

РОЗДІЛ II. ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 311+512

DOI: 10.25140/2411-5363-2019-2(16)-62-70

Олександр Дубягін, Володимир Гур'єв, Ірина Фірсова

МІЖРІВНЕВИЙ БАЛАНС: ПОКАЗНИКИ РІВНЕВОЇ СТРУКТУРИ ОБ'ЄКТА, ЇЇ ЗМІНИ ТА КООРДИНАЦІЇ – АГРЕГАТНА ФОРМА

Актуальність теми дослідження. Показники рівневої структури об'єкта, її зміни та координації, як одна з видових категорій показників міжрівневого балансу, забезпечують всебічну кількісну оцінку структури керованого об'єкта, його структурних зрушень, втрат і поповнення щодо ознаки, вимірюваної в його одиниць у шкалі відношень.

Постановка проблеми. Відповідні показники міжрівневого балансу, представлені до цього через незважені (неагреговані) складові останнього, унеможливають подібну оцінку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Обчислення неагрегованих показників рівневої структури об'єкта, її зміни та координації відбувається через значення чисельності рухомих і нерухомих одиниць об'єкта.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Оцінка наслідків керуючого впливу на структурований об'єкт, виконувана в значеннях вимірюваної ознаки і пояснювана міжрівневим пересуванням одиниць цього об'єкта.

Постановка завдання. Сформулювати показники рівневої структури об'єкта, її зміни та координації в системі показників міжрівневого балансу шляхом формулювання правил їх обчислення в агрегатній формі.

Виклад основного матеріалу. Агрегатна форма моделі міжрівневого балансу ґрунтується на таких складових балансу, як рівневе поповнення (рівневі втрати) об'єкта, що пояснює наслідки керуючого впливу на об'єкт на різних рівнях їх систематизації в моделі. Результат такої систематизації – система агрегованих показників балансу, серед яких показники рівневої структури об'єкта, її зміни та координації визначають рівневу структуру, оцінюють структурні зрушення та порівнюють складові рівневої структури об'єкта через сукупні значення ознаки, вимірюваної в його одиниць на тому чи іншому рівні. Досліджувані показники сформульовані як абсолютні, відносні та середні величини.

Висновки відповідно до статті. Запропоновані показники міжрівневого балансу мають важливе значення для оцінки наслідків та ефективності керуючого впливу на структурований об'єкт.

Ключові слова: агреговані складові; керований об'єкт; міжрівневий баланс; показники динаміки і координації; рівнева структура.

Табл.: 1. Рис.: 1. Бібл.: 10.

Актуальність теми дослідження. Формулювання в системі показників міжрівневого балансу показників рівневої структури об'єкта, її зміни та координації, якими у шкалі відношень оцінюється структура керованого об'єкта та його структурні зрушення, є актуальним науковим завданням комплексної оцінки наслідків керуючого впливу на структурований об'єкт й ефективності цього впливу. Ці показники можуть бути корисними для характеристики інформаційних систем, технічних пристроїв, а також об'єктів і систем іншого походження, якщо йдеться про однорідну ознаку, покладену в основу їх структурного аналізу.

Постановка проблеми. Показники рівневої структури об'єкта, її зміни та координації, представлені до цього через незважені (неагреговані) складові міжрівневого балансу, унеможливають подібну оцінку. Щоб подолати цю проблему, маємо скористатися агрегатною формою моделі міжрівневого балансу, в якій складові балансу представлені зваженими, так, що роль ваги рівневих значень ознаки відіграє чисельність міжрівневих пересувань одиниць об'єкта.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В системі показників міжрівневого балансу показники рівневої структури об'єкта, її зміни та координації представлені за критерієм «призначення» та до цього були сформульовані в неагрегованому вигляді, лише через складові моделі міжрівневого балансу, синтезованої в простій формі. В агрегатній формі балансова модель розглядається в роботі [10], а складові такої моделі підходять на роль порівнюваних між собою величин в конструкції даних показників. Аналогом моделі міжрівневого балансу є модель міжгалузевого балансу, запропонована В. В. Леонт'євим [1, с. 8-18]. Щодо характеристики структури об'єкта спостереження та його структурних зрушень у статистиці традиційно застосовуються абсолютні, відносні та середні величини, а серед відносних величин поширеними є показники структури, динаміки та координації [2-9].

