

ЕКОНОМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра управління державними і корпоративними фінансами

Н. М. Лисьонкова, О. А. Єрмоленко

СТАТИСТИКА

Конспект лекцій

Частина 1

Харків – 2019
Лисьонкова Н. М., Єрмоленко О. А. Статистика:

Конспект лекцій. – Харків: УкрДУЗТ, 2019. – Ч. 1. – 78 с.

Конспект лекцій підготовлений відповідно до навчальної програми з дисципліни «Статистика» і є складовою навчально-методичного комплексу дисципліни. Матеріали конспекту лекцій розглядають сукупність усіх питань курсу «Статистика» для підготовки студентів.

Конспект лекцій складається з двох частин.

У першій частині конспекту висвітлено сутність статистики та її значення в аналізі суспільних явищ; розглянуто основні методи статистики: зведення, групування і подання статистичних даних та основних статистичних показників.

У другій частині докладно розглянуто: статистичні методи вимірювання взаємозв'язків, показники варіації, динаміку, вплив індексного та вибіркового методу розрахунку на аналіз статистичних показників.

Конспект лекцій призначено для студентів економічних спеціальностей усіх форм навчання.

Іл. 23, табл. 19, бібліогр.: 17 назв.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри управління державними і корпоративними фінансами 12 березня 2018 р., протокол № 7.

Рецензент

доц. М. О. Єр'оміна

Н. М.Лисьонкова, О. А.Єрмоленко

СТАТИСТИКА

Конспект лекцій

Частина 1

Відповідальний за випуск Лисьонкова Н. М.

Редактор Буранова Н. В.

Підписано до друку 01.06.18 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 5,0. Тираж 35. Замовлення №

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

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Тема 1. Методологічні засади статистики.....	6
Тема 2. Статистичне спостереження.....	12
Тема 3. Зведення і групування статистичних даних.....	22
Тема 4. Подання статистичних даних: таблиці і графіки.....	34
Тема 5. Статистичні показники.....	42
Тема 6. Середні величини.....	60
Список літератури.....	78

ВСТУП

Слово «статистика» походить від латинського слова «status», що означає «становище», «стан явищ», або від італійського «стато»—держава. Статистика, як і інші науки, виникла з практичних потреб людей. З утворенням класового суспільства постала потреба збирання відомостей про країну: про її населення, засоби, які має держава. Для одержання цих даних проводились різноманітні обліково-статистичні роботи. Зокрема є відомості про перепис населення в Єгипті, проведений за 3500 років до нашої ери. У Китаї більш ніж за дві тисячі років до нашої ери проводились обчислення населення за статтю і віком, а також збиралися відомості про стан сільського господарства. У Давньому Римі велась статистика чисельності населення та майнового стану громадян. Наприкінці IX сторіччя проводились перші облікові операції: інвентаризація королівських маєтків, облік населення, придатного до військової служби. На початку роботи такого виду проводились несистематично і не були повними, вичерпними.

Регулярне проведення статистичних робіт, а також необхідність вивчення накопичених статистичних матеріалів сприяли виникненню науки «статистика».

Статистика як наука зароджується в другій половині XVII сторіччя у працях видатних представників школи політичних арифметиків Уільяма Петті (1623-1687) і Джона Граунта (1620-1674).

У своїх працях («Трактат про податки і збори» 1662 р., «Слово мудрим» 1664 р., «Політична арифметика» 1676 р., «Різне про гроші» 1682 р.) Петті намагався, спираючись на кількісний розрахунок, дати відповіді на економічні і соціальні питання. Він намагався розробити програму перепису населення, широко використовував категорію середніх величин, висловлював цікаві думки щодо організації статистичного спостереження.

Сучасник Петті Дж. Граунт перший склав таблицю смертності, яка встановлює кількість осіб, що доживають до певного віку. Він виявив, що масовим явищам притаманні певні статистичні закономірності.

У Германії у цей самий період (друга половина XVII сторіччя) виникла описова школа. Представниками її були Г. Конрінг (1606-1681) і Г. Ахенваль (1719-1772). Г. Ахенваль, професор філософії і права у м. Геттенгем, назвав цю описову науку статистикою.

Подальшого розвитку питання статистичної теорії набули в роботах цілого ряду статистиків, із яких особливо виділяються роботи видатного статистика Д. П. Журавського (1810-1856). Однією із заслуг А. Кетле є відкриття ним закономірностей масових явищ – їхніх кількісних і якісних ознак, що тільки їх єдність приводить до цілковитого пізнання.

До сорокових років XIX сторіччя описовий напрямок у статистиці втрачає колишнє значення і широкого розвитку набуває математичний напрямок статистики, початок якому поклали англійці Ф. Гальтон, К. Пірсон, В. Госсет, Р. Фішер та ін. Представники статистико-економічного напрямку основою статистики стали вважати теорію ймовірностей, яка складає одну з галузей прикладної статистики.

У рамках єдиної статистичної науки на сучасному етапі можна виділити її окремі галузі, кожна з яких має свій об'єкт дослідження, з'ясовує сутність специфічної системи показників, виробляє правила і методи їх одержання і застосування. При всіх розбіжностях, кожна з галузей базується на принципах і методах загальної теорії статистики, яка може бути віднесена до першого рівня статистики.

На другому рівні виділяють статистику економічну і соціально-демографічну. Економічна статистика вивчає процеси і явища в галузі економіки, їхню структуру, пропорції, взаємозв'язки, а соціально-демографічна – населення і неекономічні (соціальні) явища і процеси в житті суспільства, комплексно характеризує різноманітні сторони соціальних умов і способи життя людей.

На третьому рівні виділяються галузі економічної і соціальної демографічної статистики.

Тема 1. МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ СТАТИСТИКИ

План

- 1 Предмет статистики.
- 2 Метод статистики.
- 3 Облік і статистика.

1 Предмет статистики

Як будь-яка наука, статистика має свій предмет вивчення. Серед основних питань теорії статистичної науки чи не найважчим є питання про зміст цієї науки. Це питання важке, головним чином, тому, що статистика причетна до найширшого кола об'єктів, які у свою чергу є предметом вивчення для найрізноманітніших наук. Вже в початковому періоді історії статистичної науки виникли розбіжності у підході до визначення її змісту. Наприклад, професор А. Рославський почав свою вступну лекцію у Харківському університеті в 1839 р. заявою про те, що «при сучасному стані просвіти немає жодної науки, яка б так мало була визначена і являла б таке різноманіття суперечливих поглядів, як статистика».

Це було сказано в той час, коли ще тільки пробивались паростки наукової статистики крізь догми державознавства. Але й через тридцять років, коли статистична думка була вже збагачена працями А. Кетле, відомий німецький статистик Е. Енгель сказав на Гаазькій сесії, що він сумнівається в тому, щоб хто-небудь визначив, що таке статистика.

Визначити предмет будь-якої науки – означає вирішити питання про її зміст, місце серед інших наук, характер її взаємовідносин з ними.

Статистика вивчає кількісну сторону масових суспільних явищ у нерозривному зв'язку з їхніми якісними сторонами. У наведеному визначенні вказано три основні риси предмета статистики: по-перше, статистика вивчає суспільні явища, по-друге, вона вивчає кількісну сторону цих явищ і, по-третє, вона вивчає масові суспільні явища.

Однак статистика відрізняється від інших суспільних наук низкою особливостей і перш за все тим, що вона вивчає кількісну сторону масових явищ: їх розміри, обсяги, темпи розвитку та ін.

Теоретичну основу будь-якої науки, у тому числі і статистики, складають поняття і категорії. У статистиці до найважливіших категорій і понять належать: сукупність, ознака, варіація, показник, система показників, закономірність.

Об'єкт статистичного дослідження називають статистичною сукупністю.

Статистична сукупність – це маса окремих елементів, які об'єднані єдиною якісною основою, але розрізняються між собою низкою ознак. Наприклад, статистичною сукупністю буде населення якої-небудь країни, що складається з окремих людей, які розрізняються за статтю, віком, національним складом та багатьма іншими ознаками. Сукупність можуть складати працівники підприємства, студенти ВЗО, банки, фірми та ін.

Таким чином, масові явища завжди являють собою сукупності одиниць, які в певному відношенні однорідні, але в інших відношеннях розрізняються між собою.

Кожний окремо взятий елемент сукупності називається одиницею статистичної сукупності.

Одиниці статистичної сукупності характеризуються певними ознаками. Ознаки характеризують певний стан предмета.

За формою зовнішнього вираження ознаки поділяються на атрибутивні (якісні) і кількісні. **Якісні ознаки** характеризують невід'ємну властивість предмета. А у філософії невід'ємну властивість предмета називають атрибутом, тому якісні ознаки називаються атрибутивними. Прикладом таких ознак може бути: стать, національність.

Різновидом атрибутивних ознак є альтернативні. Альтернативною називається така ознака, якою деякі одиниці сукупності володіють, а інші – ні. Наприклад, студенти, що встигають і невстигають.

Відмінність **кількісних ознак** від якісних полягає в тому, що перші можуть мати підсумкові значення, а другі характеризуються тільки числом одиниць у сукупності. Прикладом кількісних ознак може бути: стаж роботи, вік, зріст та

ін. Кількісні ознаки поділяються на дискретні (переривані) і непереривані. Одиниці сукупності поряд із загальними для всіх одиниць ознаками мають індивідуальні особливості і відмінності, які відрізняють їх одне від одного, тобто існує так звана варіація ознак.

Варіація – це коливаність, змінюваність ознаки. Тому ознаку, яка розрізняється у різних одиниць, називають варіантом і позначають «X».

Кількісну характеристику статистика виражає через певного виду числа, які називаються статистичними показниками.

Статистичний показник характеризує конкретний зміст предмета і може бути кількісним і якісним. Наприклад, до кількісних ознак належать: чисельність населення, вантажообіг, відправлення вантажів, національний дохід та ін., а до якісних – рівень продуктивності праці, собівартість продукції, густота перевезень та ін.

Одержуючи узагальнювальні характеристики масових явищ, статистика прагне виявити за їх допомогою певні закономірності, які проявляються в певному порядку розташування, співвідношення або зміни статистичних цифр. Це можуть бути:

– закономірності розвитку (динаміки) явищ. Так, наприклад, статистика вивчає динаміку перевезених вантажів залізничним транспортом, чисельності населення та ін.;

– закономірності зміни структури явищ. Так, ця закономірність показує систематичне збільшення частки міського населення у нашому суспільстві;

– закономірності розподілу одиниць всередині сукупності. Таку закономірність можна виявити в розподілі населення за віком, студентів за успішністю та в багато чому іншому;

– закономірності виявлення взаємозв'язку між явищами.

Статистика має вивчати всі суспільні явища тільки у взаємозв'язку і взаємообумовленості.

2 Метод статистики

Найважливішим завданням статистичних досліджень є виявлення і вимірювання закономірностей масових явищ і процесів і цьому служать методи, розроблювані статистикою як

наукою. Сукупність цих методів, за допомогою яких статистика вивчає свій предмет, створюють статистичну методологію.

Під статистичною методологією розуміється система прийомів, способів і методів, спрямованих на вивчення кількісних закономірностей.

Статистичне дослідження складається з трьох основних стадій:

- статистичне спостереження (збирання первинного статистичного матеріала);
- зведення матеріалів спостереження (обробка зібраного статистичного матеріала);
- аналіз отриманих звітних матеріалів (висновки).

Усі ці етапи пов'язані між собою, відсутність одного з них призводить до розриву цілісності статистичного дослідження.

На кожній стадії статистичного дослідження використовуються спеціальні методи, які пояснюються змістом виконуваної роботи.

На першій стадії статистичного дослідження відбувається збирання первинного статистичного матеріалу методом масового статистичного спостереження. Статистичне спостереження завжди масове. Це пояснюється тим, що статистика вивчає закономірності, які виявляються у масових явищах.

Для пізнання закономірностей необхідна велика кількість спостережень. Закон великих чисел має строге математичне доведення. В узагальненому вигляді він був вперше доведений видатним російським математиком П. Л. Чебишевим у 1867 р. Про дію закону великих чисел можна отримати уявлення із найрізноманітніших галузей. Так, наприклад, статистикою встановлено, що на 100 дівчат народжується 105 хлопчиків, однак в окремій сім'ї і навіть у невеликому населеному пункті це співвідношення може бути зовсім іншим. Отже, щоб дати правильну характеристику явищ в цілому, не можна базуватись на окремих, одиничних спостереженнях, потрібно узагальнити усю сукупність фактів або достатньо велике їх число. Отримані після статистичного спостереження масиви вихідних даних відносяться до найрізноманітніших явищ, тому вони потребують подальшої обробки й аналізу.

Основним методом, який застосовується на другій стадії

статистичного дослідження, є метод групувань. Групуванням називається виявлення в масі явищ однорідних груп. Наприклад, після перепису населення потрібно визначити групи за статтю, віком, національним складом та ін. Для характеристики кожної групи і порівняння груп між собою статистика використовує відносні і середні величини, які в статистиці називаються узагальнювальними показниками. Крім того, при зведенні матеріалів статистичного спостереження успішно застосовуються табличний метод і метод графіків.

На третій стадії статистичного спостереження широко застосовується ряд статистичних методів, до яких належать: метод середніх величин, метод динамічних рядів, індексний метод, балансовий метод, метод кореляції.

3 Облік і статистика

Статистика нерозривно пов'язана з обліком. Облік є необхідною умовою будь-якого організованого господарства. Основою обліку є так званий первинний облік, під яким слід розуміти певну систему записів одиничних факторів. Будь-які чеки, квитанції, накладні та ін. – це документи первинного обліку.

Облік ведеться в усіх ланках народного господарства шляхом реєстрації окремих актів у первинних документах. Найчастіше використовуються такі види обліку, як бухгалтерський, статистичний, оперативно-технічний (рисунок 1). Кожний із застосованих видів обліку має своє значення, свої особливі завдання, користується як загальними, так і своїми особливими методами.

Оперативно-технічний облік відображає поточні події, які відбуваються на підприємстві, з метою безпосереднього використання даних для вирішення оперативних питань щодо керівництва і управління. Він дає змогу щоденно контролювати хід виконання поставлених завдань виробництва продукції, організації праці і використання робочої сили, забезпечення матеріально-технічними засобами підприємств, їхніх підрозділів і ділянок. Цей вид обліку характеризується терміновістю і швидкістю одержання відомостей. Особливо важливе значення

має він на залізничному транспорті у справі організації перевізного процесу, коли події, що відбуваються, здійснюються безперервно в часі і в масових масштабах.

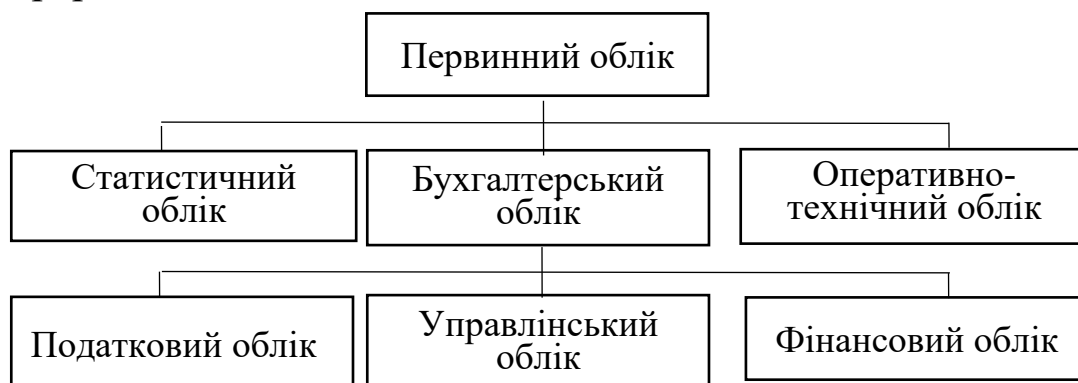


Рисунок 1 – Види обліку

Бухгалтерський облік відображає склад і джерела створення матеріальних і грошових коштів господарств, їх рух і використання шляхом реєстрації фактів здійснення окремих операцій. Цей вид обліку покликаний забезпечити схоронність коштів підприємств і організацій, відобразити їх кругообіг у процесі виробництва. Він базується на документальній основі, завдяки чому здійснюється систематична перевірка схоронності майна господарських організацій. Бухгалтерський облік є безперервним у часі і суцільним за охопленням реєстрації фактів, які здійснюються. Він ведеться переважно у грошовому виразі шляхом двобічного запису у спеціальних рахунках і журналах.

Можна виділити багато різновидів бухгалтерського обліку залежно від мети його проведення (патримоніальний та камеральний), відношення до можливої ліквідації (статичний та динамічний) тощо. Але найпоширенішою є класифікація видів бухгалтерського обліку залежно від користувачів інформації та подальшого використання зібраної інформації (управлінський та фінансовий облік).

Управлінський облік спрямований на формування інформації для прийняття управлінських рішень внутрішнім користувачем. Він не регулюється загальноприйнятими принципами, організовується на підприємствах самостійно і є його комерційною таємницею. Метою його проведення є облік витрат та калькулювання собівартості робіт і послуг.

Фінансовий облік являє собою процес узагальнення фінансових даних, взятих з бухгалтерських записів підприємства, і надання їх у формі звітності зовнішнім користувачам. Порядок його ведення суворо регламентується загальними правилами і стандартами. Він призначений надавати інформацію про загальний фінансовий стан і загальну рентабельність підприємства.

Податковий облік визначає базу для нарахування податків. Він існує паралельно з бухгалтерським, використовує з ним єдину базу вихідних даних (первинний облік), але має специфічні цілі.

Статистичний облік – це облік фактів або окремих випадків масових суспільних явищ з метою їх узагальнення і одержання зведеної характеристики. Дані статистичного обліку дають змогу вивчати суспільні явища, глибоко їх аналізувати і використовувати як у поточному, так і в перспективному плануванні розвитку окремих галузей і народного господарства в цілому.

Питання до самоконтролю

- 1 Що являє собою предмет статистики?
- 2 Що являє собою метод статистики?
- 3 Надайте визначення статистичної сукупності.
- 4 Надайте визначення кількісних та якісних ознак.
- 5 Надайте визначення варіації.
- 6 Надайте визначення статистичного показника.
- 7 Стадії статистичного спостереження та їх характеристика.
- 8 Види обліку та їх характеристика.

Тема 2. СТАТИСТИЧНЕ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

План

- 1 Поняття статистичного спостереження.
- 2 Форми статистичного спостереження.
- 3 Види статистичного спостереження.

4 Способи статистичного спостереження.

5 Точність спостереження.

1 Поняття статистичного спостереження

Статистичне спостереження – це перша стадія будь-якого статистичного дослідження.

Статистичним спостереженням називається планомірний науковообґрунтований збір даних або відомостей про соціально-економічні явища і процеси у житті суспільства.

З розвитком ринкових відносин роль інформаційної статистичної бази зростає. Це пов'язано з потребою в прогнозуванні і узагальненні даних як на макро-, так і на мікрорівні.

Статистичне спостереження може проводитися органами державної статистики, науково-дослідними інститутами, економічними службами банків, бірж, фірм.

