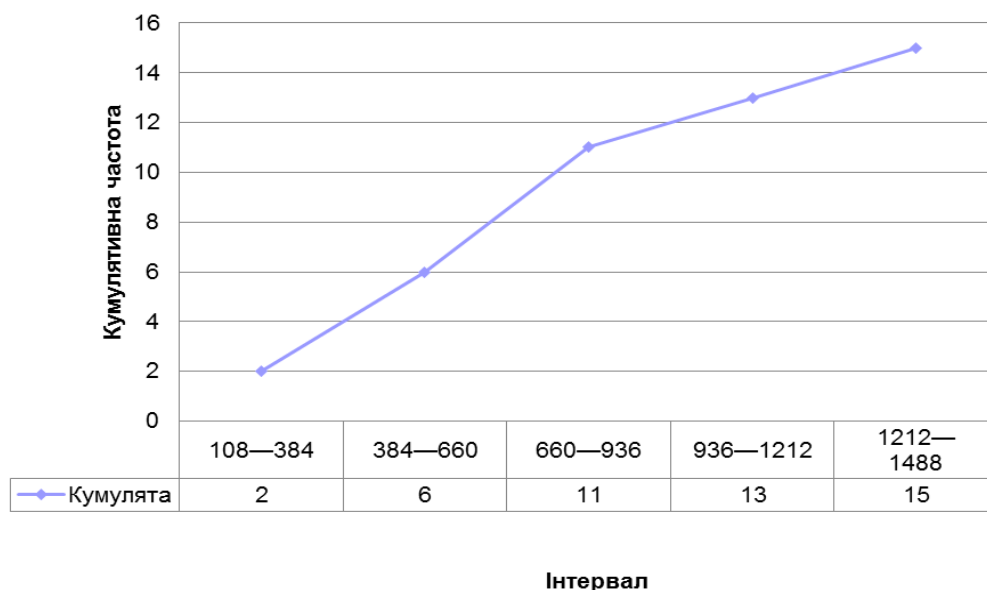


Рис. 10.4. Лінійний графік

Часто на одному лінійному графіку приводиться декілька кривих, котрі дають порівняльну характеристику динаміки різних показників або одного і того ж показника, але різних об'єктів. В таких випадках спочатку потрібно показники рядів динаміки, які будемо наносити на графік, привести до однієї основи, тобто абсолютні показники кожного ряду замінити базисними темпами росту, прийнявши для всіх рядів один і той же період в якості бази порівняння. В цих графіках лінії всіх рядів розходяться із однієї точки, прийнятої за 1 або 100 %.

Лінійні графіки використовують в статистиці не тільки для ілюстрації динаміки якого-небудь явища, але і для наочного зображення рядів розподілу. В цьому випадку на осі абсцис відкладаються варіанти, а на осі ординат – частоти ряду розподілу.

Лінійними графіками користуються також для наглядного зображення залежності однієї варіаційної ознаки від іншої.

В статистичній практиці побудови графіків для аналізу темпів динаміки явища використовують лінійні графіки на напівлогарифмічній сітці.

Напівлогарифмічною називається сітка, в котрій на осі абсцис нанесений звичайний масштаб, а на осі ординат – логарифмічний.

Перевага напівлогарифмічної сітки в аналізі динаміки явища заключається в тому, що вона дає більш коректну уяву про темпи динаміки. Діаграму на напівлогарифмічній сітці називають ще **діаграмою темпів**.

Для побудови лінійного графіка з напівлогарифмічною шкалою по осі ординат замість звичайної шкали відкладають логарифмічну з рівними інтервалами. Далі по таблиці логарифмів, знаходять логарифми для цілих чисел, які проставляють з правої сторони осі ординат для кращої наочності. За масштабом логарифмічної шкали знаходять відповідні точки, які проставляють на графіку і з'єднують їх лініями.

Різновидністю лінійної діаграми є **радіальні діаграми**, побудовані в полярних координатах і призначені для відображення процесів і явищ, які періодично повторюються в часі (переважно сезонних коливань). За вісь ординат, в полярних координатах, приймаються радіуси, а за вісь абсцис – коло. Пунктом відліку служить центр кола, або його окружність. Радіальні діаграми бувають двох видів – замкнуті і спіральні.