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Це – оцінка наслідків керуючого впливу на структурований об’єкт, виконувана у значеннях вимірюваної ознаки і пояснювана міжрівневим пересуванням одиниць цього об’єкта.

Постановка завдання (мета статті). Сформулювати показники рівневої структури об’єкта, її зміни та координації в системі показників міжрівневого балансу шляхом формулювання правил їх обчислення в агрегатній формі.

Виклад основного матеріалу. Нагадаємо, що відповідно до класифікації показників міжрівневого балансу показники структури (зміни структури) об’єкта поділяються на наступні видові категорії: за способом обчислення – на абсолютні, відносні та середні; за межами руху одиниць об’єкта – на рівневі та загальні. Щодо форми їх обчислення, вони визначаються як прості (неагреговані: рівневі – N_{i0}, N_{j1} ; загальні – N_0, N_1) та зважені (агреговані: рівневі – $L_{i0}, L_{(j)0}, L_{j1}, L_{(i)1}$; загальні – L_0, L_1). Перші представляють просту форму балансової моделі, другі – агрегатну форму балансової моделі [10].

Щодо аналізу наслідків керуючого впливу на об’єкт, їх визначають агреговані показники, а тому далі розглядаються докладно саме вони.

Для їх обчислення скористаємося наступними складовими балансу, які представляють абсолютні рівневі показники структури:

$$\begin{cases} L_{i0} = N_{i0}l_i = \sum_{j=1}^k n_{ij}l_i, & i = 1, 2, \dots, k; & (1) \\ L_{(j)0} = \sum_{i=1}^k n_{ij}l_i, & j = 1, 2, \dots, k, & (2) \\ L_{j1} = N_{j1}l_j = \sum_{i=1}^k n_{ij}l_j, & j = 1, 2, \dots, k; & (1) \\ L_{(i)1} = \sum_{j=1}^k n_{ij}l_j, & i = 1, 2, \dots, k. & (2) \end{cases}$$

Обидва вирази кожної з систем рівнянь являють собою значення ознаки, вимірювані на певному рівні (рівняння (1)) або поза ним (рівняння (2)); символ рівня взятий в кутові дужки у одиниць об’єкта у стані «до» (система рівнянь (1)); стан позначається «0») і «після» (система рівнянь (2)); стан позначається «1»): на рівні i у стані «до» (рівняння (1/1)) і на будь-якому рівні у стані «після» (рівняння (2/2)) у N_{i0} одиниць об’єкта, а також на рівні j у стані «після» (рівняння (2/1)) і на будь-якому рівні у стані «до» (рівняння (1/2)) у N_{j1} одиниць об’єкта.

Абсолютні загальні показники структури характеризують значення ознаки, вимірюваної у всіх N одиниць об’єкта у його станах «до» (система рівнянь (3)) та «після» (система рівнянь (4)), і визначаються наступним чином:

$$L_0 = \begin{cases} \sum_{i=1}^k L_{i0} = \sum_{i=1}^k N_{i0}l_i = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k n_{ij}l_i, & (1) \\ \sum_{j=1}^k L_{(j)0} = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^k n_{ij}l_i; & (2) \end{cases}$$

$$L_1 = \begin{cases} \sum_{j=1}^k L_{j1} = \sum_{j=1}^k N_{j1}l_j = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^k n_{ij}l_j, & (1) \\ \sum_{i=1}^k L_{(i)1} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k n_{ij}l_j. & (2) \end{cases}$$

Щодо зміни структури об’єкта, характерним абсолютним рівневим показником є *рівневий абсолютний приріст (скорочення) ознаки*, або *рівневе абсолютне сальдо об’єкта*, що визначається на тому чи іншому рівні p , такому що $p = i$ у стані «до» і $p = j$ у стані «після», й формується на основі приросту (скорочення) ΔN_p рівневої чисельності одиниць об’єкта:

$$\Delta L_p = L_{p1} - L_{p0} = (N_{p1} - N_{p0}) \cdot l_p = \Delta N_p \cdot l_p, \tag{5}$$

Через збільшення значення p -рівневого агрегату на $\Delta N_p l_p$ одиниць вимірюваної ознаки приріст буде додатним, а через його зменшення на $\Delta N_p l_p$ – від’ємним. За абсолютного максимального прибуття або вибуття на рівні k , такому що $l_k = k$, граничне значення приросту складатиме $\pm Nk$.