Будь-яке статистичне спостереження вимагає ретельної підготовки. Від якості статистичного спостереження залежить успіх усього статистичного дослідження в цілому. Статистичне спостереження має бути організовано так, щоб у результаті його проведення були одержані об'єктивні, точні дані про явище, яке вивчається.

Таким чином, основним завданням статистичного спостереження є отримання достовірної вихідної інформації. Обов'язково має бути забезпечена також повнота цієї інформації і одержання її у якомога короткий термін. Наукова організація статистичного спостереження потрібна для того, щоб забезпечити найкращі умови для одержання об'єктивних точних матеріалів.

Первинний статистичний матеріал – це фундамент статистичного спостереження.

Процес підготовки статистичного спостереження містить різні види робіт. Спочатку необхідно вирішити методологічні питання. Серед цих питань найважливішими є визначення мети спостереження, вибір об'єкта.

2 Форми статистичного спостереження

Уся різноманітність організаційних форм статистичного спостереження може бути зведена до трьох типів – звітність (підприємств, організацій, установ і т. ін.); спеціально організоване спостереження (переписи, одноразові обліки і обстеження суцільного і несуцільного спостереження); реєстри.

Звітністю називають таку організаційну форму статистичного спостереження, при якій відомості про діяльність підприємств, установ і організацій надходять до статистичних органів або організацій вищого рівня у вказані терміни за суворо встановленою формою. Таким чином, **звітність** – це офіційний документ, який містить статистичні відомості про роботу підприємства, установи, організації і т. ін. Для звітності характерним є те, що вона затверджується органами державної статистики. Подавання даних за незатвердженою формою є порушенням звітної дисципліни. Звітність має обов'язковий характер і юридичну силу, тому що підписується керівником підприємства.

Чинну статистичну звітність поділяють на типову і спеціалізовану. Типова звітність містить показники, однакові для підприємств усіх галузей народного господарства. У спеціалізованій формі звітності склад показників змінюється залежно від особливостей окремих галузей економіки.

За термінами подавання звітність поділяється на поточну і річну. До поточної належить звітність щоденна, тижнева, декадна, двотижнева, місячна, квартальна.

За способом подання відомостей звітність поділяється на поштову, телеграфну, телетайпну, електронних мереж.

Для кожної форми звітності існують такі обов'язкові реквізити:

- номер форми і дата її затвердження статистичними органами;
- назва форми;
- за який період чи на яку дату подаються відомості;
- терміни подання звітності;
- адреса і назва організації, якій підпорядковано підприємство;
- адреса і назва підприємства, яке подає звітність;
- підписи посадових осіб, відповідальних за вчасність і

достовірність звітних даних.

Спеціально організоване спостереження проводиться з метою одержання відомостей, відсутніх у звітності. До спеціально організованих статистичних спостережень належать всі переписи.

Перепис – форма спеціально організованого спостереження, яка дає змогу одержати відомості про чисельність, склад і стан об'єкта спостереження за низкою ознак. Для одержання порівняльних результатів на всій території порядок перепису передбачає:

- єдину програму спостереження;
- єдиний критичний момент часу (станом на який описуються одиниці спостереження);
- єдиний час проведення;
- єдині засоби одержання інформації.

Виконання цих вимог при проведенні кількох обстежень дає змогу не тільки вивчити чисельність і склад сукупності, але і проаналізувати якісні зміни, що відбулися в ній за період між двома переписами.

Так історично склалось, що перш за все виникли переписи населення. До інших переписів належать переписи устаткування, основних фондів, садів і городів, вагонів, шкіл і т. ін.

Крім переписів, існують і інші види спеціально організованого спостереження, наприклад, бюджетні обстеження, що характеризують структуру споживчих витрат і прибутків сімей.

Реєстрове спостереження – це форма безперервного статистичного спостереження за довгостроковими процесами, що мають фіксований початок, стадію розвитку і фіксоване закінчення. Ґрунтується це спостереження на веденні статистичного реєстру. Кожна одиниця спостереження в реєстрі описується системою показників, за допомогою яких можна простежити за станом цієї одиниці силою впливу на неї певних чинників. Всі показники, які використовуються в реєстрах, накопичуються протягом усього часу спостереження і бувають трьох видів залежно від порядку змін:

- 1) показники, що залишаються незмінними протягом усього часу спостереження (вони реєструються один раз);
- 2) показники, періодичність зміни яких невідома

(оновлюються в міру настання зміни);

3) показники із заздалегідь відомим періодом змін (являють собою динамічні ряди змін).

У статистичній практиці розрізняють реєстри населення і реєстри підприємств.

Реєстр населення – поіменний перелік жителів країни, який регулярно оновлюється. Він містить як постійні ознаки (стать, дата і місце народження), так і змінні (родинний стан), які характеризують кожного, хто проживає на території, що вивчається.

Реєстр підприємств містить відомості про основні ознаки усіх видів економічної діяльності за певний період або на певний момент часу. До них належать:

- час створення (реєстрації);
- підприємство, його назва, адреса і телефон;
- зазначення організаційно-правової форми;
- структура;
- вид економічної діяльності;
- кількість зайнятих (тобто розмір підприємства) та ін.

Важливе значення для введення системи національних рахунків приділяється впровадженню єдиного реєстру для всіх господарських форм одиниць (*Єдиний державний реєстр підприємств і організацій власності – ЄДРПО*). Цей реєстр має містити економічні показники, які можна узяти зі статистичної і бухгалтерської звітності.

Наявність такого реєстру дасть можливість отримати усім зацікавленим особам необхідну інформацію про підприємство, а також зробити відбір і групування одиниць сукупності за будь-якими ознаками.

3 Види статистичного спостереження

Статистичне спостереження можна розбити на групи за такими ознаками:

- характер реєстрації фактів;
- охоплення одиниць сукупності.

За характером реєстрації фактів статистичне спостереження поділяється на поточне (безперервне) і перериване.

Поточне – це спостереження, при якому реєстрація фактів здійснюється постійно, систематично, у міру їх виникнення. Прикладом такого спостереження може бути реєстрація актів громадянського стану (реєстрація народжень, смерті, шлюбів, розлучень).

Перериване – це спостереження, при якому реєстрація здійснюється через певні проміжки часу (періодичне) або у міру потреби (одноразове). До періодичних спостережень належать переписи населення, які у деяких країнах проводяться через кожні п'ять років, а в інших – через десять років.

За охопленням одиниць сукупності статистичне спостереження поділяється на суцільне і несучільне.

При **суцільному спостереженні** реєструються всі без винятку одиниці сукупності. Воно застосовується, наприклад, при переписі населення.

Несучільне спостереження первісно передбачає, що обстеженню підлягає лише частина сукупності, що вивчається. При його проведенні слід заздалегідь визначити, яка частина сукупності має бути піддана обстеженню і яким чином слід відібрати ті одиниці, що будуть обстежені. Існує кілька видів несучільного спостереження. Воно підрозділяється на спостереження основного масиву, вибіркоче і монографічне.

Метод основного масиву полягає в тому, що обстеженню підлягають найбільш суттєві, найбільш вагомі одиниці сукупності, що вивчається. Одиниці сукупності, які мають незначну величину ознаки, яка вивчається, обстеженню не підлягають. Наприклад, спостереження за обсягом реалізації товарів і цінами ведеться тільки в найбільших містах країни і на найбільших ринках міста. Кількість таких міст і складає незначну питому вагу, але це суттєво не впливає на результати спостереження, тому що обстежується основна маса реалізованих товарів і цін.

При **вибірковому спостереженні** обстеженню підлягає відібрана в певному порядку частина одиниць сукупності, а отримані результати поширюються на всю сукупність. При правильній організації вибіркоче спостереження дає досить точні результати, цілком придатні для характеристики всієї обстежуваної сукупності. Вибірковий метод відіграє велику роль

в економіко-статистичному аналізі.

Монографічне спостереження полягає в докладному вивченні і описі невеликої кількості або окремих одиниць сукупності, характерних в якому-небудь відношенні. Монографічні описи використовують для вивчення розвитку того чи іншого підприємства, фірми, бюджету сім'ї і т. ін., а також для вивчення причин, які обумовлюють їх успіхи або, навпаки, недоліки.

4 Способи статистичного спостереження

Статистичні дані можуть бути одержані різними способами, найважливішим з яких є безпосереднє спостереження, документальний і опитування.

Безпосереднім називають таке спостереження, при якому реєстрація фактів здійснюється шляхом безпосереднього підрахунку, зважування, заміру, перевірки показань приладів і т. ін. Так, наприклад, під час перепису вагонів останні реєструються шляхом огляду кожного вагона спеціально призначеною для цього особою.

Документальний спосіб спостереження ґрунтується на використанні як джерела статистичних відомостей різноманітних документів первинного обліку підприємств, організацій, установ. Тому цей спосіб спостереження часто називають **звітним**.

При опитуванні статистичні матеріали одержують шляхом реєстрації показників, які дають респонденти. У статистиці застосовують такі види опитувань: усний (експедиційний), письмовий (самореєстрація, анкетний), кореспондентський.

При **усному (експедиційному) опитуванні** спеціальні працівники (рахівники) одержують необхідну інформацію на підставі опитування відповідних осіб і потім фіксують відповіді у формулярах. Цей спосіб забезпечує досить точні результати, але він дорогий. Експедиційним способом, наприклад, збирають дані під час перепису населення.

При самореєстрації формуляри заповнюються респондентами, а бланки опитувального аркуша їм роздаються працівниками статистичних органів. Цей спосіб використовується при бюджетних обстеженнях, при проведенні

деяких переписів.

Анкетний спосіб є різновидом письмового опитування. Цей спосіб полягає в тому, що розроблена анкета розсилається певному колу осіб, а після заповнення повертається. Оскільки заповнення анкет має добровільний характер, то із розісланих анкет повертається лише частина. Цей спосіб найбільш дешевий, але найменш точний. На сьогоднішній день анкетний спосіб широко застосовується в соціологічних і демографічних дослідженнях, які проводяться науковими і громадськими організаціями. Так, для встановлення суспільної думки про матеріали, які публікуються в газетах, читачів просять відповісти на запитання спеціальної анкети.

При **кореспондентському способі** статистична організація розсилає бланки обстеження то інструкції для їх заповнення організаціям або окремим особам з проханням відповісти на поставлені запитання.

Після заповнення ті, хто отримав бланк-анкету, висилають її на адресу статистичної організації, яка їх розсилала. Іноді організують постійну мережу кореспондентів, які періодично інформують статистичні органи про певні факти. Цей вид опитування потребує найменших витрат, але не дає впевненості в тому, що одержаний матеріал є високоякісним, оскільки не завжди можна безпосередньо на місці перевірити правильність отриманих відповідей.

Форми, види і засоби статистичного спостереження подано в таблиці 1.

Таблиця 1 – Організаційні форми, види і засоби статистичного спостереження

Організаційні форми статистичного спостереження	Види статистичного спостереження		Засоби статистичного спостереження
	за характером реєстрації фактів	за охопленням одиниць сукупності	
1) статистична звітність 2) спеціально організоване	1) поточне, або безперервне; 2) перериване:	1) суцільне; 2) несцільне: а) основного масиву;	1) безпосереднє; 2) документальне; 3) опитування:

статистичне спостереження; 3) реєстри	а) періодичне; б) одноразове	б) вибіркоче; в) моно-графічне	а) експедиційне; б) самореєстрація (анкетне); в) кореспондентське
--	---------------------------------	-----------------------------------	---

Застосування різноманітних способів спостереження, прийомів реєстрації суспільних явищ і ознак, що їх характеризують, обумовлено значним різноманіттям суспільних явищ і процесів.

5 Точність спостереження

Будь-яке статистичне спостереження ставить завдання одержання таких даних, які б точно відображали дійсність. Однак із цілої низки причин ступінь точності даних спостереження може бути різним.

Точністю статистичного спостереження називають ступінь відповідності значення якої-небудь ознаки (показника), знайденої в процесі статистичного спостереження, дійсному його значенню. Розбіжність між встановленими статистичним спостереженням і дійсними значеннями показників називаються **помилками спостереження**.

Помилки статистичного спостереження можна розбити на дві групи: помилки репрезентативності і помилки реєстрації.

Помилки репрезентативності властиві тільки вибіркового спостереженню. Вони виникають внаслідок того, що спостереженню підлягає лише частина одиниць сукупності, що вивчається, яка не досить точно відтворює всю вихідну сукупність (докладніше буде визначено у темі «Вибіркове спостереження»).

Помилки реєстрації – це розбіжність між значенням показника, отриманого в процесі статистичного спостереження, і дійсним його значенням. Помилки реєстрації бувають випадковими і систематичними.

Випадкові помилки виникають у результаті дії різних випадкових факторів. Наприклад, переставлені місцями цифри, переплутані рядки або графі при заповненні статистичних

формулярів. Такі похибки діють у протилежних напрямках: вони можуть і підвищувати, і знижувати значення показників. При досить великій сукупності, що вивчається, в результаті дії закону великих чисел ці помилки взаємно погашаються.

Систематичні помилки, які викривляють явище тільки в один бік, більш небезпечні, тому що вони у значному ступені впливають на підсумкові показники. Систематичні помилки можуть бути навмисні і ненавмисні.

Навмисні помилки виникають у результаті навмисного викривлення фактів. До них належать будь-які приписки.

Ненавмисні помилки роблять випадково. До них належать наприклад, помилки, пов'язані з несправністю вимірювальних приладів, з пропусками у записах, а також помилки, пов'язані з прагненням деяких громадян округляти свій вік, як правило, до чисел, які закінчуються на 5 або 0. Багато з опитуваних, наприклад, замість 48-49 і 51-52 років говорять, що їм 50 років. У результаті виходить дуже багато 50-річних.

Одержані в результаті статистичного спостереження дані до їх обробки підлягають ретельній перевірці. Перш за все проводиться зовнішній контроль. При цьому перевіряється правильність оформлення документів, тобто наявність і чіткість усіх необхідних записів, передбачених інструкцією, а також повнота матеріалу і охоплення усіх звітних одиниць або одиниць спостереження.

Після зовнішнього проводяться арифметичний і логічний контроль.

Арифметичний, або лічильний, контроль полягає в лічильній перевірці підсумкових даних, у перерахунку відносних і середніх величин. Завданням такого контролю є виправлення підсумків і окремих числових показників.

Контроль **логічний** полягає в зіставленні між собою відповідей на питання формуляра спостереження і з'ясуванні їх логічної сумісності. При виявленні логічно несумісних відповідей шляхом подальших зіставлень із відповідями на інші питання намагаються встановити, яка з відповідей є неправильною. Наприклад, якщо в переписному аркуші населення записано, що респонденту 10 років і водночас він перебуває у шлюбі, то це логічне непогодження говорить про те, що якась з відповідей

неправильна. Якщо ж далі записано, що він має вищу освіту, то безперечно, що помилка допущена в реєстрації віку.

Звичайно для виправлення помилок, виявлених у ході логічного контролю, потрібно повторно звернутися до джерела відомостей.

Питання до самоконтролю

- 1 Поняття статистичного спостереження.
- 2 Форми статистичного спостереження.
- 3 Спеціально організоване спостереження.
- 4 Види статистичного спостереження.
- 5 Способи статистичного спостереження.
- 6 Точність спостереження.
- 7 Контроль спостереження.

Тема 3. ЗВЕДЕННЯ І ГРУПУВАННЯ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ

План

- 1 Завдання зведення та його основний зміст.
- 2 Види статистичних групувань.
- 3 Відбір групувальних ознак та принципи побудови статистичних групувань.
- 4 Ряди розподілу.
- 5 Графічне зображення рядів розподілу.

1 Завдання зведення та його основний зміст

Першим завданням статистичного спостереження виступає збір інформації про кожну одиницю об'єкта, який спостерігається.

Наступне завдання статистики полягає в приведенні зібраного матеріалу в певний порядок, його систематизації і на

цій основі наданні зведеної характеристики для всієї сукупності одиниць. Цього можна досягнути в результаті зведення – другої стадії статистичного дослідження.

Статистичне зведення – це упорядкування первісного статистичного матеріалу з метою виявлення певних закономірностей розвитку масових суспільних явищ.

Зведення може бути простим і складним. Якщо проводиться тільки розрахунок загальних підсумків за сукупністю одиниць спостереження, яка вивчається, то зведення називається простим.

Складне зведення передбачає попередній розподіл одиниць сукупності на групи.

Статистичне зведення в широкому розумінні охоплює:

- групування матеріалу спостереження;
- розроблення системи показників для характеристики груп та підгруп;
- підсумовування;
- зображення згрупованих матеріалів у вигляді статистичних таблиць.

За формою обробки матеріалу розрізняють зведення децентралізоване та централізоване.

При проведенні децентралізованого зведення обробка матеріалу проводиться послідовними етапами.

При проведенні централізованого зведення весь матеріал надходить в одну організацію, його обробка проводиться з початку до кінця. Таке централізоване зведення звичайно використовується для обробки матеріалів одночасних статистичних досліджень.

За технікою виконання статистичне зведення поділяють на механізоване та ручне.

Механізоване зведення – це спосіб обробки матеріалів, при якому всі операції виконуються за допомогою електронно-обчислювальних машин. При ручному зведенні всі основні операції здійснюються вручну. На сьогодні з появою персональних комп'ютерів ручне зведення використовується дуже рідко.

Зведення статистичних матеріалів ведеться відповідно до плану і програми, які складаються заздалегідь.

Програма статистичного зведення містить:

- вибір ознак, за якими буде проводитися групування (групувальних ознак);
 - порядок оформлення груп;
 - розроблення системи статистичних показників для характеристики груп і об'єкта дослідження в цілому;
 - розроблення макетів статистичних таблиць.
- У плані зведення наводяться організаційні питання:
- ким і як будуть здійснюватися всі операції;
 - як будуть оформлені результати зведення;
 - які дані будуть опубліковані в періодиці.

2 Види статистичних групувань

Одним з основних і найбільш поширених методів обробки та аналізу первісного статистичного матеріалу виступає групування.

Групуванням називається розподіл одиниць сукупності на однорідні групи за ознакою, яка характерна для них. Групування є одним із найскладніших у логічному плані етапів статистичного дослідження.

Існують різноманітні прийоми групування. З одного боку, це обумовлено тим, що в основу групування можуть бути покладені дуже різні ознаки, з іншого – тим, що перед групуванням можуть стояти дуже різні завдання. За допомогою методу групувань можуть бути вирішені такі завдання:

- виділення соціально-економічних типів явищ;
- вивчення структури явища та структурних зсувів, які в ньому відбуваються;
- виявлення взаємозв'язку між явищами та ознаками, які їх характеризують.

Статистичні групування відповідно до завдань, що вирішуються за їх допомогою, поділяються:

- на структурні;
- типологічні;
- аналітичні.

Типологічне групування – це розподіл сукупності, яка вивчається, на класи, соціально-економічні типи. Прикладом типологічного групування є групування промислових

підприємств за формами власності. В цьому групуванні буде побудовано стільки груп, скільки існує форм власності згідно із законодавством даної країни.

Структурним називається групування, якому відбувається розподіл однорідної сукупності на групи, які характеризують структуру за якоюсь ознакою, яка варіює. За допомогою таких групувань, наприклад, можна вивчати склад населення за статтю, віком, склад підприємств за кількістю працівників, вартість основних фондів тощо.

