

Лекція 6.

РЯДИ ДИНАМІКИ. АНАЛІЗ ІНТЕНСИВНОСТІ ТА ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ.
СТАТИСТИЧНІ ІНДЕКСИ

План

1. Складові елементи динамічного ряду. Правила побудови. Характеристики.
2. Аналіз рядів динаміки. Методи прогнозування.
3. Суть індексів та їх класифікація.

1. Дослідження процесів зміни і розвитку явищ у часі відбувається на основі побудови і аналізу рядів динаміки.

Динамічний (часовий) ряд – це сукупність значень статистичних показників, які розташовані у хронологічному порядку. Подається у вигляді таблиці чи графіка (на осі абсцис відкладають шкалу часу, на ординаті – шкалу рівнів ряду). До складу динамічних рядів входять елементи двох типів:

рівні ряду – числові значення статистичних показників, які характеризують об'єкт, що вивчається на певний момент чи період часу;

моменти або періоди часу, яким відповідають рівні ряду;

Наприклад, видання книжок видавництвами України (Інформаційний бюлетень Держкомстату України, 1998 р.)

Рівні	Періоди	1990 р.	1996 р.	1997 р.	У % до підсумку		
					1990 р.	1996 р.	1997 р.
Кількість книжок (друков. одиниць), виданих українською мовою:		2164	3069	3140	24	51	50

Статистичні показники (рівні), що приводяться в динамічних рядах, можуть бути абсолютними, відносними або середніми величинами.

Залежно від ознаки часу динамічні ряди поділяють на

інтервальні – числові ряди, які характеризують розміри явищ за певні періоди часу (рік, квартал, місяць, день); відмінною особливістю таких рядів для абсолютних рівнів є можливість додавання рівнів, в результаті чого отримують нагромаджені підсумки–характеристики за більш тривалий проміжок часу;

моментні – характеризують обсяг явищ на певний момент часу; для цих рядів обчислюють різницю рівнів, яка характеризує зміну рівня за означений період часу, наприклад, якщо відома кількість студентів Інституту на 1 вересня поточного і попереднього років, можна визначити на скільки збільшилася чи зменшилася їх кількість за цей період.

Динамічні ряди, рівні яких характеризуються середніми або відносними величинами, називають похідними рядами.

Важливою умовою побудови часових рядів є умова співставлення їх рівнів. Для незіставимих рівнів не можна розраховувати показники ряду динаміки і проводити їх аналіз. Основними вимогами зіставимості динамічних рядів вважають:

рівність періодів, до яких належать статистичні показники, наприклад, обсяг випущених книжок за різні роки порівнюють тільки січень із січнем;

однакова повнота охоплення досліджуваних частин явища;

збіг територіальних меж явища;

співвимірність рівнів ряду (однаковий масштаб та однакові одиниці виміру);

□ єдине тлумачення одиниці об'єкта спостереження, єдина методологія розрахунку показників на протязі періоду, який аналізується, що є особливо важливим при міжнародних співставленнях.

Якщо рівні часового ряду відповідають наведеним вище вимогам, то можна розв'язати ряд основних задач, що виникають при вивченні динамічних рядів:

- 1) визначити характеристики інтенсивності зміни рівнів ряду від періоду до періоду;
- 2) визначити середні характеристики часового ряду за той чи інший період;
- 3) виявити тенденції розвитку досліджуваного явища як на окремих його етапах, так і в цілому за період, що розглядається;
- 4) виконати прогноз розвитку явища на майбутнє.

До **основних характеристик рядів динаміки** належать дві категорії показників:

□ показники зміни рівнів динамічного ряду – вказують напрям, швидкість та інтенсивність цих змін, їх отримують у результаті порівняння (зіставлення) абсолютних і відносних рівнів ряду;

□ середні характеристики рівнів динаміки.

Рівень, який зіставляється, називають **поточним** (y_i), а рівень з яким зіставляють – **базисним** (y_0). Можливі два варіанти зіставлення поточних рівнів ряду динаміки:

- 1) з одним і тим самим рівнем (постійна база порівняння (y_0) за яку можна обрати початковий або будь-який інший рівень) – отримують **базисні показники**;
- 2) з попереднім рівнем (y_{i-1}) – дістають **ланцюгові показники динаміки**.