Додаванням усіх можливих значень ΔL_p p -рівневого абсолютного сальдо визначається *загальне абсолютне сальдо об’єкта*:

$$\Delta L = \sum_{p=1}^k \Delta L_p = L_1 - L_0. \quad (6)$$

Значення цього показника вказує на наявність *втрат* або *поповнення об'єкта* щодо вимірюваної в його одиниць ознаки, що має місце через міжрівневий рух останніх. Від'ємне сальдо, або сальдо з дефіцитом, свідчить про втрати, а додатне (з профіцитом) – про поповнення.

Цікавим є те, що величину загального абсолютного сальдо об'єкта можна отримати інакше, через нововведений показник, якому дамо назву «*позарівневий абсолютний приріст (скорочення) ознаки*», або *позарівневе абсолютне сальдо об'єкта*, що визначається поза будь-якого рівня p , такого що $p = i$ у стані «після» і $p = j$ у стані «до», й обчислюється через значення ознаки, представлені рівняннями (2) систем (1) і (3):

$$\Delta L_{(p)} = L_{(p)1} - L_{(p)0} = \sum_{j=1}^k n_{pj} l_j - \sum_{i=1}^k n_{ip} l_i. \quad (7)$$

Через перевищення на $\Delta L_{<p>}$ одиниць спільного значення ознаки, вимірюваної на будь-якому відповідному рівні в N_{Bp} одиниць об'єкта (вибулих з рівня p) у його стані «після», над значенням ознаки, вимірюваної на будь-якому відповідному рівні в N_{Pp} одиниць об'єкта (прибулих на рівень p) у його стані «до», шукане сальдо буде додатним, у протилежній ситуації – від'ємним. Граничне його значення таке ж саме і становить $\pm Nk$.

На рисунку продемонстровано формування на рівні p (а) та поза ним (б) величин ΔL_p і $\Delta L_{<p>}$ відповідно.

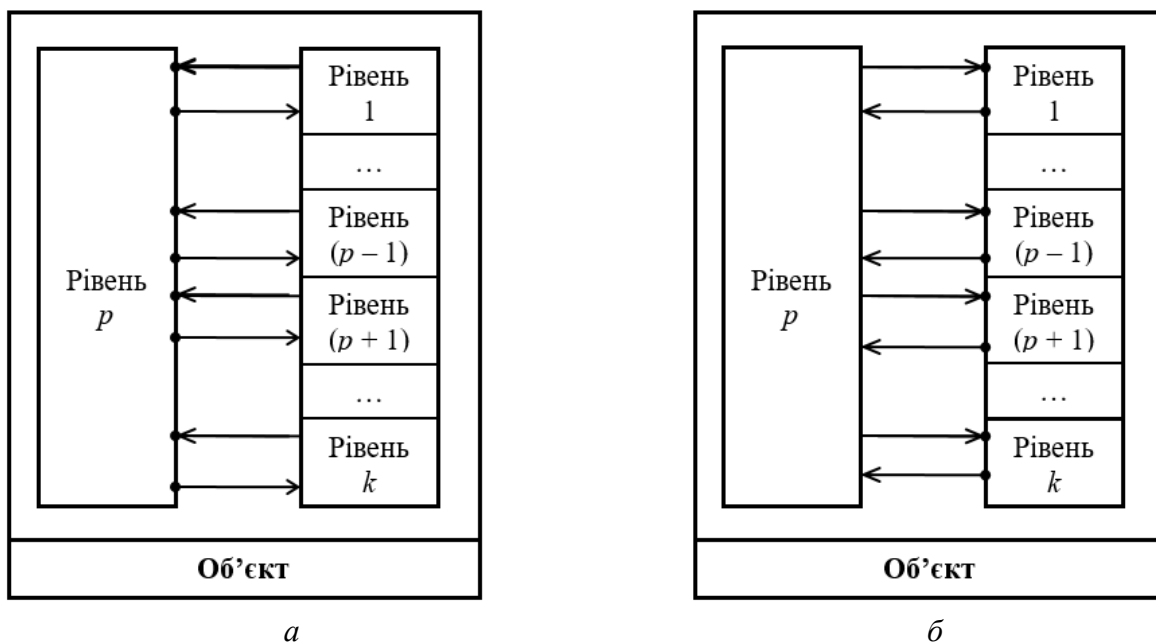


Рис. Схема формування рівневого (а) та позарівневого (б) абсолютного сальдо об'єкта щодо ознаки, вимірюваної в його рухомих одиниць, вибулих із рівня або прибулих на рівень (вимірюваний у них рівень відмічений крапкою на кінці стрілки, яка вказує напрям руху)