Групування, за допомогою якого можуть бути виявлені взаємозв'язки між явищами, які вивчаються, і їх ознаками, називається **аналітичним групуванням**.

Усю сукупність ознак можна розподілити на факторні та результативні. Факторними називають ознаки, під впливом яких змінюються інші ознаки, які у свою чергу називаються результативними. Їх взаємозв'язок проявляється в тому, що збільшення факторної ознаки викликає неодмінне збільшення або зменшення середнього значення результативної ознаки. Прикладом аналітичного групування може бути групування, яке надає характеристику залежності між технічною осначеністю підприємств та рівнем продуктивності праці. Чим вища технічна осначеність, тим вища продуктивність праці при рівності всіх інших умов.

Особливості аналітичного групування полягають у тому, що:

- по-перше, в основу групування покладено факторну ознаку;
- по-друге, кожна з виділених груп характеризується середніми значеннями результативної ознаки.

3 Відбір групувальних ознак та принципи побудови статистичних групувань

Ознаки, що покладені в основу групування, називаються групувальними. Як основу групування необхідно брати ознаки, які є типовими, суттєвими для явища, що вивчається, відповідно до мети статистичної роботи, яка проводиться. При виборі групувальних ознак до уваги необхідно прийняти конкретні

умови місця часу. При вивченні складних явищ суспільного життя групування необхідно проводити не за одною, а за декількома суттєвими ознаками.

Групування можуть будуватися за якісними та кількісними ознаками.

Якщо групування здійснюється на основі атрибутивної ознаки, то кількість груп відповідає кількості його різновидів. Наприклад, при групуванні працівників заводу за професією буде виділено стільки груп, скільки професій працівників існує на підприємстві.

Якщо групування будується за альтернативною ознакою, то можливі тільки дві групи. Наприклад, групування населення за статтю: чоловіки та жінки.

При групуванні за кількісною ознакою необхідно визначити кількість груп, які будуть побудовані. При незначному обсязі сукупності не можна створювати великої кількості груп, тому що кожна з груп буде містити мало одиниць сукупності, а показники, розраховані з такими даними, не будуть представницькими.

Кількість груп залежить від ступеня коливаності групувальної ознаки. Чим більша його коливаність, більше треба створювати груп. Однак надто велика кількість груп ускладнює виявлення закономірностей соціально-економічних явищ та процесів.

При великому обсязі сукупності можна використовувати формулу Стерджесса для визначення оптимальної кількості груп:

$$n = 1 + 3,322 \lg N, \quad (1)$$

де n – кількість майбутніх груп;

N – кількість одиниць сукупності.

Після визначення кількості груп потрібно визначити величину інтервалу групування.

Інтервал – це значення варіювальної ознаки, яке перебуває у певних межах. Кожен інтервал має нижню та верхню межу. Нижньою межею інтервалу називається найменше значення ознаки, верхньою – найбільше значення ознаки. Величина інтервалу являє собою різницю між верхньою та нижньою

межами інтервалу.

Інтервали групування залежно від їх розмірів можуть бути рівними та нерівними.

Якщо варіація ознаки має досить рівномірний характер, то будують групування з рівними інтервалами. Величина такого рівного інтервалу визначається за формулою:

$$h = \frac{x_{max} - x_{min}}{n}, \quad (2)$$

де x_{max}, x_{min} – мінімальне та максимальне значення ознаки в сукупності;

n – кількість груп.

Величина інтервалу має ту саму розрядність, в якій надані значення ознаки. Наприклад, отримані дані про віковий склад працівників заводу:

$$x_{min} = 18 \text{ років}; x_{max} = 69 \text{ років.}$$

Ця сукупність дає змогу утворити п'ять груп. Тоді величина інтервалу буде дорівнювати

$$h = \frac{69 - 18}{5} = \frac{51}{5} \approx 10 \text{ років.}$$

Тепер можна переходити до побудови груп. Кожна група має нижню та верхню межі. Як нижню межу першої групи використовують мінімальне значення ознаки. Для отримання верхньої межі треба до значення нижньої межі додати величину інтервалу.

Але перша та остання групи можуть бути відкритими і для того, щоб чітко установити числові межі інтервалів, даються додаткові вказівки до них, які можуть виражатися словами «до», «від – до», «більше», «менше» тощо.

Утворимо групи із закритими інтервалами (в першому випадку) і з відкритими інтервалами (у другому):

1-й випадок
18-28

2-й випадок
До 28

28-38	28-38
38-48	38-48
48-58	28-58
58-68	58 і більше

В обох випадках верхні межі інтервалів збігаються з нижніми межами наступних інтервалів, тому не зрозуміло, куди треба відносити працівника віком 28 років, у першу чи другу групу? Як правило, в таких випадках в інтервал включають нижню межу, а верхню – не включають, тобто вона входить до наступного інтервалу, в якому сама є нижньою.

За кількістю групувальних ознак розрізняють прості та комбіновані групування.

Простим називається групування за однією ознакою. Наприклад, групування працівників підприємства за стажем роботи.

Комбіновані групування (складні) – це групування за кількома ознаками (двома або більше). Наприклад, групування працівників підприємства за стажем роботи та професією, коли кожна група за стажем розбивається на підгрупи за професією.

За походженням інформації, яка використовується для групування, розрізняють первинні та вторинні групування.

Первинні групування проводяться на основі даних, які були отримані в процесі статистичного спостереження.

Вторинним групуванням називається утворення нових груп на базі групування, проведеного раніше. Вторинне групування (або перегрупування згрупованих даних) застосовується з двох причин:

- для покращення характеристики об'єкта, який вивчається, якщо первинне групування не дає змоги чітко виявити характер розподілу одиниць сукупності (наприклад, при побудові пустих, нульових груп);

- приведення кількох групувань до порівнюваного виду з метою проведення аналізу (якщо за два періоди часу або за двома різними об'єктами побудовані різні групування з різними інтервалами або кількістю груп).

4 Ряди розподілу

Для аналізу соціально-економічних явищ часто

використовуються особливі групування, які мають назву рядів розподілу

Статистичний ряд розподілу являє собою упорядкований розподіл одиниць сукупності, яка вивчається, на групи за певною варіювальною ознакою.

Залежно від ознаки, що покладена в основу побудови ряду розподілу, розрізняють атрибутивні та варіаційні ряди розподілу.

Ряди розподілу, побудовані за атрибутивною ознакою, мають назву **атрибутивних**.

Варіаційними називаються ряди розподілу, побудовані за кількісною ознакою. Будь-який варіаційний ряд складається з двох елементів: варіантів та частот.

Варіантами називають окремі значення ознаки, яка варіює, отримані в процесі статистичного спостереження. Вони позначаються буквою «х».

Частоти – це числа, які показують, скільки разів повторюється той чи інший варіант (як часто трапляється кожне із значень ознаки), позначаються буквою «f». Іноді частоти можуть бути замінені частотами. **Частоти** – це частоти, які мають вираз в частках одиниць або відсотках до підсумку. Відповідно сума частот має дорівнювати 1 або 100 %.

Припустимо, що в процесі статистичного спостереження отримано дані про кількість дітей у жінок, які працюють у цеху :

2,0,3,1,2,4,1,3,0,5,2,3,1,0,2,4,1,2,1,1.

Цей набір даних мав назву **первинного ряду розподілу**. Він дуже незручний як для запису, так і для подальшого аналізу. Тому його необхідно перетворити, тобто перелічити всі значення ознаки в порядку збільшення:

0,0,0,1,1,1,1,1,1,2,2,2,2,3,3,3,4,4,5.

Такий ряд називається **ранжованим**, у ньому можна побачити, що однакові варіанти в ряді повторюються по декілька разів.

Але найзручніше ряди розподілу оформляти у вигляді статистичної таблиці, яка складається з двох стовпців (або

рядків), у першому з яких наводяться варіанти, у другому – частоти. Приклад, який ми розглядали раніше, можна оформити в такому вигляді (таблиця 2):

Таблиця 2 – Розподіл жінок цеху

Кількість дітей	0	1	2	3	4	5	Разом
Кількість жінок	3	6	5	3	2	1	20

За характером варіації ряди розподілу поділяються на перервні та неперервні, за способом побудови – на дискретні та інтервальні.

Дискретні варіаційні ряди характеризуються тим, що варіанти в них мають значення окремих чисел. Прикладом дискретного ряду може виступати ряд, наведений в таблиці 2.

Інтервальні варіаційні ряди – це такі ряди, в яких значення варіантів надані у вигляді інтервалів «від» і «до» (таблиця 3).

Таблиця 3 – Розподіл працівників за стажем роботи

Стаж роботи, роки	До 5	5-10	10-15	15-20	20-25	25 і більше	Разом
Кількість працівників	2	15	35	20	16	12	100

5 Графічне зображення рядів розподілу

Для попереднього аналізу рядів розподілу найзручніше використовувати їх графічне зображення. За його допомогою можна оцінити форму розподілу. Наочне уявлення про характер зміни частот варіаційного ряду – полігон і гістограма.

Полігон використовується для графічного зображення дискретних варіаційних рядів. Для його побудови в прямокутній системі координат на осі абсцис у рівному масштабі відкладають ранжовані значення ознаки, яка варіює, а на вісь ординат наносять шкалу (також у рівному масштабі) для відображення частот. Точки, отримані на перетині фактичних значень ознак та їх частот, після побудови з'єднуються одна з одною прямими лініями, в результаті чого утворюється ламана лінія, яка і має назву полігона розподілу. Для замкнення полігона першу й

останню точку можна з'єднати з віссю абсцис.

Для прикладу побудуємо графік за даними таблиці 2 (рисунок 2).

Треба зауважити, що на вісь ординат можуть бути нанесені не тільки значення частот, але й частостей.

Гістограма використовується для зображення інтервальних рядів розподілу. При побудові на осі абсцис відкладають величини інтервалів, а частоти зображуються прямокутниками, які побудовані на повідних інтервалах. Висота стовпців у разі рівних інтервалів має бути пропорційною до частот. У результаті отримуємо графік, на якому ряд розподілу зображений у вигляді стовпців, суміжних один з одним.

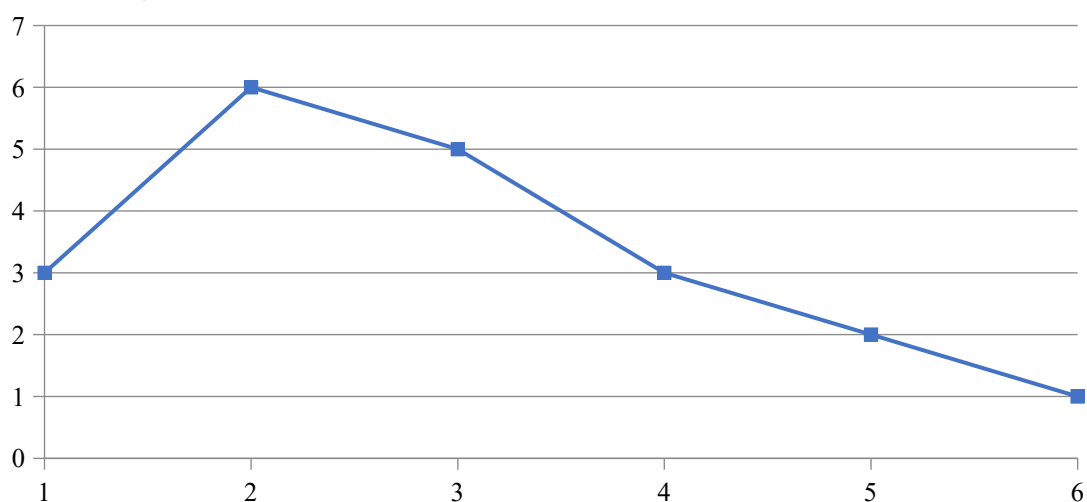


Рисунок 2 – Полігон розподілу жінок за кількістю дітей

Зобразимо графічно інтервальний ряд розподілу за даними, наведеними в таблиці 3 (див. рисунок 3).

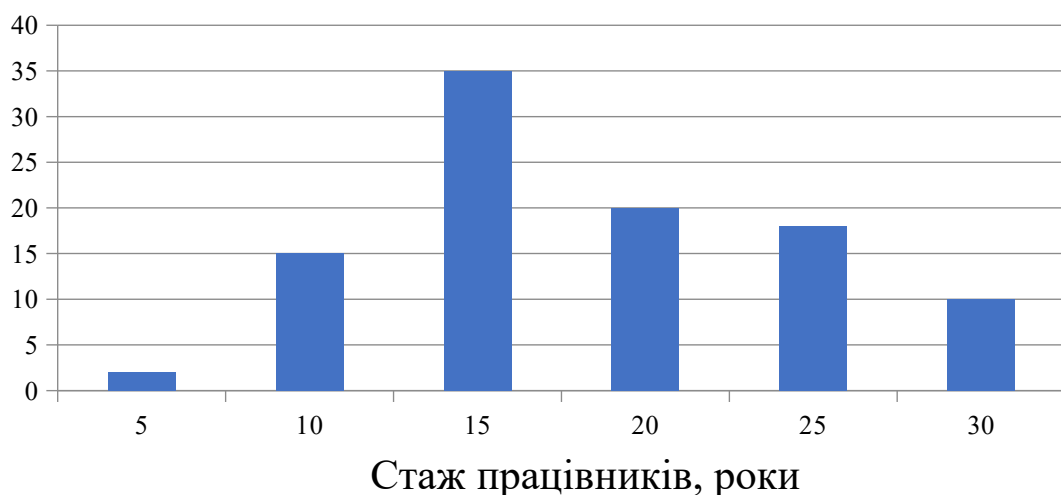


Рисунок 3 – Гістограма розподілу працівників за стажем роботи

Гістограма може бути перетворена в полігон. Для цього від інтервального ряду розподілу необхідно перейти до дискретного шляхом заміни інтервалів на середні значення. В таблиці 3 подано ряд, перша і остання групи якого мають відкриті межі. Для побудови графіка їх необхідно закрити. Оскільки наведений ряд має рівновеликі інтервали з величиною 5 років (наприклад, із другого інтервалу $10-5=5$), то нижня межа першого інтервалу буде дорівнювати 0 ($5-5$), а верхня межа останнього -30 ($25+5$). У такому випадку середини інтервалів будуть складати: 2,5 ($(5+0)/2$), 7,5; 12,5; 17,5; 22,5; 27,5 (таблиця 4).

Таблиця 4 – Розподіл працівників за стажем роботи

Стаж роботи, роки	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	Разом
Середина інтервалу	2,5	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	
Кількість працівників	2	15	35	20	16	12	100

Таким чином, полігон набуде вигляду (рисунок 4).

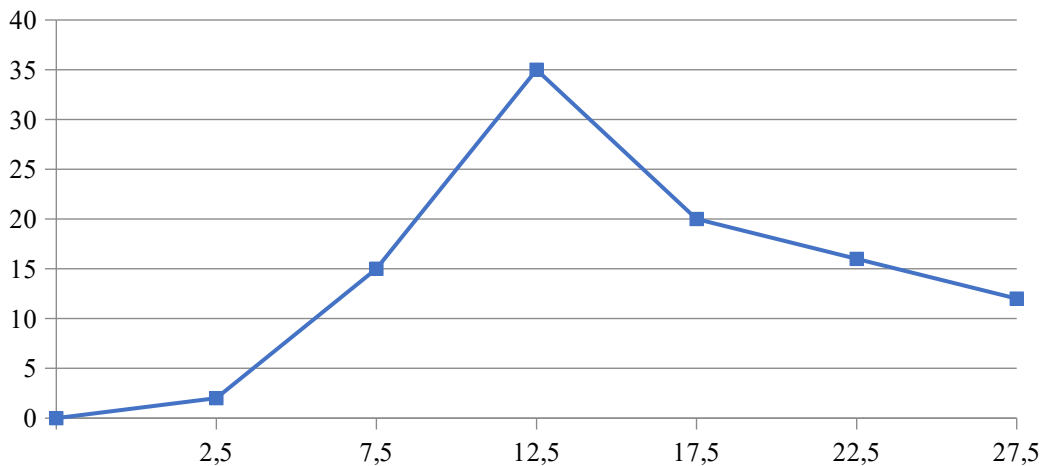


Рисунок 4 – Полігон розподілу працівників за стажем роботи

Для графічного зображення варіаційних рядів також можна використати кумуляту розподілу (кумулятивну) криву. Вона будується за накопиченими частотами (S_n), які знаходяться шляхом послідовного підсумовування частот за групами

(таблиця 5).

Таблиця 5 – Розподіл працівників за стажем роботи

Стаж роботи, роки	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	Разом
Кількість працівників	2	15	35	20	16	12	100
Накопичені частоти	2	17	52	72	88	100	

Накопичена частота першого інтервалу завжди збігається з його дійсною частотою. За даними таблиці 5 накопичена частота другого інтервалу, наприклад, складає суму накопиченої частоти попереднього (першого) інтервалу і дійсної частоти самого другого інтервалу, тобто $2+15=17$, і т. д. Накопичена частота останнього інтервалу завжди має збігатись із загальною сумою всіх дійсних частот. Побудуємо кумуляту за даними інтервального ряду таблиці 5 (рисунок 5).

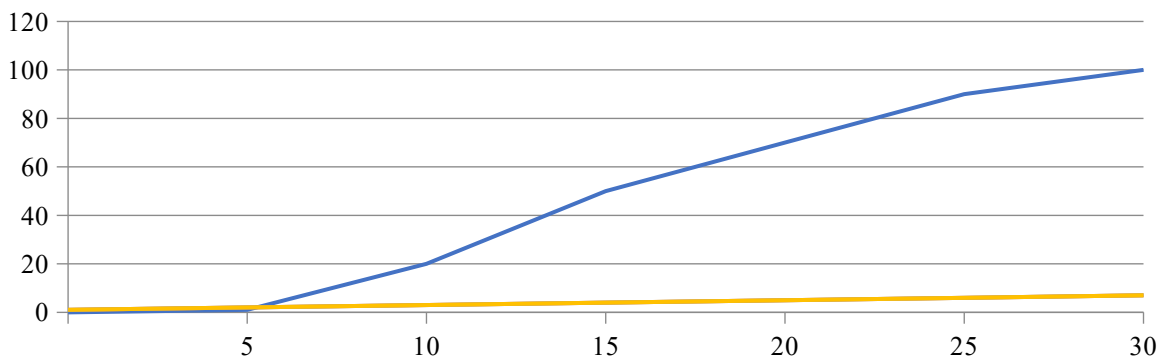


Рисунок 5 – Кумулята розподілу працівників за стажем роботи

У такий самий спосіб кумуляту розподілу можна побудувати і за даними дискретного ряду. Якщо при графічному зображенні варіаційного ряду у вигляді кумуляти осі поміняти місцями, то отримаємо огіву. Наведемо огіву, побудовану за даними таблиці 5 (рисунок 6).