До показників **зміни рівнів динамічного ряду належать**:

□ абсолютний приріст (Δ_i) – різниця між порівнюваним і базисним рівнями;

□ темп зростання (зміни) (T_z) – відношення двох рівнів (порівнюваного та базисного) у вигляді коефіцієнта, чи у %;

□ темп приросту (T_{np}) – відношення абсолютного приросту до рівня, що прийнятий за базу порівняння або різниця між темпом зростання (у %) і 100 %; вимірює відносну швидкість зростання (або зменшення);

□ абсолютне значення одного відсотка приросту (A) – відношення абсолютного приросту до темпу приросту за один і той самий період, показує соту частину рівня, узятого за базу порівняння, тобто абсолютну величину, яка відповідає кожному проценту приросту;

□ коефіцієнт випередження (K_{vun}) – відношення темпів зміни двох динамічних рядів за рівні періоди часу; частіше використовують коефіцієнти випередження, які розраховані з середніх темпів зросту чи приросту.

Середні характеристики динамічного ряду відображають узагальнені, типові тенденції розвитку досліджуваного явища за ряд періодів. Для обчислення середніх показників динаміки користуються загальними положеннями теорії середніх. Такими показниками є:

□ середні рівні ряду ($y_{сер}$) – обчислюють відповідно до виду часового ряду; для інтервального ряду з рівними інтервалами використовують формулу середньої арифметичної простої; для моментного з рівними інтервалами – середньої хронологічної, з нерівними інтервалами – середньої арифметичної зваженої;

□ середній абсолютний приріст ($\Delta_{сер}$) – обчислюють як середню арифметичну з ланцюгових приростів (показників абсолютної швидкості зростання);

□ середній темп зростання ($T_{зсер}$) – за формулою середньої геометричної;

□ середній темп приросту ($T_{npсер}$) – визначають як різницю між середнім темпом зростання і одиницею (у вигляді коефіцієнтів) чи 100%-ми (у %).

Зверніть увагу, що у практичних розрахунках вище наведених показників слід враховувати коливання (зміну) рівнів часового ряду. У випадках відчутної коливності ряду використання середньої геометричної може призвести до істотних прорахунків. При

визначенні середніх рівнів слід мати на увазі, що середня буде досить надійною характеристикою ряду динаміки, якщо вона характеризує період із більш-менш стабільними умовами розвитку. Якщо ці умови суттєво змінювалися протягом досліджуваного періоду, перевагу слід надати середнім, які розраховані по окремих періодах.

2. **Аналіз рядів динаміки** полягає у встановленні закономірностей змін рівнів досліджуваного показника у часі, виявленні **основної тенденції (тренда)** розвитку явища – певного напрямку зміни явища: тенденції до росту, стабільності або до зниження рівнів явища.

Рівні ряду динаміки формуються під сукупним впливом множини довготривалих (основних) факторів, які визначають конкретний вид тренда, і короточасних факторів та різних випадкових обставин, які викликають відхилення фактичних значень рівнів ряду від тренда. Виявлення основної закономірності змін рівнів ряду передбачає її кількісний вираз, в деякій мірі вільний від випадкового впливу. Тому **виявлення основної тенденції називається в статистиці вирівнюванням часового ряду**, а методи виявлення – методами вирівнювання. Вирівнювання дозволяє характеризувати особливість змін ряду у часі в загальному вигляді, як функцію часу, де через час виражено вплив усіх основних факторів. Отже рівень динамічного ряду можна подати функцією:

$$y_t = f(t) + \varepsilon(t),$$

де $f(t)$ – тенденція, зумовлена впливом постійно діючих факторів; $\varepsilon(t)$ – величина, що визначає вплив випадкових коливань.

Найбільш поширені **методи визначення основної тенденції** динамічного ряду полягають в укрупненні інтервалів часу та заміні первинного ряду рядом середніх по інтервалах. У середніх врівноважуються коливання рівнів первинного ряду, внаслідок чого тенденція розвитку виявляється чіткіше.