Загальне абсолютне сальдо об'єкта можна виразити через значення $\Delta L_{(p)}$ поза p -рівневого абсолютного сальдо:

$$\Delta L = \sum_{p=1}^k \Delta L_{(p)} = L_1 - L_0. \quad (8)$$

На відміну від абсолютного рівневого (позарівневого) сальдо об'єкта, в обчисленні якого беруть участь сукупні значення ознаки, вимірюваної в обох станах у його одиниць, представлених на тому ж самому опорному рівні (поза ним), абсолютний показник координатності рівневої структури об'єкта характеризує на скільки відрізняється сукупне значення ознаки, вимірюване в його одиниць на тому чи іншому рівні p (поза ним), від сукупного значення ознаки, вимірюваного в його одиниць на будь-якому іншому рівні m (поза ним),

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

однак обидві порівнювані між собою величини представляють той же самий стан об'єкта, «до» ($s = 0$) або «після» ($s = 1$), в рівневих і в позарівневих значеннях ознаки відповідно:

$$\Delta L_{\langle p \rangle s} = L_{ps} - L_{ms} = N_{ps}l_p - N_{ms}l_m; \tag{9}$$

$$\Delta L_{\langle p \rangle s} = L_{\langle p \rangle s} - L_{\langle m \rangle s} = \begin{cases} \sum_{i=1}^k (n_{ip} - n_{im})l_i, & \text{якщо } s = 0, \\ \sum_{j=1}^k (n_{pj} - n_{mj})l_j, & \text{якщо } s = 1. \end{cases} \tag{10}$$

Граничні значення даних показників такі ж самі – $\pm Nk$.

Тепер розглянемо відносні показники в агрегатній формі.

Агрегований коефіцієнт рівневої структури об'єкта у його стані «до» (Ω_{i0} і $\Omega_{\langle j \rangle 0}$) і «після» (Ω_{j1} і $\Omega_{\langle i \rangle 1}$):

$$\left\{ \begin{aligned} \Omega_{i0} &= \frac{L_{i0}}{L_0} = \frac{L_{i0}}{\sum_{i=1}^k L_{i0}} = \frac{N_{i0}l_i}{\sum_{i=1}^k N_{i0}l_i} = \frac{\sum_{j=1}^k n_{ij}l_i}{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k n_{ij}l_i}, & (1) \\ \Omega_{\langle j \rangle 0} &= \frac{L_{\langle j \rangle 0}}{L_0} = \frac{L_{\langle j \rangle 0}}{\sum_{j=1}^k L_{\langle j \rangle 0}} = \frac{\sum_{i=1}^k n_{ij}l_i}{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^k n_{ij}l_i}; & (2) \end{aligned} \right. \tag{11}$$

$$\left\{ \begin{aligned} \Omega_{j1} &= \frac{L_{j1}}{L_1} = \frac{L_{j1}}{\sum_{j=1}^k L_{j1}} = \frac{N_{j1}l_j}{\sum_{j=1}^k N_{j1}l_j} = \frac{\sum_{i=1}^k n_{ij}l_j}{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^k n_{ij}l_j}, & (1) \\ \Omega_{\langle i \rangle 1} &= \frac{L_{\langle i \rangle 1}}{L_1} = \frac{L_{\langle i \rangle 1}}{\sum_{i=1}^k L_{\langle i \rangle 1}} = \frac{\sum_{j=1}^k n_{ij}l_j}{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k n_{ij}l_j}. & (2) \end{aligned} \right. \tag{12}$$

Він набуває значень в межах від 0, якщо відповідний рівень не містить жодної одиниці, до 1, коли всі N одиниць об'єкта вибувають з його i -го рівня або прибувають на його j -й рівень, і характеризує питому вагу спільного значення ознаки, вимірюваної в N_{i0} або N_{j1} одиниць об'єкта в його стані «до» (система рівнянь (11)), й у них же, але у стані об'єкта «після» (система рівнянь (12)), в обсязі загального значенні ознаки, вимірюваної в N одиниць об'єкта в тому ж самому його стані. Відповідно до умови нормування $\sum_i \Omega_{i0} \equiv \sum_j \Omega_{j1} \equiv 1$ і $\sum_i \Omega_{\langle j \rangle 0} \equiv \sum_j \Omega_{\langle i \rangle 1} \equiv 1$.