Замкнуті діаграми відображують весь внутрішньорічний цикл зміни явища за один рік. Для того щоб побудувати радіальну діаграму замкнутого виду, у якої пунктом відліку служитиме центр кола, креслять коло радіусом, рівним середньомісячному показнику. Усе коло ділять на стільки частин, скільки внутрішньорічних періодів і відповідно їм проводять радіуси. Періоди часу розміщують за годинниковою стрілкою, причому розміщення місяців (якщо коло розбите на 12) аналогічне циферблату годинника. На кожному радіусі відповідно до прийнятого масштабу відкладають від центра кола відрізки пропорційно рівням показників конкретного місяця. Дані, які перевищили середньомісячний рівень, відкладаються за межами кола на

продовжені радіуса. Потім кінці відрізків на радіусах з'єднуються лініями, причому точка грудня з'єднується із точкою січня одного і того ж року.

Спіральна радіальна діаграма будується в тому випадку, коли є дані по місяцях за ряд років. Принцип їх побудови той же, що і замкнутих, однак різниця лише в тому, що в спіральних діаграмах грудень одного року з'єднується не з січнем даного ж року, а з січнем наступного року, в результаті чого виходить крива у вигляді спіралі.

10.5. Контрольно-планові графіки

Графічний метод широко використовується для поточного контролю за ходом виконання плану. Форми графічного зображення для порівняння планових і фактичних показників досить різноманітні. Розглянемо два основних види цих графіків:

- а) лінійні графіки виконання плану;
- б) обліково-планові графіки.

Лінійні графіки є зручним засобом контролю виконання плану по одному якому-небудь об'єкту або показнику. При цьому для аналізу на графіку доцільно показати наростаючим підсумком не тільки планові і фактичні показники у звітному періоді, але й фактичні – за минулий рік.

В тих випадках, коли потрібно організувати наочний контроль виконання плану одночасно на декількох об'єктах, будуть **обліково-планові графіки**. Їх будуть на спеціально розграфленій сітці, яка має форму таблиці, і на якій по горизонталі відкладають одиниці часу (день, п'ятиденку, декаду, місяць, квартал), а по вертикалі розміщують об'єкти дослідження. Кожний відрізок по горизонталі відповідає 100 % виконання планового завдання, який, в свою чергу ділиться на п'ять рівних частин (кліток) по 20 % на кожен. Ступінь виконання плану по кожному об'єкту зображається двома лініями: тонкою переривчастою, яка показує ступінь виконання плану за одиницю часу і жирною суцільною, яка характеризує виконання плану за звітний період в цілому.

10.6. Графіки просторового розміщення явищ

Для вивчення розміщення, рівня і ступеня розповсюдження якого-небудь явища в просторі використовується три види графіків:

- а) картограма;
- б) картодіаграма;
- в) центрограма.

Картограма – це схематична географічна карта, на якій розподіл зображуваних явищ по території дається за допомогою розмальовування, штриховки або крапок.

В залежності від використовуваних символів розрізняють фонові і крапкові картограми. Для побудови **фонових картограм** використовується вся поверхня карти в кордонах досліджуваної території. На цій карті повинні бути чітко позначені контури меж адміністративного поділу країни, області, району.

Географічний ряд, призначений для картографування, потрібно оптимально розбити на групи (райони), що дозволить простежити закономірності розміщення зображуваного явища. Кожній групі (району) надається певний тип штрихування або колір, а потім їх наносять на карту. Так, наприклад, якщо ми хочемо дати картограму розміщення садів і виноградників в Україні, то ми повинні всі дані про це по окремих областях розбити, припустимо, на чотири групи з відповідних штрихуванням. В першу групу увійдуть всі категорії господарств з площею садів і виноградників питома вага яких в загальній площі сільськогосподарських угідь до 1 %; другу – 1,1-2,0 %; третю – 2,1-3,0 % і четверту – понад 3,0 %. Після на кожну область у відповідності з тією групою, до котрої вона попала, наноситься вказане штрихування. Інколи в якості умовного знаку замість штрихування користуються кольором, тільки при цьому вибирають кольори таким чином, щоб була витримана зростаюча інтенсивність по мірі переходу від нижчих груп до вищих.

При зображенні деяких явищ, які вивчаються статистикою, розподіл за адміністративними районами не має великого значення, а тому в подібних випадках виділяються райони з однаковим показником досліджуваного явища за допомогою **ізолінійних картограм**. Такі картограми використовуються в метеорології і геодезії.

В економії ізолінійні картограми застосовуються для встановлення часу виконання основних сільськогосподарських робіт (ізотопи), для зображення регіонів з однаковими цінами (ізопрайси) і т.д. На ізолінійних картограмах замкнутими плавними лініями зображаються контури приблизно рівних величин статистичного показника.