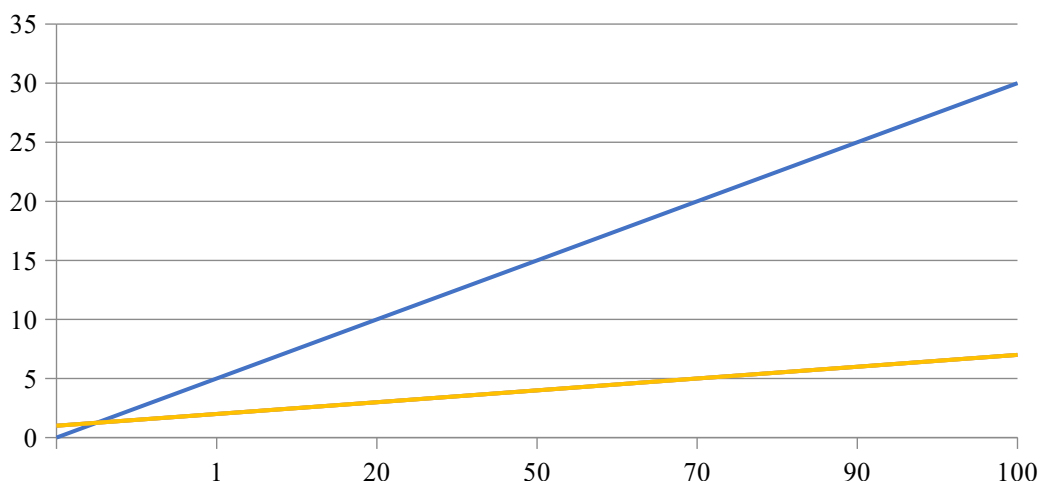


Рисунок 6 – Огіва розподілу працівників за стажем роботи

Склад таких показників формується відповідно до мети статистичного дослідження. Для отримання узагальнювальної, комплексної характеристики соціально-економічних явищ використовують не окремі показники, а систему статистичних показників, яка передбачає обчислення абсолютних, відносних та середніх величин.

Питання до самоконтролю

- 1 Завдання зведення та його основний зміст.
- 2 Види статистичних групувань.
- 3 Групування за кількісною ознакою.
- 4 Завдання групування.
- 5 Форми статистичних групувань.
- 6 Відбір групувальних ознак та принципи побудови статистичних групувань.
- 7 Ряди розподілу.
- 8 Графічне зображення рядів розподілу.

Тема 4. ПОДАННЯ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ: ТАБЛИЦІ І ГРАФІКИ

План

- 1 Графічні прийоми відображення даних.
- 2 Табличні прийоми відображення даних.

1 Графічні прийоми відображення даних

Для кращого сприйняття та розуміння економічних явищ і процесів, а також тенденцій і закономірностей їх зміни та розвитку використовують графічні прийоми.

Графіки (діаграми) – це наочне зображення даних за допомогою геометричних знаків, рисунків та інших графічних засобів, які умовно виражають числові показники та співвідношення між ними.

Графіки застосовуються для відображення даних з різною метою:

- 1) характеристики розвитку явища в часі (порівняння у часі);
- 2) характеристики розвитку явища у просторі (порівняння у просторі);
- 3) встановлення ступеня виконання планів;
- 4) характеристики структури явищ на певний момент змін її в часі;
- 5) вивчення залежності та змінності (варіації) ознак явищ;
- 6) економіко-географічної характеристики явищ;
- 7) швидкого знаходження значення функції за відповідним значенням аргументу, а також наочного зображення функціональних залежностей тощо.

Форми графіків досить різноманітні. Основними є: лінійні діаграми (стовпчикові, стрічкові, фігурні, а також статистичні ламані та криві); площинні діаграми (квадратні, кругові); об'ємні, секторні і радіальні діаграми; картограми і картодіаграми тощо (рисунок 7).

При виборі форми графіка виходять зі змісту явища та завдань дослідження, забезпечуючи найбільшу точність, наочність і виразність зображуваних явищ.

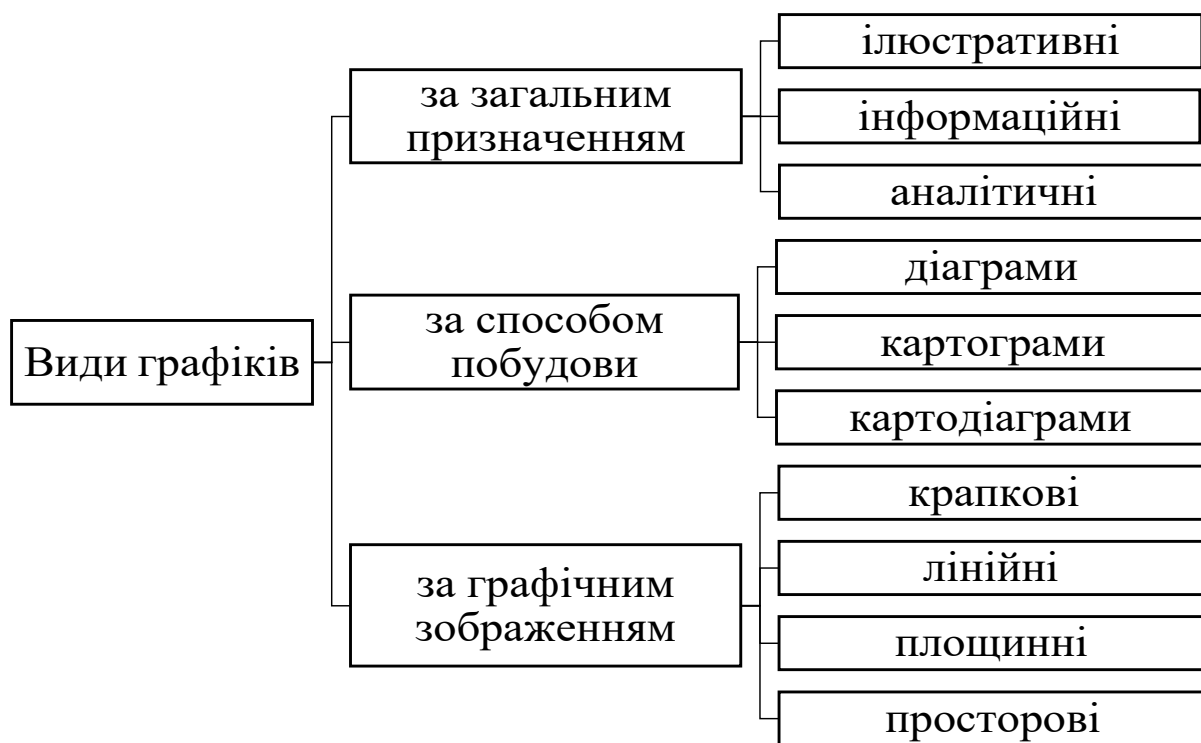


Рисунок 7 – Класифікація графічних прийомів

Побудова кожного з підрозділів має свої особливості, але існують загальні правила, яких необхідно дотримуватися при їх побудові:

1) у графіка має бути назва, яка відповідає змісту зображуваного явища. Назву, як правило, розміщують під графіком;

2) графік має точно відображати вихідні дані, що містяться у джерелі інформації, відповідати змісту та логічній природі показників, що відображаються;

3) для зображення на графіку цифрових даних потрібно вибрати масштаб і побудувати шкалу.

Масштаб – довжина відрізка, прийнятого за одиницю виміру. Він є мірою для переведення величини зображуваного показника у відповідний розмір (довжину, площину тощо) геометричної фігури чи лінії. Масштаб має встановлюватися з урахуванням рівнів явищ або факторів, тривалості періодів часу, які мають бути відображені на графіку. Для полегшення переведення числових значень показників в одиниці встановленого масштабу користуються шкалою.

Шкала – лінія, розділена на відрізки точками, які

розташовують на певній однаковій відстані одна від одної відповідно до встановленого масштабу. Відстань між сусідніми точками називається графічним інтервалом;

4) для наочності зображення зазвичай користуються штрихуванням, розфарбовуванням та іншими умовними позначеннями, які обов'язково треба пояснювати.

Розглянемо основні види графіків, що використовуються в економічному аналізі.

Лінійні графіки. Використовують для зображення ходу виконання завдання, розвитку явищ у часі, а також для наочного зображення залежності одного показника від іншого.

Стовпчикові (стрічкові) діаграми. Використовують:

а) для зображення процесів розвитку явищ у часі або для порівняння однорідних явищ між собою;

б) зображення структури та зрушень, що відбуваються у складі явищ.

При побудові стовпчикових діаграм для зображення даних використовують вертикально розташовані прямокутники (стовпчики) однакової ширини. Число прямокутників має дорівнювати кількості зображених показників. Висота кожного стовпчика залежить від величини показників, що зображені на діаграмі.

На рисунку 8 побудовано стовпчикову діаграму, що зображує розвиток явища в часі.

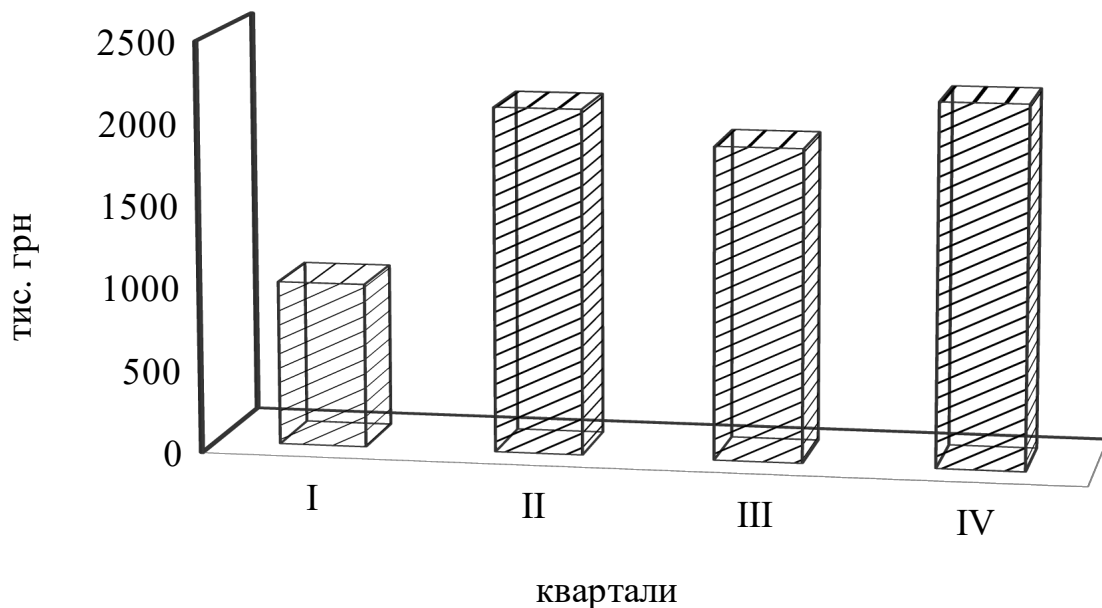


Рисунок 8 – Обсяг реалізації продукції

Побудова стовпчикових діаграм для зображення структури явищ, які вивчаються (тобто стовпчикових структурних діаграм), може здійснюватися як за абсолютними, так і за відносними величинами, якими характеризуються питомі ваги окремих частин усієї сукупності. Для характеристики зрушень, що відбуваються у структурі явищ, користуються зазвичай не абсолютними, а відносними величинами.

При побудові стовпчикових структурних діаграм за абсолютними даними загальна висота стовпчиків відповідає розмірам всієї сукупності, а висоти окремих частин цих стовпчиків – часткам сукупності. Але ширина усіх стовпчиків має бути однаковою, тобто для характеристики структури і зрушень, що відбуваються у складі сукупностей, які виражені відносними величинами, будують стовпчики однакової ширини та висоти, тому що кожен стовпчик відповідає 100 %. Потім стовпчики розбиваються на частини з дотриманням тих пропорцій, які є в охарактеризованій сукупності (рисунок 9).

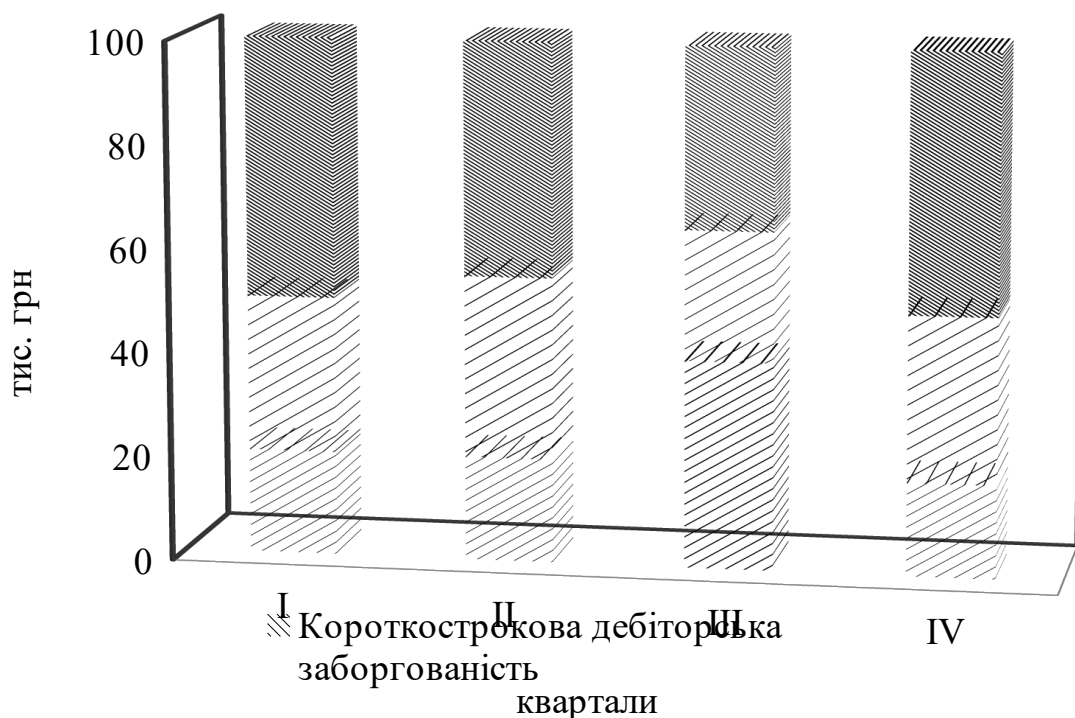


Рисунок 9 – Структура дебіторської заборгованості підприємства

У тому разі, коли стовпчики розміщують не вертикально, а горизонтально, стовпчикові діаграми називають стрічковими діаграмами. Техніка побудови стрічкових діаграм така сама, що і

стовпчикових.

Секторні діаграми. Застосовують для зображення структури явищ. Секторна діаграма є колом, розділеним на сектори, розміри яких відповідають числовим значенням зображених показників (рисунок 10).

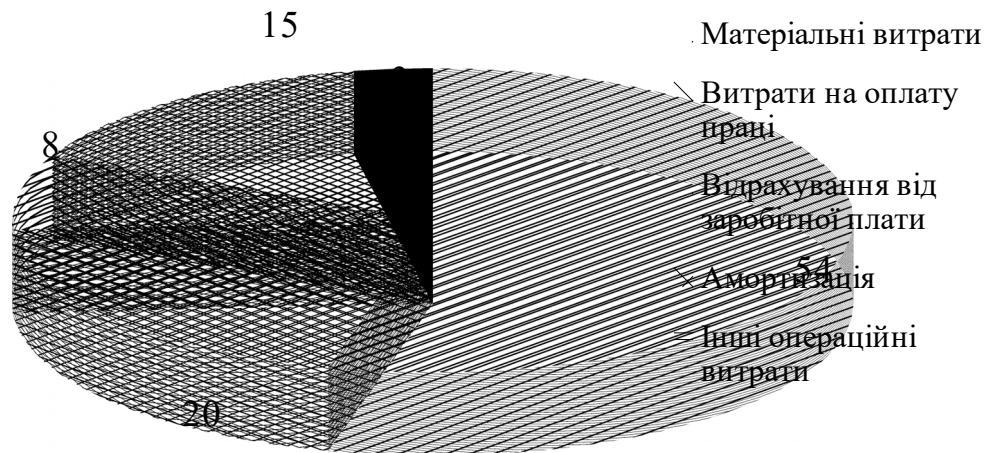


Рисунок 10 – Структура витрат операційної діяльності за елементами

Фігурні діаграми. Зображення даних за допомогою ряду фігур певного масштабу називають фігурними діаграмами. Для більшої наочності при побудові фігурної діаграми дані зображуються фігурами, найбільш характерними для явища, що аналізується. Наприклад, дані про навантаження вагонів на залізниці можна зобразити рядом фігур у вигляді товарного вагона, дані про видобуток вугілля – рядом фігур у вигляді шахтних вагонеток, наповнених вугіллям, дані про виробництво автомобілів – рядом фігур у вигляді автомобілів тощо. Кожна з фігур у подальшому є масштабом: вона прирівнюється до певної кількості одиниць зображеного явища. У кінці ряду фігур за кожен рік наводяться відповідні показники та зазначається їх одиниця виміру.

Знаки Варзара. Якщо потрібно наочно зобразити сукупність основних ознак явища, яке вивчається, і зв'язок між ними, причому ці ознаки є множниками та їх добутком, то використовують графічні знаки, які вперше були запропоновані російським статистиком, професором В. Е. Варзаром і названі, відповідно, знаками Варзара.

Використання аналітичного графіка дає змогу раціонально

організувати аналітичний процес і визначати центри , формування проміжних та остаточних аналітичних результатів.

Використання сучасних комп'ютерних технологій обробки даних значно полегшує процес побудови графіків, знижує трудомісткість і підвищує якість. При цьому завданням аналітика є, передусім, вибір найбільш вдалої форми графічного подання даних.

2 Табличні прийоми відображення даних

Результати статистичного зведення і групування викладаються, як правило, у формі таблиць.

У науковій діяльності і практичній роботі досить широко застосовують таблиці. Важливу роль вони відіграють в економічній роботі, а тому кожний економіст повинен вміти правильно скласти статистичну таблицю і зробити правильні висновки.

Важливою вимогою, яка висувається до статистичної таблиці, – це подання досліджуваного матеріалу в наочній для читача формі.

Основною особливістю табличного викладу матеріалу є те, що показники, які характеризуються в статистичній таблиці, можна об'єднати під одним загальним заголовком.

Проте не будь-яка таблиця є статистичною. На відміну від допоміжних розрахункових таблиць (логарифмів, коефіцієнтів, множення та ін.), статистичними таблицями можуть вважатися тільки ті, що містять інформацію статистичного аналізу соціально-економічних явищ і процесів.

Отже, **статистична таблиця** – це форма раціонального, наочного та систематизованого викладення числових характеристик досліджуваних суспільних явищ і процесів.

У статистичній таблиці за аналогією з граматичним реченням є підмет і присудок.

Підметом таблиці є статистична сукупність, тобто ті об'єкти або їх частини, які характеризуються рядом числових показників.

Присудком статистичної таблиці називаються показники, що характеризують досліджувану сукупність її частини.

Підмет таблиці переважно розташовується зліва і складає зміст рядків. Присудок таблиці, як правило, поміщається зверху і складає зміст колонок. Підмет і присудок інколи можуть мінятися місцями.