До відносних агрегованих показників зміни рівневої структури (показники динаміки) належать *рівневі та загальні темп зростання і темп приросту*.

Рівневі темпи зростання визначаються в рівневих та в позарівневих значеннях ознаки як співвідношення значення одного з агрегатів L_{p1} і $L_{\langle p \rangle 1}$, представлених у стані об'єкта «після» на рівні p та поза ним відповідно (див. вирази (1) і (2) системи рівнянь (2)), та значення відповідного агрегату L_{p0} і $L_{\langle p \rangle 0}$, представленого у стані об'єкта «до» (див. вирази (1) і (2) системи рівнянь (1)):

$$T_{zp} = L_{p1} : L_{p0} = N_{p1}l_p : N_{p0}l_p = N_{p1} : N_{p0}, \tag{13}$$

$$T_{z\langle p \rangle} = L_{\langle p \rangle 1} : L_{\langle p \rangle 0} = \sum_{j=1}^k n_{pj}l_j : \sum_{i=1}^k n_{ip}l_i. \tag{14}$$

Завдяки скороченню величини l_p в чисельнику та знаменнику дробу (13), значення даного показника є тим же самим, що й значення темпів зростання T_{zp} рівневої чисельності одиниць об'єкта. З тієї ж самої причини можна говорити про повну аналогію агрегованого та неагрегованого рівневих темпів приросту, виражених в рівневих значеннях ознаки як співвідношення значення ΔL_p рівневого абсолютного сальдо об'єкта, визначеного відповідно до формули (5), та сукупного значення L_{p0} ознаки, вимірюваного в одиниць об'єкта на рівні p у стані «до» (див. вираз (1) системи рівнянь (1)):

$$T_{np} (\%) = \Delta L_p : L_{p0} \cdot 100 = \Delta N_p : N_{p0} \cdot 100, \tag{15}$$

що не властиво для його позарівневого аналога, який визначається як співвідношення значення $\Delta L_{\langle p \rangle}$ рівневого абсолютного сальдо об'єкта, обчисленого відповідно до формули (7) та сукупного значення $L_{\langle p \rangle 0}$ ознаки, вимірюваного в одиниць об'єкта поза рівня p у стані «до» (див. вираз (2) системи рівнянь (1)):

$$T_{n\langle p \rangle} = \Delta L_{\langle p \rangle} : L_{\langle p \rangle 0} = (L_{\langle p \rangle 1} - L_{\langle p \rangle 0}) : L_{\langle p \rangle 0} \equiv (\sum_{j=1}^k n_{pj}l_j - \sum_{i=1}^k n_{ip}l_i) : \sum_{i=1}^k n_{ip}l_i \tag{16}$$

Щодо загальних показників, вони визначаються в наступний спосіб:

$$T_3 = L_1 : L_0 \quad (17)$$

$$i \quad T_{\Pi} = \Delta L : L_0 \cdot 100, \quad (18)$$

де T_3 – темп зростання – співвідношення зведених агрегатів L_1 і L_0 , що представляють сукупне значення ознаки, вимірюване в усіх одиниць об'єкта у станах «після» і «до» відповідно; T_{Π} – темп приросту – співвідношення значення ΔL загального абсолютного сальдо об'єкта, визначеного в один із способів (6) або (8), та сукупного значення L_0 ознаки, вимірюваного у всіх одиниць об'єкта у стані «до» (див. відповідні вирази (1) і (2) системи рівнянь (3)):

Ці відносні показники характеризують зміни, що відбуваються з сукупним значенням ознаки, вимірюваної в одиниць об'єкта на опорному рівні або поза ним (рівневі показники), а також у всіх одиниць об'єкта на будь-якому рівні або поза ним (загальні показники), у стані об'єкта «після» в порівнянні зі станом «до»: у скільки разів (темп зростання) або на скільки процентів (темп приросту) воно збільшується або зменшується.