Недоліком штрихових картограм є те, що повний географічний регіон штрихується однаково, без переходу по густоті штрихів, хоч в дійсності розподіл якої ознаки на місцевості не завжди рівномірний. А тому замість фарби і штрихування в якості графічних символів в картограмах використовують крапки.

В **крапкових картограмах** графічним знаком статистичних даних є крапки строго визначеного розміру, розміщені в заданих межах. Кожна крапка відповідає певній числовій величині і є носієм елементу обліку. Крапки на картограмі надають обліку наочність і природність. Вони добре ілюструють ступінь концентрації об'єктів промисловості і сільського господарства в різних районах і можуть використовуватись в багатьох галузях статистики.

Крапки на розрахунковій картограмі розміщуються на контурах території з врахуванням їх фактичного розподілу на окремих ділянках цієї

території. Це дозволяє порівнювати щільність розміщення досліджуваних об'єктів на різних ділянках території за густиною крапок. Виразність крапкової діаграми залежить від розміру крапки. Якщо зменшити розмір крапки, тоді на цій же площі можна розмістити більше крапок, і не буде нашарування крапок однієї на другу.

Крапкові діаграми за своєю суттю близькі до фонових. Однак фонові картограми, як правило, використовуються для зображення середніх і відносних показників. Крапкові ж картограми використовуються для об'ємних (кількісних) показників. Їх застосовують в тих випадках, коли сума ваг статистичного розподілу по районах має економічний зміст. У фонових діаграмах сума ваг економічного змісту немає.

Якщо після за штриховки, фарбування або нанесення крапок на відповідні ділянки карти виявляється певна закономірність в географічному розміщенні території з однаковою величиною зображуваного показника, тоді можна судити про залежність даного показника від географічного фактора. Якщо ж райони з однаковим зображенням розміщені на карті в хаотичному порядку, це свідчить про відсутність певної закономірності в просторовому розміщенні даного показника, тобто розповсюдження або рівень не зв'язані з географічним положенням району.

Картодіаграма – це поєднання схематичної географічної карти із діаграмою. Основне завдання картодіаграм заключається в тому, щоб показати географічний розподіл зображуваного статистикою явища. Головна їх особливість заключається в розміщенні на контурній географічній карті спеціальних знаків-символів у вигляді стовпчиків, квадратів, кругів та інших. Величина геометричного знаку залежить від розміру даного явища в зображуваному районі. Знаки і символи на картодіаграмі розміщуються не в простій лінійній послідовності, а орієнтуються в географічному просторі. Основна перевага картодіаграм перед звичайними діаграмами заключається в точній географічній орієнтації статистичних величин, у встановленні їх взаємної відповідності і просторовому розподілі.

Певну перевагу картодіаграми мають також і перед картографіями. На картодіаграмі зображуються самі досліджувані величини, що сприяє більш точному їх відображенню. На картограмі зображуються головним чином середні, крайні значення, або значення інтервалів.

Основним видом знаків-символів при побудові картодіаграм є кругові і секторні діаграми. За допомогою цих символів на картодіаграмі зображують одночасно як обсяг так і структуру (склад) статистичного явища розміщеного в просторі.

Якщо на картодіаграмі зображують лише структуру досліджуваного явища без врахування його обсягу, тоді будують круги однакового радіуса. Для зображення розподілу по території абсолютних величин на карту наносять прямокутники у вигляді стовпчиків або стрічок. Ці прямокутники або стрічки можна використати також для графічного зображення структури явища.

В економічних дослідженнях доводиться інколи поєднувати картодіаграми з картографіями. Діаграми якби накладаються на картографію. Картографія в поєднанні з картодіаграмами при вмілій їх побудові є важливим засобом наочного зображення і аналізу суспільно-економічних явищ і процесів. Наприклад, такий графік дає можливість проаналізувати територіальне розміщення міського населення за чисельністю в поєднанні із щільністю розселення сільського населення. Міста за чисельністю жителів на карті зображують за допомогою кругових діаграм, а щільність сільського населення – за вибраною штриховкою відповідних територій.

Соціально-економічне районування на географічній карті наочно зображують і аналізують також за допомогою поєднання цих двох графіків. Об'єм і структуру промисловості на карті показують за допомогою секторних діаграм, а напрямки сільськогосподарського виробництва – через заштриховку відповідних регіонів.