Кожна таблиця має ряд горизонтальних рядків і вертикальних граф (стовпчиків, колонок), які при перетині утворюють клітинки, що заповнюються статистичними даними.

Розграфлена сітка (без слів і цифр) складає скелет таблиці. Якщо записати назви підмета і присудка, то матимемо макет таблиці. Для отримання повної таблиці потрібно заповнити всі клітинки відповідними статистичними даними.

Обов'язковою складовою частиною статистичної таблиці є загальний і внутрішні заголовки. Загальний заголовок розташовується над таблицею, в якому стисло зазначається, про що йде мова в таблиці, до якого місця і часу вона належить і в яких одиницях наведені дані.

Внутрішні заголовки розміщуються усередині таблиці (збоку і зверху).

Під час до складання статистичної таблиці потрібно перш за все розробити її макет.

До деяких таблиць подаються примітки, де роз'яснюється зміст окремих заголовків чи показників.

Залежно від побудови підмета розрізняють три види статистичних таблиць: прості, групові, комбінаційні.

У простих таблицях у підметі перелічуються лише одиниці сукупності, у групах – цифрові дані об'єднуються в групи, а в комбінаційних – групи ще розбиваються на підгрупи.

Простими називаються статистичні таблиці, в підметі яких немає груп. Їх ще називають **інформаційними**.

Уся різноманітність простих статистичних таблиць може бути зведена до перелікових, територіальних, хронологічних або до деяких їх сполучень.

Простими переліковими таблицями називаються такі, в підметі яких міститься перелік одиниць або показників, що вивчаються.

Простими територіальними називаються таблиці, в підметі яких подано перелік територій (країн, областей, районів), кожна з яких характеризується відповідними показниками.

Простими хронологічними називаються таблиці, в підметі яких подано певні відрізки часу, а в присудку – один або декілька статистичних показників.

Груповими називаються такі статистичні таблиці, підмет яких утворений у результаті групування одиниць досліджуваного об'єкта за тією чи іншою ознакою.

Комбінаційними називаються статистичні таблиці, у підметі яких групи, утворені за однією ознакою, поділяються на підгрупи за іншими ознаками.

Крім розглянутих вище таблиць, статистика використовує також типові і балансові таблиці.

Типовими називаються статистичні таблиці, підмет яких утворений у результаті типологічного групування.

Балансовими називаються таблиці, які характеризують зв'язок між надходженням і витрачанням ресурсів.

При складанні статистичних таблиць потрібно дотримуватись таких правил:

1 Таблиця має містити тільки ті відмінності, які необхідні для розуміння і вивчення даного явища.

2 Заголовки мають бути сформульовані точно, стисло і зрозуміло.

3 Рядки в підметі і графи в присудку, як правило, мають бути пронумерованими.

4 Суворо дотримуватись таких умовних позначень: якщо явище відсутнє, ставиться тире (–); якщо відсутні відомості про його розмір, ставиться три крапки (...) або пишеться «нема відомостей».

5 Абсолютні дані в межах однієї граfi мають бути округлені з однаковим ступенем точності (до 0,1; 0,01 або 0,001).

6 У випадку великої різноманітності одиниць виміру виділяється спеціальна графа «одиниці виміру».

7 Таблиці, як правило, мають бути замкнені, тобто мати підсумкові рядки.

Питання до самоконтролю

1 Основна мета застосування графіків.

2 Класифікація графічних прийомів.

3 Види графіків, що використовуються в економічному

аналізі.

4 Табличні прийоми відображення даних.

5 Види статистичних таблиць.

6 Основні правила складання статистичних таблиць.

Тема 5. СТАТИСТИЧНІ ПОКАЗНИКИ

План

1 Абсолютні статистичні величини.

2 Відносні статистичні величини.

3 Види відносних величин.

4 Відносні величини планового завдання, виконання плану, динаміки.

5 Методи розрахунку відносної величини динаміки.

6 Відносні величини структури та координації.

7 Відносні величини інтенсивності, рівня економічного розвитку та порівняння.

1 Абсолютні статистичні величини

У результаті статистичного спостереження, зведення та групування матеріалів спостереження отримують дані, які характеризують розміри явищ та процесів суспільного життя, а також їх кількісні співвідношення. Для їх вираження в статистиці широко використовуються абсолютні та відносні величини.

Абсолютними статистичними величинами називають показники, які виражають розміри, обсяги або рівні суспільних явищ і процесів.

Абсолютні величини завжди є **іменованими** числами, тобто мають будь-які одиниці вимірювання. Велику кількість одиниць вимірювання абсолютних величин можна умовно поділити на такі групи:

- натуральні;
- умовно-натуральні;
- вартісні;
- трудові.

Натуральні одиниці вимірювання характеризують фізичну

міру речі, наприклад:

- міру ваги – г, кг, т;
- міру довжини – см, м, км;
- міру об'єму – м², м³.

Натуральні одиниці вимірювання можуть бути простими (т, м²) або складними (ткм, кВт·год).

Умовно-натуральні вимірювачі використовуються в тих випадках, коли будь-який продукт має декілька різновидів. І тоді їх загальний обсяг можна визначити тільки виходячи із загальної для всіх цих різновидів споживацької властивості. Так, наприклад, мило різних сортів переводиться в умовне мило із 40 %-м вмістом жирних кислот, консерви різного об'єму – в умовні консервні банки ємністю 353,4 см³ і т. д.

Переведення в умовні одиниці вимірювання відбувається на основі спеціальних коефіцієнтів, які розраховуються як співвідношення споживацьких властивостей окремих різновидів продукту до їх еталонного значення.

Наприклад, різні види палива перераховуються в умовне паливо пропорційно теплоті його згорання. Теплоту згорання умовного палива прийнято на рівні 29,3 МДж/кг. Розглянемо порядок перерахунку в умовне паливо торфу та нафти (таблиця б).

Таблиця б – Умовний перерахунок палива

Вид палива	Кількість палива, т	Теплота згорання, МДж/кг	Розрахунок перевідного коефіцієнта	Кількість умовного палива, т
Торф	100	24,0	$24,0:29,3=0,8191$	$100 \cdot 0,8191=81,91$
Нафта	100	45,0	$45,0 : 29,3=1,5358$	$100 \cdot 1,5358=153,58$

В умовах ринкової економіки найбільшого значення набувають **вартісні** одиниці вимірювання, які застосовуються частіше за інші. Вони дають грошову оцінку соціально-економічним явищам та процесам.

До **трудових** одиниць вимірювання відносять людино-дні та людино-години. За їх допомогою враховують як загальні витрати праці на підприємстві, так і трудомісткість окремих операцій технологічного процесу.

За способом вираження абсолютні величини поділяються на

індивідуальні та сумарні.

Індивідуальні абсолютні величини – це показники, які виражають розміри кількісних ознак окремих одиниць об'єктів, які вивчаються, наприклад, виробіток одного робітника за деякий період.

Сумарні абсолютні величини виражають величину тієї або іншої ознаки всіх одиниць сукупності, яка вивчається. Вони отримуються в результаті підсумовування індивідуальних абсолютних величин.

2 Відносні статистичні величини

Для того щоб провести повний аналіз явищ, які вивчаються, та зробити правильні висновки, недостатньо тільки абсолютних величин. У процесі з'ясування низки найважливіших економічних питань виникає необхідність в їх порівнянні, зіставленні.

Відносними статистичними величинами називають такі узагальнювальні показники, які виражають кількісні співвідношення, характерні для соціально-економічних явищ.

Величина, з якою проводиться порівняння (знаменник дроби), зазвичай називається основою відносної величини, базою порівняння або базисною величиною. Для її позначення використовується індекс «нуль» – **0**. Величина, порівняння якої проводиться, має назву поточної, порівнювальної або звітної. Вона позначається за допомогою індексу «одиниця» – **1**.

Відносні величини мають дуже велике значення. Без них не можна обійтись у соціально-економічному аналізі, тому що абсолютні величини, взяті окремо від інших, не завжди дають змогу правильно оцінити явище.

За допомогою відносних величин виражається багато фактів суспільного життя: виконання плану, динаміка, структура та багато інших.

Однією з найважливіших властивостей відносних величин є те, що вони дають можливість порівнювати такі явища, абсолютні розміри яких безпосередньо непорівнянні.

Відносні величини являють собою співвідношення двох абсолютних величин. Співвідноситися між собою можуть як

однойменні, так і різнойменні абсолютні величини. В першому випадку, коли співвідносяться однойменні абсолютні величини, отримані відносні величини будуть неіменованими, у другому, при співвідношенні різнойменних абсолютних величин, – іменованими.

Іменовані відносні величини мають одиниці вимірювання.

Неіменовані відносні величини одиниць вимірювання не мають. Але у статистиці, в економіці взагалі немає «голих» чисел, як в математиці, наприклад «5». У статистиці це повинно бути 5 разів, 5 %, 5 ‰, 5 грн, 5 т і т. ін. Тому неіменовані відносні величини мають якимось виражатися. Для неіменованих відносних величин існують такі **форми вираження**:

1) якщо за основу при розрахунку відносної величини прийнято одиницю, то відносний показник має форму вираження «коефіцієнт». Наприклад, у першій корзині 50 яблук, у другій –

25. Тоді $K_p = \frac{50}{25} = 2$, тобто в першій корзині яблук у 2 рази більше, ніж у другій;

2) якщо за основу при розрахунку відносної величини прийняти 100, то відносний показник буде мати форму вираження «відсотки» (%). Наприклад, план випуску продукції складав 2 млн грн, а фактично було вироблено продукції

на 2,3 млн грн. Тоді $ВП = \frac{2,3}{2} = 1,150$, або 115,0 %. Отже, продукції було вироблено на 15,0 % більше від плану.



Рисунок 11 – Класифікація відносних величин

Таким чином, усі відносні величини, які використовуються в практиці статистичних досліджень, можна поділити на такі види:

- планового завдання (**ПЗ**);
- виконання плану (**ВП**);
- динаміки (**Тр, Т'р**);
- структури (**d**);
- координації (**К**);
- інтенсивності (**I**);
- рівня економічного розвитку (**Р_{ЕР}**);
- порівняння (**Пр**).

Розглянемо, які з цих величин є іменованими, а які – неіменованими (таблиця 7).

Таблиця 7 – Форми вираження відносних величин

Неіменовані відносні величини	Іменовані відносні величини
ВВ планового завдання	ВВ інтенсивності
ВВ виконання плану	
ВВ динаміки	ВВ рівня економічного розвитку
ВВ порівняння	
ВВ координації (залежно від порядку розрахунку)	

4 Відносні величини планового завдання, виконання

плану, динаміки

Відносні величини **планового завдання** визначаються співвідношенням планового рівня на майбутній період до фактичної величини показника за базисний (попередній) період:

$$\text{ПЗ} = \frac{Y_{\text{пл}}}{Y_0} \quad \text{або} \quad \text{ПЗ} = \frac{Y_{\text{пл}}}{Y_0} \cdot 100 \quad (3)$$

Припустимо, що оборот комерційної фірми в 2016 р. склав 2,2 млн грн. Виходячи з проведеного аналізу тенденцій, які склалися на ринку, керівництво фірми вважає реальним у 2017 р. довести оборот до 2,9 млн грн. У цьому випадку відносна величина планового завдання складає:

$$\text{ПЗ} = \frac{2,9 \cdot 10^6}{2,2 \cdot 10^6} \cdot 100 = 131,8\% .$$

Таким чином, планом передбачалось у 2017 році збільшити оборот фірми на 31,8 %, тобто на 700 тис. грн ($2,9 \cdot 10^6 - 2,2 \cdot 10^6$).

Відносні величини **виконання плану** визначаються співвідношенням фактичного рівня показника до планового завдання (запланованого рівня) за один і той самий період часу.

$$\text{ВП} = \frac{Y_1}{Y_{\text{пл}}} \quad \text{або} \quad \text{ВП} = \frac{Y_1}{Y_{\text{пл}}} \cdot 100 \quad (4)$$

Припустимо тепер, що фактичний оборот фірми у 2017 р. складатиме 2,8 млн грн (при плановому завданні 2,9 млн грн). Тоді відносна величина виконання плану складатиме:

$$\text{ВП} = \frac{2,8 \cdot 10^6}{2,9 \cdot 10^6} \cdot 100 = 96,6\% .$$

Отже, план з обороту фірми недовиконано на 3,4 %, або на

100 тис. грн ($2,8 \cdot 10^6 - 2,9 \cdot 10^6$).

Відносні величини **динаміки** характеризують зміну явищ у часі. Вони мають велике значення й широко розповсюджені в статистиці та соціально-економічних дослідженнях взагалі. Це обумовлено тим, що вивчення розвитку явищ в часі, зокрема вивчення розвитку економіки країни, – найважливіше теоретичне та практичне завдання.

Відносна величина динаміки визначається співвідношенням порівнюваних рівнів одного і того самого показника, але взятих за різні періоди часу. Як і попередні відносні величини, вона може набувати форми як коефіцієнта (коефіцієнт росту, **К_р**), так і відсотка (темп росту, **Т_р**).

$$K_p = \frac{y_1}{y_0} \quad \text{або} \quad T_p = \frac{y_1}{y_0} \cdot 100 \quad (5)$$

Так, якщо у 2002 р. (звітний період) оборот фірми складає 2,8 млн грн, а в 2001 р. (базисний) – 2,9 млн грн, то динаміка обороту фірми становитиме:

$$K_p = \frac{2,8 \cdot 10^6}{2,2 \cdot 10^6} = 1,273 \text{ рази} \quad \text{або} \quad T_p = \frac{2,8 \cdot 10^6}{2,2 \cdot 10^6} \cdot 100 = 127,3\%$$

Отже, у 2017 р. оборот фірми порівняно з 2016 р. збільшився у 1,273 разу або на 27,3 %, що в абсолютному вираженні склало 600 тис. грн ($2,8 \cdot 10^6 - 2,2 \cdot 10^6$).

Між відносними величинами планового завдання, виконання плану і динаміки існує взаємозв'язок. Відносна величина динаміки може бути отримана добутком відносних величин планового завдання і виконання плану, тобто

$$\frac{y_1}{y_0} = \frac{y_{пл}}{y_0} \cdot \frac{y_1}{y_{пл}} ; \quad T_p = ПЗ \cdot ВП \quad (6)$$

Таким чином, у прикладі, який ми розглядаємо, відносна величина динаміки може бути розрахована таким чином:

$$Tr = 1,318 \cdot 0,966 = 1,273 \text{ або } 127,3\%.$$

Базуючись на цьому взаємозв'язку за будь-якими відомими двома з цих трьох величин, за потреби завжди можна визначити третю, невідому величину.

Наприклад, планом на 2017 р. передбачалось знизити собівартість одиниці продукції на 0,5 %. План у 2017 р. щодо зниження собівартості було недовиконано на 0,3 %. Як змінилася собівартість одиниці продукції у 2017 р. порівняно з 2016 р.?

Перед тим як починати розв'язання задачі, стисло запишемо її умову. З вихідних даних задачі можна отримати відносні величини планового завдання та виконання плану, а відносна величина динаміки є невідомою. Розрахуємо її.

Дано: ПЗ = 99,5% ВП = 100,3% <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> Д = ?	$D = ПЗ \cdot ВП;$ $D = 0,995 \cdot 1,003 = 0,998 \text{ або } 99,8\%.$
--	--

Таким чином, у 2017 р. порівняно з 2016 р. собівартість одиниці продукції знизилася на 0,2 %.

5 Методи розрахунку відносної величини динаміки

Якщо є дані більш ніж за два періоди часу, то відносні величини динаміки можуть бути розраховані двома способами:

- базисним;
- ланцюговим.

За **базисного** методу розрахунку кожен рівень показника порівнюється з рівнем, який прийнятий за базу порівняння, а при ланцюговому – з попереднім рівнем (рисунок 12).

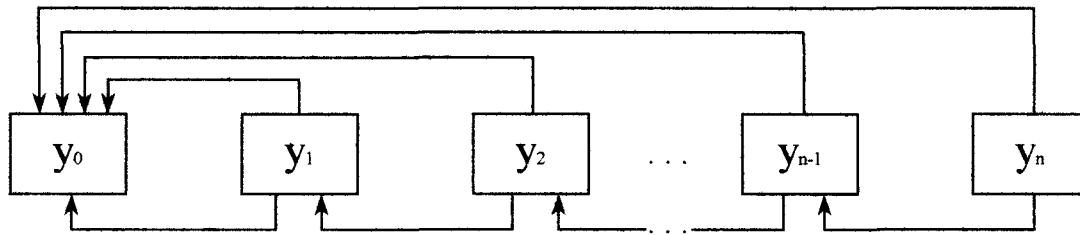


Рисунок 12 – Принципи побудови базисних і ланцюгових показників динаміки

Розглянемо способи розрахунку відносних величин динаміки на прикладі таблиці 8.

Таблиця 8 – Імпорт нафтопродуктів у N-й регіон

Рік	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Імпорт, тис.т	34	37	41	46	52	55

Базисний метод розрахунку

$$K_p = \frac{y_i}{y_0} ; \quad T_p = \frac{y_i}{y_0} \cdot 100$$

Ланцюговий метод розрахунку

$$K'_p = \frac{y_i}{y_{i-1}} ; \quad T'_p = \frac{y_i}{y_{i-1}} \cdot 100 \quad (7)$$

Результати розрахунків наведемо в таблиці 9.

Таблиця 9 – Динаміка імпорту нафтопродуктів в N-й регіон

Рік	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Імпорт, тис. т	34	37	41	46	52	55
У відсотках до 2012 р.	100,0	108,8	120,6	135,3	152,9	161,8
У відсотках до попереднього періоду	–	108,8	110,8	112,2	113,0	105,8

Розрахунки необхідно проводити з точністю до 0,001, що при переведенні у відсотки дасть точність до 0,1.

Дані таблиці 9 показують зростання імпорту нафтопродуктів у регіон як по відношенню до 2012 р., так і до попереднього року.

Для ілюстрації розвитку явища в часі використовують графіки, які мають назву діаграм динаміки. Розрізняють діаграми лінійні, стовпчикові, стрічкові тощо. Вибір виду діаграми цілком



залежить від даних, які вона має ілюструвати. Для зображення темпів зростання, розрахованих за базисною схемою, зазвичай використовують лінійну діаграму (рисунок 13), яка будується в прямокутній системі координат. Перший рік, прийнятий за базу порівняння, завжди складає 100 %. У випадку, коли від початку координат на осі не витримується масштаб, вісь необхідно перервати (це показано на рисунку за допомогою спеціальних позначок « \llcorner »).