Щодо відносних показників координації рівневої структури об'єкта, вони визначаються діленням одна на іншу тих же самих величин, з яких складаються їх абсолютні аналоги, і характеризують у скільки разів одна з них більша або менша за іншу:

$$\hat{C}_{\frac{p}{m}s} = L_{ps} : L_{ms} = (N_{ps} l_p) : (N_{ms} l_m); \quad (19)$$

$$\hat{C}_{\langle \frac{p}{m} \rangle s} = L_{\langle p \rangle s} : L_{\langle m \rangle s} = \begin{cases} \sum_{i=1}^k n_{ip} l_i : \sum_{i=1}^k n_{im} l_i, & \text{якщо } s = 0, \\ \sum_{j=1}^k n_{pj} l_j : \sum_{j=1}^k n_{mj} l_j, & \text{якщо } s = 1. \end{cases} \quad (20)$$

Їх мінімальне значення дорівнює нулю, якщо на рівні, який представлений чисельником коефіцієнта, немає жодної одиниці об'єкта, а на рівні, який представлений знаменником коефіцієнта, спостерігається хоча б одна одиниця. Їх максимальне значення дорівнює $(N - 1)k$, якщо чисельник і знаменник коефіцієнта представлений $(N - 1)$ -ю одиницею об'єкта на k -му рівні й однією одиницею на 1-му рівні відповідно.

Наприкінці розглянемо середні показники рівневої структури об'єкта й її зміни в агрегатній формі (табл.). Усі вони являють собою середнє арифметичне. Сформуємо їх в рівневих і в позарівневих значеннях ознаки, скориставшись виразами (1)-(8), а також відповідними неагрегованими показниками рівневої структури об'єкта та її зміни. Результати розмістимо в таблиці у вигляді відповідних рівнянь з поясненням змісту шуканих показників.

Щодо принципів формування даних показників, сформулюємо їх відповідно до видових категорій останніх, коментуючи їх лише в контексті тих форм, що є визначальними (перші рівності у виразах) для кожної такої категорії. Дані показники можуть бути рівневими та загальними.

Спочатку охарактеризуємо середні показники рівневої структури об'єкта. Той чи інший рівневий показник визначається як частка від ділення таких величин: у чисельнику – абсолютне значення ознаки L_{i0} або L_{j1} , вимірюваної відповідно на рівні i в N_{i0} одиниць об'єкта в стані «до» або на рівні j в N_{j1} його одиниць у стані «після» (у рівневих значеннях ознаки; в табл. 1 ліворуч), крім того, $L_{\langle j \rangle 0}$ або $L_{\langle i \rangle 1}$, вимірюваної на будь-якому рівні відповідно в N_{j1} одиниць об'єкта у стані «до» або в N_{i0} його одиниць у стані «після» (в позарівневих значеннях ознаки; в табл. праворуч); в знаменнику – відповідна рівнева чисельність одиниць об'єкта, - і тоді він являє собою середнє арифметичне рівневе значення ознаки (\bar{L}_{i0} або \bar{L}_{j1} і $\bar{L}_{\langle j \rangle 0}$ або $\bar{L}_{\langle i \rangle 1}$), вимірюваної у одиниць об'єкта в одному з його станів. Загальні показники \bar{L}_0 і \bar{L}_1 теж обчислюються як середнє арифметичне: діленням значень ознаки L_0 і L_1 , вимірюваної у N одиниць об'єкта на будь-якому рівні в стані «до» або у стані «після» відповідно (в таблиці: ліворуч – у рівневих значеннях ознаки; праворуч – у позарівневих значеннях ознаки), на загальну чисельність (N) одиниць об'єкта.