Метод збільшення інтервалів (періодів) часу – найпростіший спосіб вирівнювання ряду, суть якого у об'єднанні періодів (замість щоденних обчислюються щомісячні рівні, замість щорічних – три-, п'ятирічні рівні тощо, тобто обчислюють сумарний та середній (ступінчатий) показник за збільшений період). Вихідний ряд динаміки замінюється іншим, показники якого відображають явище за більш тривалий період часу. Внаслідок укрупнення інтервалів часу відхилення, які викликані дією випадкових факторів поглинаються, що дає змогу точніше з'ясувати загальну тенденцію розвитку.

Метод плинної (ковзної) середньої – спочатку знаходять середнє арифметичне значення з перших m рівнів ряду, потім знаходять нову середню з того ж числа рівнів (зберігається постійний інтервал), але, починаючи з другого за лічбою рівня (зміщуємо на одну дату), далі, починаючи з третього і т. д. Знайдене значення середньої стосується того періоду, який знаходиться в середині інтервалу. Наприклад, якщо інтервал становить три місяці – січень, лютий, березень, то обчислений середній показник відносять станом на місяць лютий. На практиці застосовують, як правило, непарні інтервали ($m = 3, 5, 7$ тощо).

Аналітичне вирівнювання (згладжування) – найефективніший, але й більш складний метод. Надає можливість не тільки виявити тенденцію, а й кількісно її виміряти. В цьому разі фактичні рівні динамічного ряду замінюють теоретичними, розрахованими на основі рівняння регресії, тобто на основі фактичних даних ряду динаміки підбирається математична функція – “трендова крива” (лінійна, параболічна, показова, експоненційна та ін.) за допомогою якої описується основна тенденція. Час розглядається як незалежна змінна, а рівні ряду виступають як функція цієї змінної $f(t)$. Завдання зводиться до визначення виду функції (з урахуванням специфіки досліджуваного процесу і характеру динаміки), обчислення її параметрів за емпіричними даними та розрахунку теоретичних рівнів за

формулами. Методика визначення параметрів рівняння регресії і статистичної оцінки отриманих результатів розглядалася у попередніх розділах.

Для вимірювання коливань рівнів динамічного ряду використовують вже відомі показники варіації: розмах варіації, стандартне відхилення, коефіцієнт варіації.

Іноді виникає необхідність знаходження відсутніх проміжних членів ряду, тих на яких немає даних. Ця процедура має назву інтерполяції.

Інтерполяція – знаходження показника (приблизний розрахунок) в середині ряду на основі закономірності розвитку явища за період, що досліджується. Точність такого розрахунку залежить від стабільності показників динаміки – абсолютних приростів, темпів росту. Обчислення проводять на основі середнього абсолютного приросту або середнього темпу росту. Наприклад: динаміка товарообороту за 1996-2001 рр. (умовні дані)

Показники	Роки					
	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Товарооборот, млн. грн.	130	134	–	140	141	145
Абсолютний приріст, млн. грн.	–	4	–	–	1	4
Темп росту, %	100	103,1	–	–	100,7	102,8

Обчислимо невідомий рівень – товарооборот за 1998 рік.

1. Середньорічний абсолютний приріст за весь період: $\Delta_{\text{сер}} = (145-130)/5 = 3$ млн. грн.
товарооборот за 1998 рік: $y_{1998} = 134+3=137$ млн. грн.

2. Середньорічний темп росту за весь період:

$$T_{3\text{сер}} = \sqrt[5]{\frac{145}{130}} = \sqrt[5]{1,15} = 1,021 = 102,1\%,$$

тоді товарооборот за 1998 рік – $y_{1998} = 134 \times 1,021 = 136,8$ млн. грн.

При **прогнозуванні показників** динаміки застосовують такий метод статистичного прогнозування як **екстраполяція тренда** – знаходження невідомих рівнів наприкінці чи на початку динамічного ряду (за межами наявних фактичних даних). Тобто за визначеними аналітичними рівняннями тренда (математичними моделями) передбачають попередній або майбутній розвиток явищ, припускаючи, що виявлена тенденція буде зберігатися і надалі.