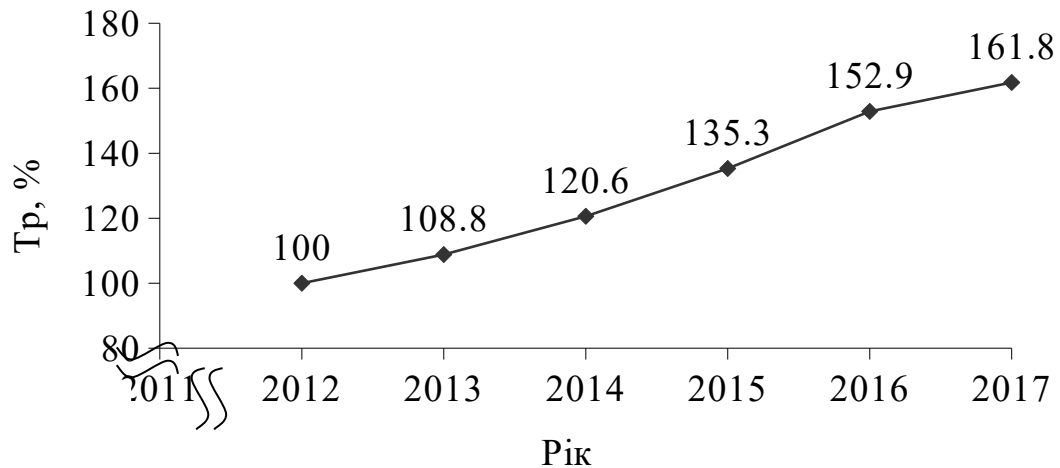


Рисунок 13 – Динаміка імпорту нафтопродуктів у N-й регіон (2012-100)

За даними рисунка 13 можна зробити висновок, що протягом 2012-2017 рр. імпорт нафтопродуктів у регіон поступово збільшився.

Для зображення темпів зростання, розрахованих за ланцюговою схемою, найчастіше використовують стовпчикові діаграми, які також побудовані в прямокутних координатах (рисунок 14). Правила побудови аналогічні.

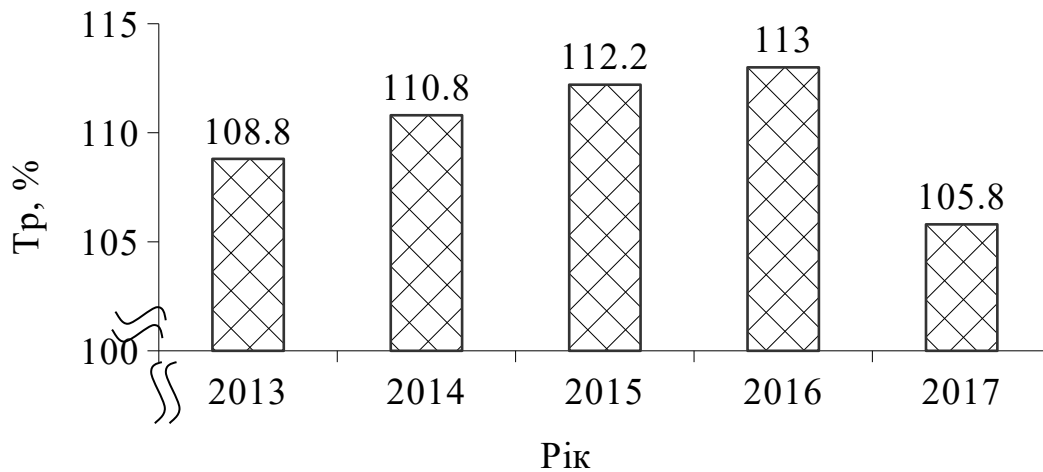


Рисунок 14 – Динаміка імпорту нафтопродуктів в N-й регіон (у відсотках до попереднього року)

За даними рисунка 14 можна зробити висновок, що в кожному році, починаючи з 2013 р., імпорт нафтопродуктів у регіон збільшується, але темпи зростання у 2017 р. сповільнюються.

6 Відносні величини структури та координації

Відносні величини структури показують, яку частку займає кожна частина сукупності в її загальному обсязі, і визначаються відношенням частини до цілого:

$$d = \frac{\text{Частина}}{\text{Ціле}} ; \quad d = \frac{\text{Частина}}{\text{Ціле}} \cdot 100 \quad (8)$$

Як приклад відносної величини структури можуть виступати дані про частку чоловічого та жіночого населення в загальній кількості населення країни N (таблиця 10). Треба звернути увагу, що в сумі всі відносні величини структури мають складати 1 або 100 %. Це свідчить про те, що відносна величина розрахована повністю і правильно.

Таблиця 10 – Структура населення країни N за статтю

Стать	2016 р.	2017 р.	Гр, %

	Населення, млн люд	У відсотках до підсумку	Населення, млн люд	У відсотках до підсумку	
Чоловіки	23,1	46,5	22,9	46,4	99,1
Жінки	26,6	53,5	26,4	53,6	99,3
Все населення	49,7	100,0	49,3	100,0	99,2

Для зображення відносної величини структури використовуються секторні або стовпчикові діаграми. При їх побудові явище зображується у вигляді круга або стовпчика, який поділяється на частини пропорційно питомій вазі кожної з них (рисунок 15).

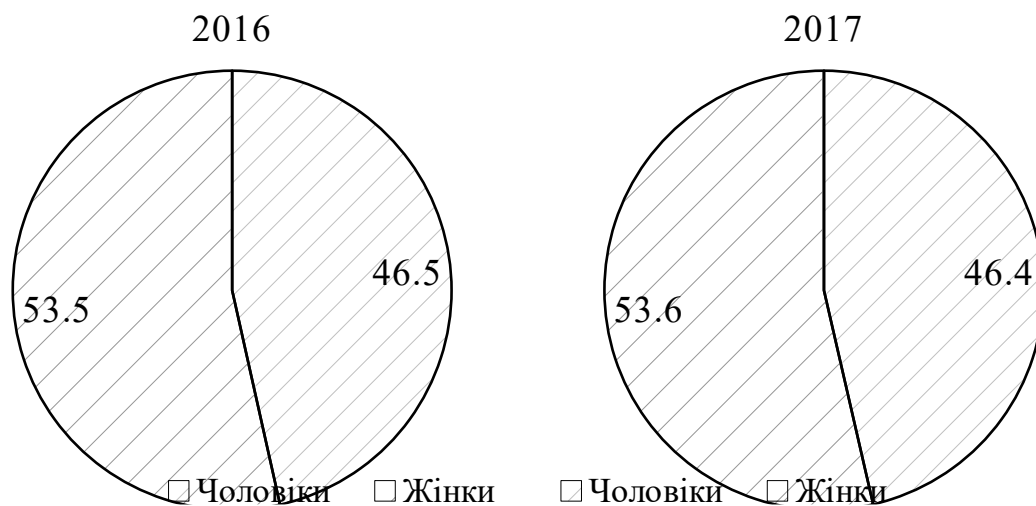


Рисунок 15 – Структура населення країни N за статтю у 2016, 2017 рр., %

При побудові структурних діаграм за декілька періодів для більшої наочності необхідно зображати частини в однаковому порядку і з постійним для кожної штрихуванням. Однак слід зауважити, що найбільш поширена секторна діаграма зберігає наочність і виразність лише за таких умов:

- невеликої кількості частин сукупності;
- значних змін у структурі явища;
- невеликої кількості періодів (моментів) часу, які

розглядаються.

У протилежному разі вона стає малоефективною. Порівняно із секторними, стовпчикові діаграми є більш ємнішими. Вони можуть відобразити більший обсяг інформації і легше поєднують у собі велику кількість об'єктів, структура яких вивчається. Зміни в структурі явища теж можуть бути більш наочними (рисунок 16).

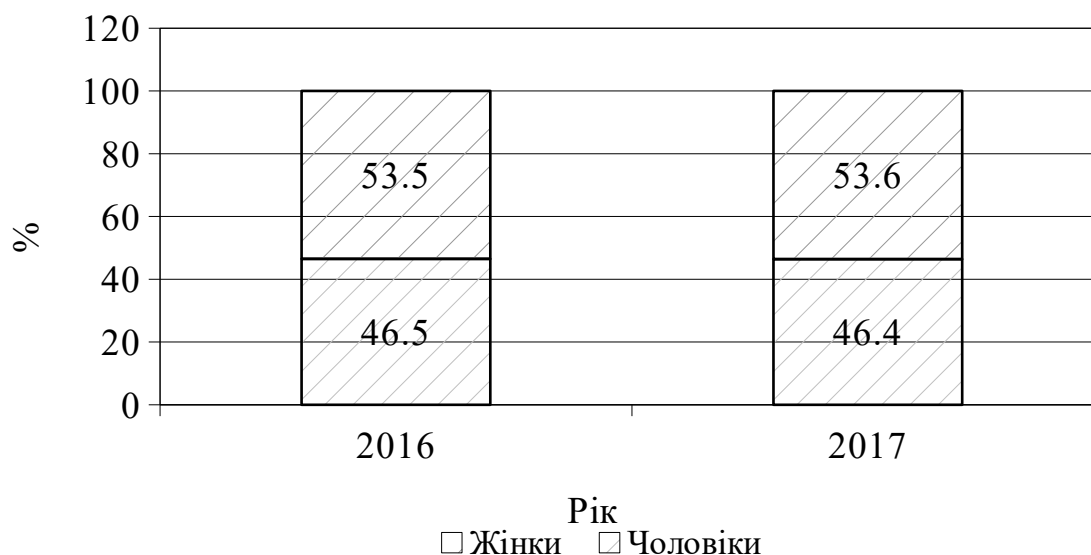


Рисунок 16 – Структура населення країни N за статтю у 2016, 2017 рр., %

За даними таблиці 10 можна простежити взаємозв'язок, який існує між відносними величинами динаміки та структури. Розмір та питома вага кожної з частин населення змінилися в часі, і в цих змінах є певні закономірності.

Якщо темп зростання частини менший за темп зростання цілого, то питома вага цієї частини зменшується. І навпаки, якщо темп зростання частини перевищує темп зростання цілого, питома вага цієї частини зростає.

У нашому прикладі загальний розмір населення зменшився на 0,8 %, а кількість чоловіків – на 0,9 % (тобто темп зростання кількості чоловіків (99,1 %) менший за темп зростання всієї кількості населення (99,2 %)). Це призвело до зменшення питомої ваги чоловіків у населенні України на таку величину:

$$46,4 - 46,5 = - 0,1\%.$$

Збільшення питомої ваги жінок у населенні відбулося під впливом переважного темпу зростання кількості жінок (99,3 %) над темпом зростання всього населення (99,2 %) і склало

$$53,6 - 53,5 = 0,1\%.$$

Ці властивості відносних величин дуже зручно використовувати при перевірці правильності розрахунків або прогнозуванні змін показників без додаткових розрахунків. Ми вже розглянули, як на нашому прикладі можна було б спрогнозувати збільшення або зменшення питомої ваги кожної з частин за даними про динаміку показників. Крім того, навпаки, можна прогнозувати співвідношення темпів зростання частин і цілого, маючи дані про структуру явища за деякі періоди або моменти часу. Тобто, якщо питома вага чоловіків зменшилась у 2017 р. порівняно з 2016 р., це означає, що чисельність чоловіків має менший темп зростання, ніж все населення, а збільшення питомої ваги жінок свідчить про більш швидке зростання (менш швидке зниження) чисельності жінок порівняно із загальною кількістю населення.

Відносні величини координації є різновидом відносної величини структури. Відносні величини координації характеризують співвідношення окремих частин цілого між собою і розраховуються за формулою

$$K = \frac{\text{Частина}_i}{\text{Частина}_j} \quad (9)$$

Залежно від порядку розрахунку ці величини можуть бути іменованими або неіменованими. Розрахунок цих відносних величин проводиться за тими самими даними, за якими визначається відносна величина структури, тобто відносна величина координації може бути розрахована у випадку наявності сукупності, яка розділена на окремі частини. Тому розрахунки відносних величин структури і координації доповнюють одне одного. Визначимо відносну величину координації за даними таблиці 10. При розрахунку за базу порівняння обирають ту частину, яка має найбільшу питому вагу

або є пріоритетною з будь-якої точки зору.

$$K^{2017} = \frac{26,4 \cdot 10^6}{22,9 \cdot 10^6} = 1,15$$

разу.

Це означає, що у 2017 р. жінок у країні N було більше, ніж чоловіків в 1,15 разу. Ми отримали неіменовану відносну величину (рисунок 17).

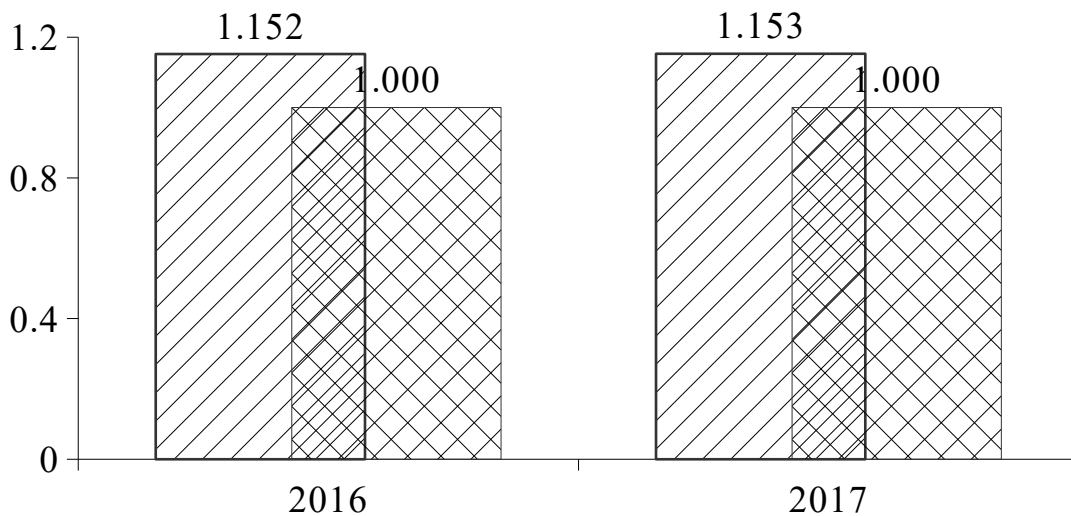


Рисунок 17 – Співвідношення кількості жінок і чоловіків у країні N

Але розрахунок можна провести й навпаки:

$$K^{2017} = \frac{22,9 \cdot 10^6}{26,4 \cdot 10^6} \cdot 1000 = 867$$

чоловіків.

Це означає, що у 2017 р. в Україні на кожні 1000 жінок припадало 867 чоловіків – це іменована відносна величина (рисунок 18).

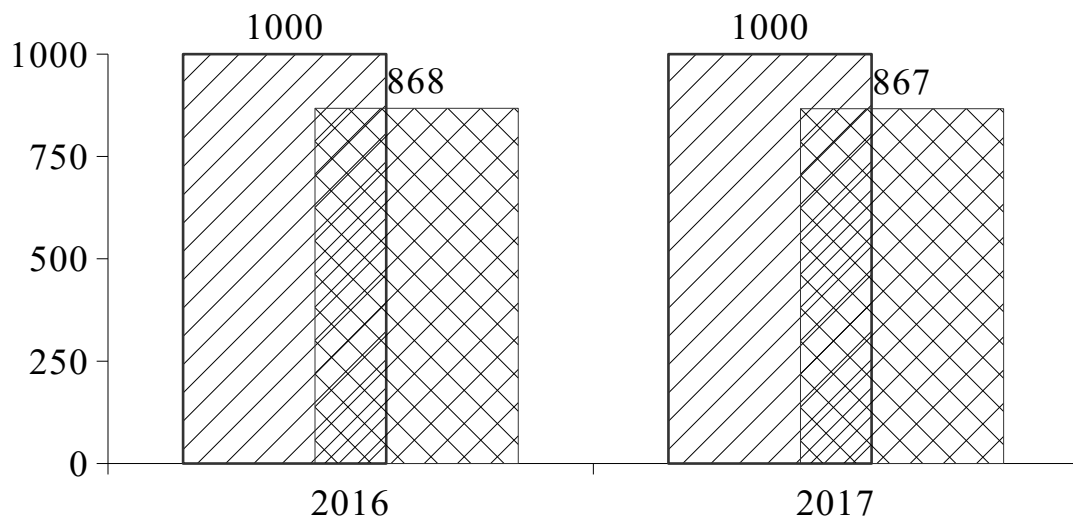


Рисунок 18 – Співвідношення кількості жінок і чоловіків у країні N

7 Відносні величини інтенсивності, рівня економічного розвитку та порівняння

Відносна величина **інтенсивності** характеризує ступінь поширення або рівень розвитку того чи іншого явища в певному середовищі. Вони розраховуються відношенням двох різнойменних абсолютних величин, які перебувають у певному зв'язку між собою, в результаті чого отримують іменовану відносну величину. Ці показники іноді визначаються в розрахунку на 100, 1 000, 10 000 і т. д. одиниць сукупності, що вивчається (на 100 га землі, на 1 000 км² території, на 10 000 люд населення і т. д.). Прикладами можуть служити такі показники, як густина населення (рос. – плотность населения), густина перевезень вантажів або пасажирів, продуктивність праці, демографічні показники (коефіцієнти народжуваності, смертності і т. ін.) тощо (таблиця 11).

Відносна величина **рівня економічного розвитку** є різновидом відносної величини інтенсивності. Вона характеризує виробництво продукції, рівні ВВП, ВНП, НД та інших показників у розрахунку на душу населення. Розраховуються відносні величини рівня економічного розвитку шляхом ділення річного виробництва певного виду продукції (сталі, електроенергії тощо) або споживання (м'ясо, молоко, інше) на середньорічну кількість населення.

Таблиця 11 – Відносні величини інтенсивності

Показник	Розрахункова формула	Умовні позначення
Густота населення, люд/км ²	$\Gamma_n = \frac{N}{S}$	N – населення країни S – територія країни
Густота перевезень, млн ткм	$f = \frac{\sum P_l}{L}$	$\sum P_l$ – вантажооборот залізничного транспорту L – експлуатаційна довжина залізниць
Продуктивність праці, шт. (грн, ткм тощо)	$\omega = \frac{Q}{N_c}$	Q – обсяг продукції \bar{N}_c – середньоспискова кількість працівників
Коефіцієнт народжуваності, ‰	$K_p = \frac{N_p}{N} \cdot 1000$	N_p – кількість народжених \bar{N} – середньорічна кількість населення

Наприклад, у 2017 р. ВВП у країні N склав 127 126 млрд грн, а населення – 49,7 млн люд. Визначимо, скільки ВВП припадає на душу населення (тобто знайдемо відносну величину рівня економічного розвитку).

$$P_{EP} = \frac{127\,126 \cdot 10^9}{49,7 \cdot 10^6} = 2\,557,9 \text{ тис грн / люд}$$

Відносні величини **порівняння** визначаються співвідношенням двох абсолютних або відносних величин, які відносяться до різних територій або об'єктів, але взятих за один і той самий проміжок або момент часу. Так, наприклад, можна порівняти кількість населення, розмір території, обсяг промислової продукції, густоту населення за окремими країнами, областями і т. д.

Наприклад, кількість безробітних у країні N у 2017 р. склала 9 728,0 тис. люд, а в країні У – 2 737,9 тис. люд.

Тоді відносна величина порівняння буде дорівнювати:

$$Pr = \frac{9\,728,0 \cdot 10^3}{2\,737,9 \cdot 10^3} = 3,6 \text{ разів}$$

Таким чином, у 2017 р. безробітних у країні N було в 3,6 разу більше, ніж у країні У.