Таблиця

Середні показники рівневої структури об'єкта й її зміни

№ з/п	Формула	Назва / характеристика: спільне значення ознаки, вимірюваної ... / приклад		Формула
		У рівневих значеннях ознаки (1)		
1. Рівневої структури				
<i>Рівневі (i = 1, 2, ..., k; j = 1, 2, ..., k)</i>				
Середнє значення ознаки, вимірюваної в одиниць об'єкта у стані «до»				
1.1.1.	$\bar{L}_{i0} = \frac{L_{i0}}{N_{i0}} = l_i$ (1) (21)	... на рівні i в N _{i0} одиниць об'єкта в стані «до», що рівною мірою припадає на кожну з них	... на будь-якому відповідному рівні в N _{j1} одиниць об'єкта в стані «до», що рівною мірою припадає на кожну з них	$\bar{L}_{(j)0} = \frac{L_{(j)0}}{N_{j1}}$ (2) (21)
Середнє значення ознаки, вимірюваної в одиниць об'єкта у стані «після»				
1.1.2.	$\bar{L}_{j1} = \frac{L_{j1}}{N_{j1}} = l_j$ (1) (22)	... на рівні j в N _{j1} одиниць об'єкта в стані «після», що рівною мірою припадає на кожну з них	... на будь-якому відповідному рівні в N _{i0} одиниць об'єкта в стані «після», що рівною мірою припадає на кожну з них	$\bar{L}_{(i)1} = \frac{L_{(i)1}}{N_{i0}}$ (2) (22)
<i>Загальні (i = 1, 2, ..., k; j = 1, 2, ..., k)</i>				
Середнє значення ознаки, вимірюваної в одиниць об'єкта в стані «до»				
1.2.1.	$\bar{L}_0 = \frac{L_0}{N}$ (1) (23)	... на будь-якому відповідному рівні в N одиниць об'єкта в стані «до», що рівною мірою припадає на кожну з них		$\bar{L}_0 = \frac{L_0}{N}$ (2) (23)
Середнє значення ознаки, вимірюваної в одиниць об'єкта у стані «після»				
1.2.2.	$\bar{L}_1 = \frac{L_1}{N}$ (1) (24)	... на будь-якому відповідному рівні в N одиниць об'єкта в стані «після», що рівною мірою припадає на кожну з них		$\bar{L}_1 = \frac{L_1}{N}$ (2) (24)
Зміни рівневої структури, рівневі (p = 1, 2, ..., k; i = 1, 2, ..., k; j = 1, 2, ..., k)				
Середні втрати або поповнення об'єкта щодо ознаки, вимірюваної в його одиниць				
2.	$\bar{\Delta L}_p = \frac{\Delta L_p}{ \Delta N_p }$ (25)	... розмір втрат (поповнення) об'єкта щодо ознаки, вимірюваної у його одиниць на рівні p у стані «після» в порівнянні зі станом «до», який рівною мірою припадає на кожну одиницю зміни чисельності останніх	... розмір втрат (поповнення) об'єкта щодо ознаки, вимірюваної у його одиниць поза рівня p у стані «після» в порівнянні зі станом «до», який рівною мірою припадає на кожну одиницю зміни чисельності останніх	$\bar{\Delta L}_{(p)} = \frac{\Delta L_{(p)}}{ \Delta N_{(p)} }$ (26)

Щодо значень середніх рівневих показників, виражених у рівневих значеннях ознаки, безумовно, кожне з них, незалежно від стану об'єкта, збігається зі значенням самого рівня. Ті показники, які представляють одиниці об'єкта поза опорного рівня, набувають таких значень, що можуть коливатися в межах від мінімального до максимального рівневого значення ознаки, вимірюваної у цих одиниць. Діапазон значень середніх загальних показників такий самий, що й в останньому випадку, незалежно від способу їх обчислення.

Тепер охарактеризуємо середній показник зміни рівневої структури об'єкта. Він єдиний і визначається діленням значення рівневого абсолютного сальдо об'єкта, вираженого відповідно до рівнянь (5) і (7) в p -рівневих або в поза p -рівневих значеннях ознаки, на абсолютне значення приросту чисельності одиниць об'єкта відповідно на опорному рівні p або поза ним, і тоді він характеризується як середні втрати (поповнення) об'єкта щодо ознаки, вимірюваної у цих його одиниць. Якщо цей показник виражений в p -рівневих значеннях ознаки, то, безумовно, втрата кожної одиниці (поповнення кожною одиницею) об'єкта на тому чи іншому опорному рівні p призводить теж до втрат (поповнення) об'єкта, причому таких, що в середньому дорівнюють значенню ознаки, вимірюваної у цієї одиниці на рівні p . Така особливість не властива для його поза p -рівневого аналога, тому що поза опорного рівня p зміна чисельності одиниць об'єкта та зміна сукупного значення вимірюваної в них ознаки не завжди відбуваються в один і той же самий бік, у бік втрат чи в бік поповнення. Насамперед, характер зміни, що висвітлюється шуканим показником і осередненою величиною, має залишатися тим же самим, а тому знаменник в обох виразах (25) і (26) обов'язково представляється як модуль числа. Щодо абсолютної величини поза p -рівневого показника, вона може набувати будь-якого скінченного значення.