Екстраполяція на короткий період можлива також на основі середнього абсолютного приросту, середнього темпу росту та приросту. Наприклад, товарооборот у 2002 році становитиме (за даними попереднього прикладу):

$$145+3 = 148 \text{ млн. грн.}, \quad \text{або} \quad 145 \times 1,021 = 148 \text{ млн. грн.}$$

Екстраполяція на довгий період базується на більш складних прийомах математичної статистики – методах адаптивного моделювання та прогнозування, оскільки тенденції, які мали місце в минулому, в майбутньому можуть змінитися під впливом нових умов і факторів.

Для деяких часових рядів характерними є періодичні коливання з різною тривалістю періодів. Якщо періоди коливань мають тривалість один рік, то такі коливання в статистиці називають **сезонними**. Вони притаманні сільськогосподарській галузі, енергетичній, транспортній, будівельній, маркетингу тощо. Виявлення сезонних коливань підвищує ефективність процесів прогнозування і планування сезонних показників.

Кількісним показником вимірювання сезонних коливань служить **індекс сезонності** (сезонна хвиля):

$$I_t^c = \frac{\bar{y}_t}{\bar{y}} \cdot 100\% ,$$

де \bar{y}_t - середній рівень ряду динаміки за інтервал часу t (місяць, квартал), \bar{y} - середній рівень ряду динаміки за рік.

Аналіз сезонних коливань вимагає використання даних декількох років (частіше це місячні або квартальні дані за 3 роки), оскільки окремі коливання можуть бути зумовлені випадковими факторами і не матимуть сезонного характеру.

3. В статистичній практиці до найбільш поширених статистичних показників належать **індекси** (від латинського *index* – вказівник, показник) – узагальнюючі відносні величини, які характеризують співвідношення (зміну) в часі чи просторі рівнів або обсягів будь-яких складних суспільних явищ, ступінь відхилення значення показника від певного стандарту (нормативу, середньої). Показник, динаміку чи співвідношення якого характеризує індекс, називають **індексованою величиною**. Наприклад, посадовий оклад спеціаліста зріс у січні поточного року в порівнянні з груднем минулого року в 1,72 рази.

Отже, кожний динамічний індекс є співвідношенням двох значень показника, який індексується: оціночного (поточного, фактичного, звітного) – ідентифікується підрядковою позначкою “1” і взятого за базу порівняння – позначка “0”. Виражають індекси у коефіцієнтах, процентах, проміле. Наприклад, індивідуальний індекс ціни $i_p = p_1/p_0$. Передумовою розрахунку індивідуальних індексів є зіставленість вимірювання чисельника і знаменника.

Індекси описують тенденції розвитку виробництва, обсягу товарообороту, зміни цін, продуктивність праці в різних регіонах, на різних підприємствах, для різних товарів. Індекси використовують і для оцінки ролі окремих факторів, котрі впливають на динаміку показника, який індексується (індексний факторний аналіз). За допомогою індексних систем (співзалежних індексів) виявляють резерви виробництва, виконують міжнародні співставлення економічних показників, визначають життєвий рівень. За індексними рядами (базисними або ланцюговими) проводять моніторинг ділової активності в економіці, кон’юктури ринку тощо.

На відміну від динамічних характеристик індекси дозволяють:

- розрахувати зміни складних явищ; не тільки порівняти показник в двох станах, а і отримати та порівняти агреговані величини;
- виявити зміни у явищах за рахунок зміни окремих факторів, наприклад, зміна прибутку підприємства за рахунок зміни чисельності робітників, технології, основних засобів тощо;
- порівняти явища не лише у часі, а і у просторі, з нормою, з стандартом та ін.

Спосіб побудови індексів (модель) залежить від змісту досліджуваних показників, їх статистичної природи, методики розрахунку, мети дослідження.

Мета дослідження визначає функціональне призначення індексу у конкретному аналізі та характер порівнянь.

Вирізняють дві функції індексів:

1. синтетичну (узагальнюючу) – індекс трактують як показник середньої зміни рівня досліджуваної величини;
2. аналітичну – індекси виступають як показники зміни рівня результативної величини під впливом зміни величини, що індексується (вивчення закономірностей динаміки, функціональних взаємозв’язків, структурних зрушень).