Відносні величини – один з найважливіших способів узагальнення й аналізу статистичної інформації. В процесі економіко-статистичного аналізу абсолютні і відносні величини мають розглядатися у взаємозв'язку, тобто користуватися відносними величинами треба не формально, а уявляти, яка абсолютна величина криється за кожною відотною.

Тільки комплексне застосування абсолютних і відносних величин дасть всебічну характеристику явища, яке вивчається.

Питання до самоконтролю

- 1 Види абсолютних статистичних величин.
- 2 Способи вираження абсолютних величин.
- 3 Відносні статистичні величини.
- 4 Види відносних величин.
- 5 Відносна величина планового завдання та її характеристика.
- 6 Відносна величина виконання плану та її характеристика.
- 7 Відносна величина динаміки та її характеристика.
- 8 Методи розрахунку відносної величини динаміки.
- 9 Відносна величина структури та її характеристика.
- 10 Відносна величина координації та її характеристика.
- 11 Відносна величина інтенсивності та її характеристика.
- 12 Відносна величина рівня економічного розвитку та її характеристика.
- 13 Відносна величина порівняння та її характеристика.

Тема 6. СЕРЕДНІ ВЕЛИЧИНИ

План

- 1 Сутність та різновиди середніх величин.
- 2 Основні властивості середньої арифметичної.
- 3 Розрахунок середньої арифметичної способом моментів.
- 2 Особливості застосування середньої гармонічної.
- 5 Мода і медіана.

1 Сутність та різновиди середніх величин

Середні величини відіграють надзвичайно велику роль у статистиці. Вони являють собою найбільш поширену форму зведених величин. Ці величини дають загальну кількісну характеристику елементів масового процесу. За допомогою середніх величин проводиться багато аналітичних досліджень у статистиці. Математичні прийоми, які використовуються у різноманітних розділах статистики, безпосередньо пов'язані з обчисленням середніх величин. До середньої величини звертаються щоразу, коли хочуть виключити вплив випадковості окремих факторів, коли індивідуальні значення ознаки (X) необхідно замінити деякою осереднювальною величиною (\bar{X}), яка є середньою.

$$\frac{X_1 X_2 X_3 \dots X}{\bar{X}} .$$

Таким чином, середньою величиною у статистиці називається показник, який дає узагальнювальну характеристику варіювальної ознаки одиниць однорідної сукупності. Середня у статистиці є узагальнювальною і водночас абстрактною величиною. Тому правильний і глибокий статистичний аналіз суспільних явищ на основі тільки середніх величин зробити не можна.

Відповідно до різноманітних завдань і напрямків зіставлення статистичних даних застосовуються різні види середніх величин, класифікацію яких подано на рисунку 19.



Рисунок 19 – Класифікація середніх величин

Середні степеневі можуть бути прості і зважені. Середні, які належать до класу степеневих, у загальній формі мають вигляд:

$$\dot{X} = \sqrt[k]{\frac{\sum x^k}{n}} - \text{проста}; \quad \dot{X} = \sqrt[k]{\frac{\sum x^k f}{\sum f}} - \text{зважена}, \quad (10)$$

де X – індивідуальне значення ознаки (варіант);

n – число варіантів;

f – частота (число повторень ознаки);

k – показник степеня середньої.

Конкретний вигляд середньої залежить від показника степеня (k).

Основні види степеневих середніх подано в таблиці 12.

Таблиця 12 – Формули степеневих середніх

Степінь (k)	Вид середньої	Розрахункова формула	
		проста	зважена
1	Середня арифметична	$\dot{x} = \frac{\sum x}{n}$	$\dot{x} = \frac{\sum xf}{\sum f}$
-1	Середня гармонічна	$\dot{x} = \frac{n}{\sum \frac{1}{x}}$	$\dot{x} = \frac{\sum M}{\sum \frac{M}{x}}$

0	Середня геометрична	$\dot{x} = \sqrt[n]{\prod x}$	$\dot{x} = \frac{\sum \ln xf}{\sum f}$
2	Середня квадратична	$\dot{x} = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n}}$	$\dot{x} = \sqrt{\frac{\sum x^2 f}{\sum f}}$

Відомо, що степеневі середні різних видів, обчислені за однією і тією самою сукупністю, мають різні кількісні значення. І чим більший показник степеня (k), тим більша і величина відповідної середньої:

$$\dot{x}_{\text{кв}} > \dot{x}_{\text{ариф}} > \dot{x}_{\text{геом}} > \dot{x}_{\text{гарм.}}$$

Ця властивість степеневих середніх зростати з підвищенням показника степеня, який визначає функції, називається правилом мажорантності (від французького слова *major* – більший).

Середня арифметична є найбільш поширеною у статистиці. Розрахунок середньої арифметичної розглянемо на прикладі денного виробітку робітниками двох бригад (таблиця 13).

Таблиця 13 – Денний виробіток робітників двох бригад

1-ша бригада		2-га бригада	
№ з/п	Денний виробіток, шт.	№ з/п	Денний виробіток, шт.
1	8	1	9
2	6	2	7
3	4	3	11
4	10	4	4
5	4	5	3
Разом	32		34

Для того щоб можна було судити про те, у якій з двох бригад денний виробіток вищий, необхідно обчислити узагальнені, зведені показники, які характеризують рівень денного виробітку робітників кожної бригади. Таким зведеним показником є середній денний виробіток, який можна обчислити за формулою середньої арифметичної простої:

$$\dot{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum x}{n}, \quad (11)$$

$$\dot{x}_1 = \frac{32}{5} = 6,4 \text{ шт.}, \quad \dot{x}_2 = \frac{34}{5} = 6,8 \text{ шт.}$$

Отже, величина денного виробітку робітників у другій бригаді дещо вища, ніж у першій.

Виведення формули простої середньої арифметичної ґрунтується на вимозі збереження загальної суми визначальної ознаки ΣX , яка за допомогою середньої має бути ніби розділена порівну. Тому:

$$\begin{aligned} x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n &= \dot{x}_1 + \dot{x}_2 + \dot{x}_3 + \dots + \dot{x}_n; \\ \Sigma x &= \Sigma \dot{x} = n\dot{x}; \\ \dot{x} &= \frac{\Sigma x}{n}. \end{aligned}$$

Проста середня арифметична застосовується у тому випадку, коли всі варіанти трапляються по одному разу або мають однакову вагу у сукупності. Але найчастіше буває так, що окремі значення досліджуваної сукупності трапляються не один раз, а багато, причому неоднакову кількість разів. У цьому випадку обчислюють середню арифметичну зважену. При її обчисленні мають ряд, який складається з двох груп показників. Одні показники – це величини варіювальних ознак, тобто варіанти (X), інші – частоти (f), які показують, як часто в досліджуваній сукупності трапляється той чи інший варіант. Такий ряд називається **варіаційним**.

Наприклад, є дані про денний виробіток десяти робітників (таблиця 14).

Таблиця 14 – Розподіл робітників за денним виробітком

Денний виробіток, шт.	Кількість робітників	Загальний виробіток робітників, шт.
x	f	$x*f$
8	2	16
10	4	40
12	3	36
6	1	6
Разом	10	98

Для того щоб у цьому випадку обчислити середній денний виробіток робітників, необхідно середній загальний виробіток розділити на кількість робітників. Тоді формула матиме вигляд:

$$\bar{x} = \frac{x_1f_1+x_2f_2+x_3f_3+\dots+x_nf_n}{f_1+f_2+f_3+\dots+f_n} = \frac{\sum xf}{\sum f} \quad (12)$$

Середня арифметична зважена дорівнює сумі добутоків варіантів (X) на їх частоти або ваги (Y), поділеній на суму частот:

$$\bar{x} = \frac{\sum xf}{\sum f}; \quad \bar{x} = \frac{98}{10} = 9,8 \text{ шт.}$$

Коли мають справу з рядом розподілу, вираженим в інтервальній формі, де в колонці варіантів є не одне значення X , а два значення, які показують нижню і верхню межі інтервалу, то виникає питання: яку величину взяти як множник. Звичайно за таку величину беруть середину між верхньою і нижньою межею кожного інтервалу, тобто центр інтервалу. Розглянемо розрахунок середньої арифметичної інтервального ряду на такому прикладі (таблиця 15):

Таблиця 15 – Розподіл робітників за стажем роботи

Група робітників за стажем роботи	Середина інтервалу	Кількість робітників	Загальний стаж роботи
	x	f	$x * f$
До 5	2,5	54	135
5 – 10	7,5	270	2025
10 – 15	12,5	150	1875
15 – 20	17,5	90	1575
20 і більше	22,5	36	810
Всього		600	6420

$$\bar{x} = \frac{\sum xf}{\sum f}; \quad \bar{x} = \frac{6420}{600} = 10,7 \text{ року.}$$

Таким чином, середній стаж роботи робітників підприємства становив 10,7 року.

2 Основні властивості середньої арифметичної

Середня арифметична має деякі властивості, які мають значення при користуванні нею:

1 Алгебраїчна сума відхилень варіантів, тобто окремих значень ознаки, від їх середньої величини завжди дорівнює нулю:

$$\sum (x - \bar{x})i = 0.$$

Це рівняння випливає з виразу

$$\sum (x - \bar{x})i = \sum x - \sum \bar{x} = \sum x - \sum \bar{x}n = \frac{\sum x}{n} - \bar{x} = 0.$$

Отже, $\sum x = \sum \bar{x}$.

Якщо кожен варіант повторюється f разів, то, очевидно, запис розглянутої властивості середньої буде такий:

$$\sum (x - \bar{x})f i = 0; \quad \sum xf = \sum \bar{x}f.$$

Ця властивість середньої використовується для перевірки правильності розрахунку. Якщо відхилення від обчисленої середньої дорівнюють нулю, то середня обчислена правильно.

2 Добуток середньої на суму частот завжди дорівнює сумі добутків варіант на частоти. Алгебраїчно це можна записати так:

$$\bar{x} \sum f = \sum xf.$$

3 Середня арифметична добутку двох величин Ax , з яких одна (A) є постійною, дорівнює добутку цієї постійної величини на середню величину змінної:

$$A_x = A \bar{x}.$$

4 Середня арифметична суми варіювальних величин дорівнює сумі середніх арифметичних цих величин.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{\sum (y+z)}{n} = \frac{\sum y}{n} + \frac{\sum z}{n} = \bar{y} + \bar{z}.$$

Якщо, наприклад, виріб А складається з трьох деталей x, y, z і на виготовлення кожної з них витрачається в середньому $\bar{x} = 2$, $\bar{y} = 3$, $\bar{z} = 5$ годин, то середні затрати часу на виготовлення виробу дорівнюватимуть $2+3+5=10$ год; тобто

$$\bar{A} = \bar{x} + \bar{y} + \bar{z}.$$

5 Сума квадратів відхилень варіантів від їх середньої величини завжди менша за будь-яку іншу величину.

$$\sum (x - \bar{x})^2 \rightarrow \mathbf{min}.$$

6 Якщо всі варіанти збільшити (або зменшити) на одне й те саме число (A), то і середня арифметична збільшиться (або зменшиться) на те саме число.

$$\bar{x} = \frac{\sum (x \pm A)}{\sum f} \mp A.$$

7 Якщо варіанти збільшити (або зменшити) в одне й те саме число разів (d), то і середня арифметична збільшиться (або відповідно зменшиться) у стільки ж разів.

$$\bar{x} = \frac{\sum \frac{x}{d} f}{\sum f} * d; \quad \bar{x} = \frac{\sum (x * d)}{\sum f} : d.$$

8 Від збільшення або зменшення усіх ваг в одне й те саме число разів числове значення арифметичної середньої не змінюється.

$$\bar{x} = \frac{\sum xf}{\sum f} = \frac{\sum x \frac{f}{d}}{\sum \frac{f}{d}}; \quad \bar{x} = \frac{\sum xf}{\sum f} = \frac{\sum x(f * d)}{\sum f * d}.$$

3 Розрахунок середньої арифметичної способом моментів

Знання властивостей середньої арифметичної (особливо останніх трьох) дає можливість застосувати при розрахунку середньої величини спрощений спосіб її розрахунку. Такий спрощений спосіб називається способом моментів або способом відрахунку від умовного нуля.

Розглянемо спрощений спосіб розрахунку середньої арифметичної методом моментів на прикладі таблиці 16.

Таблиця 16 – Розрахунок середньої способом моментів

x	$F(\omega)$	$x - A$ $A = 7,5$	$\frac{x-A}{d}; d = 5$	$i) f$
2,5	9	-5	-1	-9
7,5	45	0	0	0
12,5	25	+5	+1	+25
17,5	15	+10	+2	+30
22,5	6	+15	+3	+18
Всього	100			-9
				+73
				+64

У таблиці 16 A – це число, на яке зменшують усі варіанти. Найчастіше число A приймається рівним значенню ознаки, яка має найбільшу частоту (у нашому прикладі $X_2 = 7,5$ року), або значенню ознаки, яка знаходиться в середині ряду ($X_3 = 12,5$ року). Звичайно число d приймається рівним величині інтервалу. У нашому прикладі $d = 5$. У графі 4 подано нові варіанти, які менші за істинні на число A і в d разів. У графі 5 нові варіанти зважені на частоті. Тепер можна розрахувати умовну середню, яка буде меншою від істинної на число A і в d разів, так званий умовний момент першого порядку (m_1):

$$m_1 = \frac{\sum \left(\frac{x-A}{d} \right) f}{\sum f} \quad \text{або} \quad m_1 = \frac{\sum \left(\frac{x-A}{d} \right) \omega}{\sum \omega} \quad (13)$$

де $m_1 = \frac{64}{100} = 0,64$.

Для визначення середнього стажу роботи робітників підприємства необхідно умовну середню збільшити в d разів і додати A , тобто:

$$\hat{x} = m_1 d + A. \quad (14)$$

Для прикладу, який розглядається, $\hat{x} = 0,64 * 5 + 7,5 = 10,7$ року, тобто середній стаж роботи робітників складає 10,7 року.

4 Особливості застосування середньої гармонічної

Незважаючи на своє важливе значення, арифметична середня далеко не в усіх випадках спроможна привести до правильної, точної середньої величини ознаки, що вивчається.

У тих випадках, коли є дані про індивідуальні значення ознаки (X) та невідомі частоти (f), а задані добутки (xf), застосовується середня гармонічна. У таких випадках добутки xf називають уявними вагами (M), на відміну від дійсних частот (f).

Якщо уявні ваги однакові або дорівнюють одиниці ($M = 1$), застосовується середня гармонічна проста, яка обчислюється як відношення числа варіантів ознаки до суми обернених значень ознаки

$$\hat{x} = \frac{n}{\sum \frac{1}{x}}. \quad (15)$$

Наприклад, є дані про затрати часу в годинах на виготовлення однієї деталі кожним з трьох робітників: $1/2$, $1/3$ і $1/7$.

Потрібно розрахувати середні затрати часу на одну деталь. Тоді:

$$x = \frac{n}{\sum \frac{1}{x}} = \frac{1+1+1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{7}} = \frac{1}{4} \text{ год} = 25 \text{ хв.}$$

Коли уявні ваги неоднакові, застосовується середня гармонічна зважена.

$$\bar{x} = \frac{\sum M}{\sum \frac{M}{x}}, \quad (16)$$

де $M = x \cdot f$; $f = \frac{M}{x}$.

Отже, середня гармонічна тотожна середній арифметичній.

$$\bar{x} = \frac{\sum xf}{\sum f} = \frac{\sum M}{\sum \frac{M}{x}}.$$

Розглянемо приклад розрахунку середньої гармонічної зваженої (таблиця 17).

Таблиця 17 – Розрахунок середнього відсотка виконання плану

Підприємство	Фактично вироблено продукції, тис. грн	Виконання плану, %
1	50	101
2	70	98
3	30	102
Всього	150	

Як варіювальна ознака трьох підприємств у даному прикладі виступають показники ступеня виконання ними плану (101, 98, 102).

Показник «Фактично вироблено продукції» у даному прикладі виступає не як частоти, а є уявною вагою, оскільки

$$\begin{aligned} \text{ВП} &= \frac{\text{Факт}}{\text{План}}, \\ \text{Факт} &= \text{ВП} \cdot \text{План} \\ xf(m) &= x \cdot f \end{aligned}$$

де ВП – ступінь виконання плану;

План – запланований випуск продукції.

Отже, у даному випадку при розрахунку треба використати середню гармонічну зважену (оскільки уявлені ваги різні).

Таким чином, до середньої гармонічної слід звертатися у тих випадках, коли як ваги застосовуються не одиниці

сукупності, а добутки цих одиниць на значення ознаки (тобто $M = xf$).

Наприклад: фонд заробітної плати, валовий збір і т. ін.

$$\bar{x} = \frac{50+70+30}{\frac{50}{1,01} + \frac{70}{0,98} + \frac{30}{1,02}} = \frac{150}{150,3} = 0,988, \text{ або } 99,8 \%$$

5 Мода і медіана

Середні величини не є вичерпними характеристиками тієї сукупності явищ, що вивчаються, по відношенню до якої вони розраховуються. Окрім степеневих середніх, у статистичній практиці застосовують як узагальнювальні показники особливі середні описового характеру – медіану і моду. Вони майже завжди відповідають конкретним, фактичним варіантам, і значення інших варіантів не мають на них жодного впливу (на відміну від степеневі середньої величини, яка розраховується на основі всіх варіантів).

Умовно моду і медіану можна назвати структурними середніми.

Модою (M_o) називається варіант, який має в ряду розподілу найбільшу частоту, тобто значення ознаки, яке трапляється найчастіше. Для дискретного варіаційного ряду мода визначається точно і просто (таблиця 18).

Таблиця 18 – Розподіл робітників за кількістю обслуговуваних верстатів

Кількість верстатів	1	2	3	4	5	6	Всього
Кількість робітників	4	8	18	22	5	3	60

Для даного прикладу $M_o = 4$ верстати, оскільки таку кількість верстатів обслуговують найбільша кількість робітників. За даними цього дискретного ряду можна побудувати полігон і знайти місце моди на графіку. Для цього на осі абсцис відкладають варіанти (кількість верстатів), а на осі ординат – частоти (кількість робітників) (рисунок 20).

На графіку також видно, що мода складає 4 верстати і це означає, що найбільша кількість робітників у даній сукупності обслуговує по чотири верстати.

Для інтервального ряду наближеним значенням моди є центральний варіант інтервалу, який має найбільшу частоту. Для уточнення звертаються до формули, яка базується на інтерполяції, а саме:

$$M_0 = x_0 + h \frac{f_m - f_{m-1}}{2f_m - f_{m-1} - f_{m+1}}, \quad (17)$$

де x – нижня межа модального інтервалу;

H – величина модального інтервалу;

f_m – частота модального інтервалу;

f_{m-1} – частота інтервалу, який іде перед модальним;

f_{m+1} – частота інтервалу, який іде за модальним.