Центрограма – це контурна карта на якій розміщуються короткі цифрові таблиці з інформацією про історико-географічний розвиток і розміщення досліджуваного явища чи процесу. Центрограми ще називають історико-географічними картами. Вони дозволяють скласти цілі статистико-географічні описи нанісши цифрові ряди на карті для різних територій, що дає можливість наочно уявити окремі сторони протікання досліджуваного процесу в динаміці. Центрограми дозволяють визначити питому вагу окремих регіонів, а також тенденцію переміщення центру розвитку в розташуванні окремих явищ.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України про державну статистику // Відомості Верховної Ради України. - 1992. – № 43. - С.1359-1362.
2. Герасименко С.С., Головач А.В., Єріна А.М. та ін. Статистика: підручник/ С.С. Герасименко, А.В. Головач, А.М. Єріна. Та ін. 2-ге вид. - К.: КНЕУ, 2000. – 460 с.
3. Захожай В.Б. Теорія статистики Ч.1. / В.Б. Захожай. – К.: Уфимб, 2000. – 179 с.
4. Захожай В.Б. Теорія статистики. Ч.2 (Практикум) / В.Б. Захожай. – К.: Уфимб, 2000. – 134 с.
5. Економічна статистика [підручник у 2 ч.] – Ч.1 Макроекономічна статистика / І.Г. Манцуров, А.М. Єріна, О.К. Мазуренко та ін.; [за наук. ред. чл.-кор. НАНУ І.Г. Манцура]. – К.: КНЕУ, 2013. – 325 с.
6. Єріна А.М., Пальян З.О. Теорія статистики: практикум / А.М. Єріна., З.О. Пальян. – 7-ме вид. - К.: Знання, 2009. – 255 с.
7. Єріна А.М. Організація вибіркового обстеження: навч. посіб. / А.М. Єріна. - К.: КНЕУ, 2004. – 127 с.
8. Ковалевський Г.В. Статистика: підручник для вузів / Г.В. Ковалевський. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 313 с.
9. Ковалевський Г.В., Селіванов В.М. Статистика зарубіжних країн: навч. посіб. Рекомендовано МОН України / Г.В. Ковалевський, В.М. Селіванов. – Х.: ХНУ, 2001. – 144 с.
10. Кулинич О.І. Теорія статистики: підручник / О.І. Кулинич. – Кіровоград: ДЦУВ, 1996. – 228 с.
11. Луганін О.С., Фомішин С.В. Статистика національної та міжнародної економіки: навч. посіб. / О.С. Луганін, С. В. Фомішин. - Львів: «Новий світ-2000», 2008. – 471 с.
12. Лугінін О.Є., Білоусова С.В. Статистика: Підручник.- К.: Центр навчальної літератури, 2005.- 580 с.
13. Мармоза А.Т. Теорія статистики: Навчальний посібник.- К.: Ельга, Ніка-Центр, 2003.- 392с.
14. Опря А.Т. Статистика (з програмованою формою контролю знань). Математична статистика. Теорія статистики. Навчальний посібник.- К.: Центр навчальної літератури, 2005.- 472с.
15. Статистика: структурно-логічні схеми та задачі: [навч. посіб.] / За наук. Ред. А.М. Єріної. – К.: КНЕУ, 2007.
16. Статистика: теоретичні засади і прикладні аспекти. Навчальний посібник. / Р.В.Фещур, А.Ф.Барвінський, В.П.Кічор та ін.; За наук. ред. Р.В.Фещура. – 2-е вид. оновлене і доповнене. – Львів: «Інтелект-Захід», 2003. – 576 с.
17. Статистика: учебник / И.И. Елисеева [и др.]; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Проспект, 2006. – 448 с.

18. Статистический словарь. 3-е издание. – М: Финансы и статистика, 1996. – 642 с.
19. Теорія статистики: Навчальний посібник / Вашків П.Г., Пастер П.І., Сторожук В.П., Ткач Є.І. – К.: Либідь, 2001. – 320 с.
20. Ткач Є.І. Загальна теорія статистики: Підручник. – Терн-ль: Лідер, 2004. – 388 с.
21. Удосконалення законодавства України у галузі статистики / О. Осауленко, Ю. Остапчук та ін. - К.: ІВЦ Держкомстату України. - 2002. – 764 с.
22. Уманець Т.В., Пігарев Ю.Б. Статистика: навч. посіб. / Т.В. Уманець, Ю.Б. Пігарев. - К.: Вікар, 2003. – 623 с.
23. Уманець Т.В. Загальна теорія статистики: Навч. посіб. -: Знання, 2006.- 239с.
24. Чекотовський Е. Графічний метод у статистиці (на основі програми EXEL) / Е. Чекотовський. - К.: Знання, 2000. – 518 с.
25. www.ukrstat.gov.ua [Статистична інформація і методологічні матеріали Державної служби статистики України].