Класифікація індексів відбувається за різними ознаками:

□ **за змістом досліджуваних об'єктів, явищ, процесів:** це індекси обсягу (товарообороту, національного доходу, виробленої продукції), індекси якісних показників (цін, собівартості, продуктивності праці);

□ **за повнотою охоплення одиниць сукупності:** це індивідуальні індекси i – характеризують співвідношення рівнів показника окремого елемента сукупності, наприклад, індекс реалізації шкільних підручників; зведені (групові, загальні) індекси I – характеризують зміну рівня показника, що відноситься до сукупності (однорідної чи неоднорідної), наприклад, індекс реалізації продуктової продукції;

□ **за формою зображення** (методами обчислення): це агрегатні індекси, середні зважені індекси;

□ **за базою порівняння** – індекси динаміки (ланцюгові і базисні), виконання плану, територіальні.

У спрощеному розумінні індекс можна тлумачити як міру прояву середньої тенденції в динаміці певної групи неоднорідних елементів, тобто елементів, кількісні характеристики яких безпосередньо не можна додавати, підсумовувати, порівнювати. Наприклад, різні види продукції нерівноцінні за кількістю витраченої на них суспільної праці і мають різні споживні вартості. Тому для отримання загального обсягу продукції необхідно дані за різними видами продукції привести до спільної міри.

Для подолання неможливості підсумовування елементів складного явища, застосовують **сумірник** (додатковий незмінний показник, економічно пов'язаний з індексованою величиною), який базується на загальній властивості, що притаманна розглядуваним елементам незалежно від їх натурально-речової форми. Таким сумірником при вивченні змін виробництва чи реалізації продукції виступає вартість, виражена ціною. Через грошовий вираз вартості усувається непорівняльність споживчих вартостей (перемноживши обсяг продукції кожного виду на відповідний сумірник, отримують показники, які можна підсумовувати і зіставити в цілому по сукупності).

Основною формою індексу є **агрегатна**. Суми добутків показників, що індексуються (наприклад, q – кількість, від англ. *quantity*), на їх сумірники (наприклад, p – ціна, від англ. *price*) створюють з'єднання, або агрегати (від латинського *aggrego* – приєдную): $\sum qp$. Індексована величина агрегату (у нашому прикладі це кількість q) у чисельнику і знаменнику завжди є в різних періодах, інша (ціна p) є вагою чи сумірником індексованої величини і фіксується на одному й тому самому рівні. Побудований таким чином загальний індекс I , в чисельнику і знаменнику якого будуть суми добутків рівнів ознак (поточні і базисні), дістав назву **агрегатного індексу**. Наприклад, загальний індекс фізичного обсягу товарообороту:

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

Цей індекс показує, як змінився обсяг проданих товарів у звітному (досліджуваному) періоді порівняно з базисним у порівнювальних (базисних) цінах.

В агрегованих даних індексуватися можуть окремо сумірники (ціни p , собівартість c , трудомісткість t), окремо ваги (кількісні показники q_i), агрегат в цілому (зведений індекс вартості товарів:

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

У практиці вітчизняної статистики прийнято: якщо індексується сумірник, тобто будується модель індексів якісних ознак, його ваги фіксують на рівні звітного періоду; якщо індексуємо ваги (модель індексів об'ємних (кількісних) ознак) ознаки-сумірники фіксуємо на рівні базисного періоду, оскільки кожен із співмножників агрегату відіграє різну роль.

Поряд з агрегатними індексами в статистичній практиці широко використовують індекси середніх величин (змінного складу та структурних зрушень), індексні ряди. Індексний ряд, який утворено з базисних індексів, надає уявлення про загальну тенденцію явища, якщо індекси ряду ланцюгові – докладнішу картину послідовних змін явища у часі.

Щодо застосування територіальних індексів, то їх значення важливі для зіставлення соціально-економічних показників розвитку окремих регіонів держави чи окремих країн. Моделі територіальних індексів ідентичні моделям динамічних з поправкою на вибір бази порівняння – у територіальних індексах база порівняння є довільною.

Розмаїття статистичних індексів, які використовуються в аналізі різних економічних показників та їх застосування до вирішення конкретних задач розглядається в курсах статистики відповідних галузей, макроекономічної та міжнародної статистики.