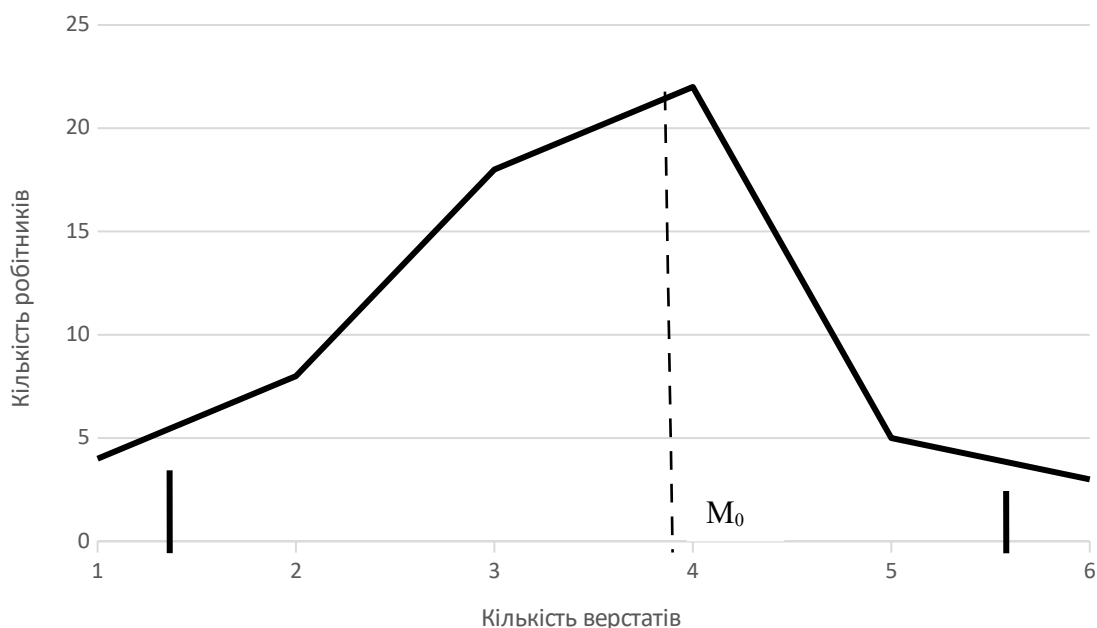


Рисунок 20 – Полігон розподілу робітників за кількістю обслуговуваних верстатів

Розрахунок проведемо за даними таблиці 19, в якій подано інтервальний ряд розподілу.

Таблиця 19 – Розподіл робітників за стажем роботи

Стаж роботи, років	До 5	5-10	10-15	15-20	20 та більше	Разом

Кількість робітників, люд	9	45	25	15	6	100
---------------------------	---	----	----	----	---	-----

Тоді

$$M_0 = 5 + 5 \frac{45 - 9}{2 * 45 - 9 - 25} = 5 + 3,2 = 8,2 \text{ року.}$$

Таким чином, найбільша кількість робітників заводу має стаж роботи 8,2 року.

За даними інтервалу ряду побудуємо гістограму розподілу і знайдемо місце моди на графіку (рисунок 21). На осі абсцис відкладаємо варіанти (стаж роботи), а на осі ординат частоти (кількість робітників).

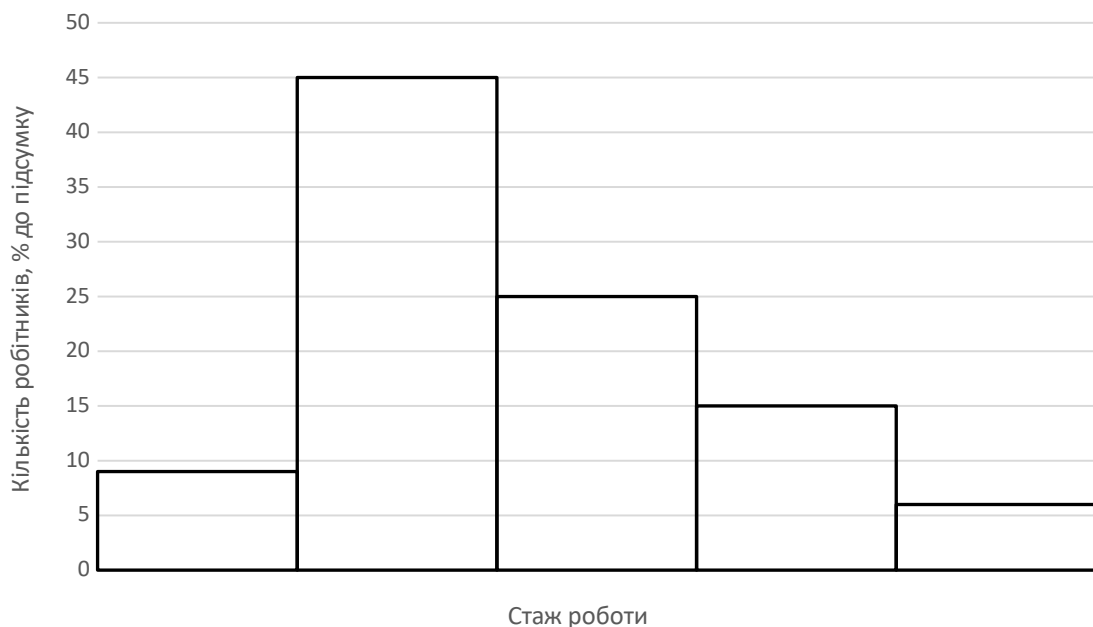


Рисунок 21 – Гістограма розподілу робітників за стажом роботи

Велике значення має мода для оцінки середньої величини, оскільки чим ближче значення обчисленої середньої до моди, тобто величини, яка найчастіше трапляється у дійсності, тим, відповідно, реальнішою і тимчасовою є отримана середня.

Мода має самостійне значення, наприклад, при пошитті одягу, взуття тощо орієнтується на найбільш «ходові», тобто на розміри, які найчастіше трапляються, а не на середні. Ціни на

ринку також складаються не стихійно, а виходячи з найбільшого попиту на той, чи інший товар.

Медіаною (Me) називається варіант, який кількісно умовно ділить навпіл ряд, розташований у зростаючому або спадному порядку за значенням ознаки, тобто варіант, який розташований у середині такого ряду.

Порядковий номер медіани (N) від початку ряду визначається як

$$N_{Me} = \frac{\sum f}{2}, \quad N_{Me} = \frac{50}{2} = 25.$$

За наявності первинних даних визначення медіани не викличе особливих труднощів, якщо ці дані не дуже численні. Наприклад, за наявності 50 варіантів 25-й від початку варіант буде медіаною.

Якщо ряд складається з парного числа варіантів, то медіана виявляється між двома серединними варіантами і визначається як середня арифметична з їх значень.

Якщо ряд непарний, то до $\sum f$ додається одиниця.

Тоді

$$N_{Me} = \frac{\sum f + 1}{2}; \quad N_{Me} = \frac{25 + 1}{2} = 13.$$

Розглянемо розрахунок медіани на прикладі дискретного ряду (таблиця 18). Знаходимо порядковий номер медіани

$$N_{Me} = \frac{60}{2} = 30.$$

Тепер розрахуємо накопичені частоти

$$S_H - 4, 12, 30, 52, 57, 60.$$

Порядковий номер медіани дорівнює 30 і відповідає третьому варіанту в ряду, тобто трьом верстатам. Отже, $Me = 3$ верстати. Це означає, що 30 робітників (50 % сукупності) обслуговують менше трьох верстатів, а друга половина робітників – більше трьох верстатів. Для того щоб показати місце

медіани на графіку, необхідно побудувати кумуляту розподілу, для чого на осі ординат відкладають накопичені частоти (S_H) (рисунок 22).

Для знаходження місця медіани на графіку на осі ординат відкладають точку, яка відповідає порядковому номеру Me . Для нашого прикладу – 30. З цієї точки проводять пряму до перетину з кумулятою, отримують точку А, з якої опускають перпендикуляр на вісь абсцис. Точка перетину і буде медіаною.

Для розрахунку медіани в інтервальному ряду можна користуватися формулою, яка ґрунтується на припущенні пропорційності розподілу варіантів на інтервалі.

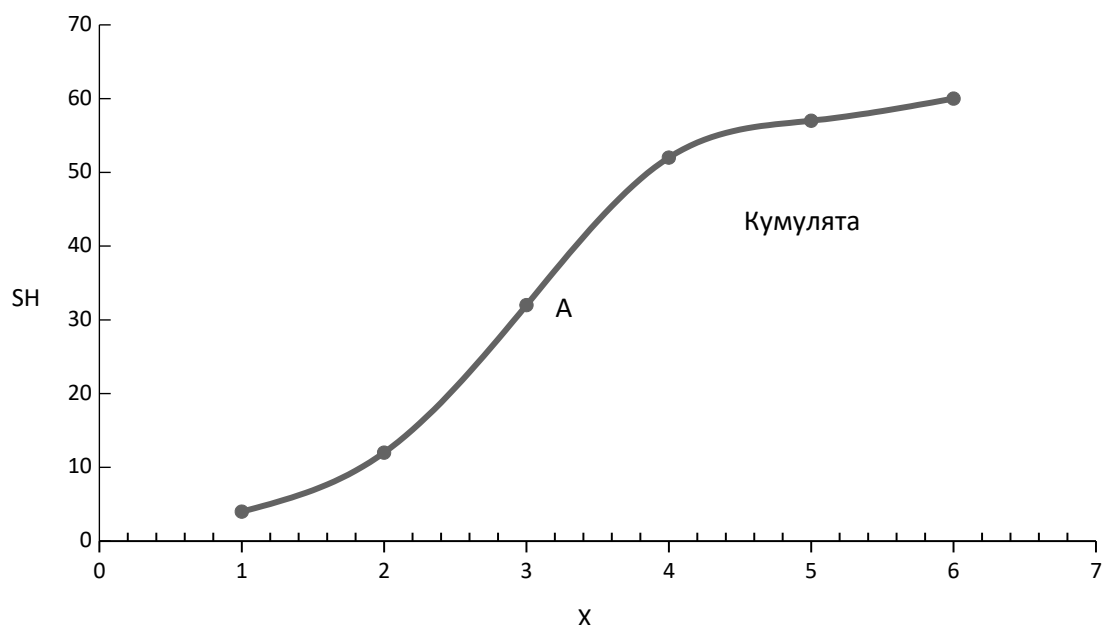


Рисунок 22 – Кумулята розподілу робітників за кількістю обслуговуваних верстатів

$$M_e = x_0 + h \frac{\frac{\sum f}{2} - S_{m-1}}{f_m}, \quad (18)$$

де f_m – частота медіанного інтервалу;

x_0 – нижня межа медіанного інтервалу;

S_{m-1} – накопичена частота інтервалу, який іде перед медіанним;

$\sum f$ – сума частот;

h – величина медіанного інтервалу.

Візьмемо вищенаведений приклад про розподіл робітників підприємства за стажем роботи (див. таблицю 19).

$N_{Me} = \frac{100}{2} = 50$, тоді медіанний інтервал буде від 5 до 10 років.

$$M_e = 5 + 5 \frac{\frac{100}{2} - 9}{45} = 5 + 4,6 = 9,6 \text{ року.}$$

Таким чином, половина сукупності (300 робітників заводу) має трудовий стаж менше 9,6 року, а інші 300 робітників – 9,6 року і більше.

Графічно медіану можна визначити за кумулятою (рисунок 23).

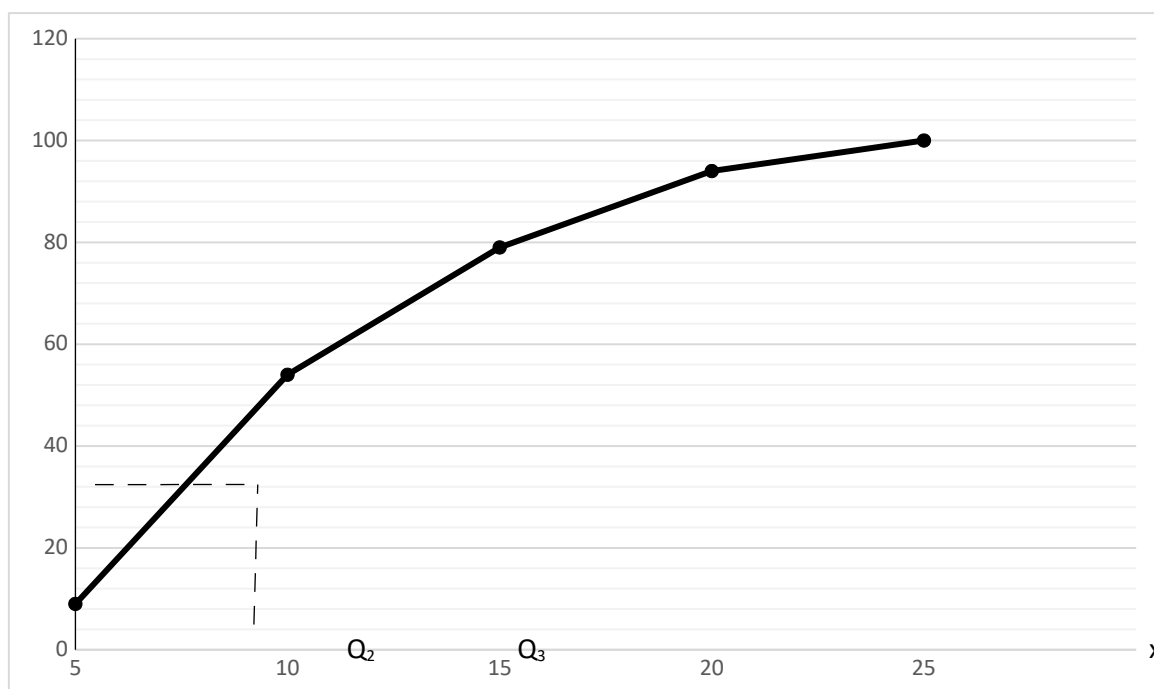


Рисунок 23 – Кумулята розподілу робітників за стажем роботи

Медіана має важливе значення при її зіставленні із середньою величиною.

Чим ближче значення середньої до медіани, тим, відповідно, середня і рівновіддаленіша від крайніх значень ознаки. Однак близькість до моди в більшому ступені характеризує реальність і типовість середньої, ніж її наближення до медіани.

У деяких випадках медіана може мати і самостійне значення, коли треба визначити, чи охоплює даний варіант половину всієї сукупності або коли групувальна ознака не

кількісна і розрахунок звичайної середньої неможливій. Прикладом останнього може бути визначення середньої інтенсивності фарбування тканини, коли зразки розташовують у послідовності у міру збільшення інтенсивності фарбування, і беруть зразок, який знаходиться в середині. Крім того, $\sum |x - Me| f = \min$. Ця властивість медіани може бути використана для визначення спорудження будівель культурно-масового призначення.

Величина моди і медіани, як правило, відрізняється від величини середньої, збігаючись з нею тільки у випадку симетрії варіаційного ряду.

Додатково до медіани для характеристики структури варіаційного ряду обчислюють квартилі, які ділять ряд за сумою частот на рівні 4 частини і децилі, які ділять ряд на 10 рівних частин.

Квартилі – це значення ознаки у ранжованому ряду розподілу, вибрані таким чином, що 25 % одиниць сукупності будуть меншими за величиною першого квартиля (Q_1); 25 % одиниць будуть вміщені між першим і другим (Q_2) квартилями; 25 % – між другим і третім (Q_3) квартилями і останні 25 % перевищують Q_3 . Квартилі визначаються за формулами, аналогічними до наведеної вище формули для розрахунку медіани

$$Q_1 = X_{Q_1} + h_{Q_1} \frac{\sum f - S_{Q_1-1}}{f_{Q_1}}, \quad (19)$$

де X_{Q_1} – нижня межа інтервалу, в якій перебуває перший квартиль;

h_{Q_1} – величина даного інтервалу;

$\sum f$ – сума частот;

S_Q – накопичена частота інтервалу, який іде перед інтервалом, в якому перебуває перший квартиль;

f_{Q_1} – частота інтервалу, в якому перебуває перший квартиль.

$$Q_3 = X_{Q_3} + h_{Q_3} \frac{\frac{3}{4} \sum f - S_{Q_3-1}}{f_{Q_3}}, \quad (20)$$

Умовні позначення ті самі, що й для величини Q_1 . Другий кuartиль є медіаною.

За даними таблиці 19 обчислимо:

$$Q_1 = 5 + 5 \frac{\frac{100}{4} - 9}{45} = 5 + 1,8 = 6,8 \text{ року.}$$

Це означає, що 25 % усіх робітників заводу мають трудовий стаж роботи менше 6,8 року.

$$Q_2 = 9,6 \text{ року (розрахунки див. вище);}$$

$$Q_3 = 10 + 5 \frac{\frac{3}{4} * 100 - 54}{25} = 10 + 4,2 = 14,2 \text{ року.}$$

Таким чином, 75 % робітників заводу мають стаж роботи більше 14,2 року. Місце Q_1 і Q_2 на графіку показано на рисунку 23.

Питання до самоконтролю

1 Які види середніх величин використовуються у статистиці?

2 Умови використання середньої арифметичної простої.

3 Умови використання середньої арифметичної зваженої.

4 Властивості середньої арифметичної величини.

5 Використання середньої гармонічної величини.

6 Визначення моди в ряду розподілу.

7 Визначення медіани в ряду розподілу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Горошанська, О. О. Статистика [Текст] : практикум / О. О. Горошанская; Харк. держ. університет харчування та торгівлі. – Харків, 2017. – 133 с.

2 Економічна статистика [Текст] : навч. посібник / В. М. Соколов, Т. Г. Чала, О. С. Корепанов [та ін.]; за ред. В. М. Соколова. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. – 388 с.

3 Костюк, В. О. Статистика [Текст] : навч. посібник / В. О. Костюк. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 166 с.

4 Логунова, Н. А. Статистика II [Текст] : підручник / Н. А. Логунова. – К. : Кондор-Видавництво, 2015. – 340 с.

5 Мармоза, А. Т. Теорія статистики [Текст] : навч. посібник / А. Т. Мармоза. – К. : Центр навчальної літератури, 2013. – 592 с.

6 Опря, А. Т. Статистика (модульний варіант з програмованою формою контролю знань) [Текст] / А. Т. Опря. – К. : ЦУЛ, 2014. – 536 с.

7. Педченко, Г. П. Статистика [Текст] : навч. посібник / Г. П. Педченко. — Мелітополь : Колор Принт, 2018. — 266 с.

8 Костюк, В. О. Прикладна статистика [Текст] : навч. посібник / В. О. Костюк; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. — Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. — 191 с.

9 Карабин, О. О. Статистичний аналіз [Текст] : навч. посібник / О. О. Карабин, М. Ф. Стасюк, М. І. Кусій. — Львів : ЛДУБЖД, 2015. — 132 с.

10 Статистика підприємств [Текст] / С. О. Матковський [та ін.]. — Львів : Алерта, 2013. — 560 с.

11 Шапочка, М. К. Теорія статистики [Текст] : навч. посібник / М. К. Шапочка, О. М. Маценко. — Суми : Університетська книга, 2014. — 312 с.

12 Ткач, Є. І. Загальна теорія статистики [Текст] : підручник [для студ. вищ. навч. закл.] / Є. І. Ткач, В. П. Сторожук. — 3-тє вид. — К. : Центр учбової літератури, 2017. — 442 с.