Відповідні один одному середні показники рівневої структури об'єкта, як рівневі, так і загальні, можна порівнювати між собою, тим самим визначаючи або абсолютний приріст, або темпи зростання (приросту) середнього значення ознаки, представленого на опорному рівні p або поза ним (рівневі показники), а також на будь-якому рівні або поза будь-якого рівня (загальні показники). Спосіб їх обчислення аналогічний. Враховуючи згадану раніше особливість середніх рівневих показників, виражених в обох станах об'єкта в p -рівневих значеннях ознаки, можна стверджувати, що абсолютний та відносний приріст середнього p -рівневого значення ознаки завжди дорівнює нулю, чого не можна сказати про їх позарівневі аналоги, від'ємні та додатні значення яких свідчать відповідно про скорочення та про збільшення сукупного значення ознаки, вимірюваної у одиниць об'єкта поза рівня p у стані «після» в порівнянні зі станом «до», такого що рівною мірою припадає на кожну з цих одиниць. Якщо приріст дорівнює нулю, це означає, що внаслідок міжрівневого заміщення одиниць об'єкта поза рівня p скорочення або збільшення їх чисельності призводить до пропорційного скорочення або збільшення сукупного значення ознаки відповідно. Якщо зміни чисельності одиниць об'єкта поза рівня p не відбувається, то приріст сукупного значення ознаки в жодному випадку не дорівнює нулю, що автоматично дає певне ненульове значення приросту середнього показника.

Висновки відповідно до статті. Завдяки моделі міжрівневого балансу, синтезованій раніше в агрегатній формі, вдалося сформулювати категорію агрегованих показників рівневої структури об'єкта, її зміни та координації. Вони разом з показниками структури, інтенсивності та координації руху, а також балансними показниками пересування, які є предметом подальшого розв'язання даної проблеми, забезпечують всебічну оцінку наслідків і ефективності керуючого впливу на структурований об'єкт. Використання подібних показників може бути корисним в будь-якій галузі знань при розв'язанні широкого кола задач, наприклад, в оцінці ефективності процесів в інформаційних системах зі структурованим середовищем зберігання, обробки та передачі даних, в аналізі ресурсних витрат для забезпечення експлуатаційної надійності технічних пристроїв тощо.

Список використаних джерел

1. Терехов Л. Л. Экономико-математические методы. Москва: Статистика, 1968. 360 с.
2. Статистика: підручник / за наук. ред. д-ра екон. наук С. С. Герасименка. 2-ге вид., перероб. і доп. Київ: КНЕУ, 2000. 467 с.
3. Вашків П. Г., Пастер П. І., Сторожук В. П., Ткач Є. І. Теорія статистики: навчальний посібник. Київ: Либідь, 2001. 320 с.
4. Захожай В. Б., Попов І. І. Статистика: підручник для студ. вищ. навч. закл. Київ: МАУП, 2006. 536 с.
5. Орлов А. И. Прикладная статистика: учебник. Москва: Экзамен, 2006. 671 с.
6. Шмойлова Р. А., Минашкин В. Г., Садовникова Н. А., Шувалова Е. Б. Теория статистики: учебник / под ред. Р. А. Шмойловой. 5-е изд. Москва: Финансы и статистика, 2007. 656 с.
7. Ткач Є. І., Сторожук В. П. Загальна теорія статистики: підручник для студ. вищ. навч. закл. 3-тє вид. Київ: Центр учбової літератури, 2009. 442 с.
8. Ковалевський Г. В. Статистика: учебник. Харків: ХНАГХ, 2012. 445 с.
9. Логунова Н. А. Статистика II: підручник. Київ: Кондор-Видавництво, 2015. 340 с.
10. Дубягін О. Б. Модель міжрівневого балансу: агрегатна форма. *Технічні науки та технології*: науковий журнал. 2018. № 3 (13). С. 96–104.

References

1. Terekhov, L. L. (1968). *Ekonomiko-matematicheskie metody [Economic and mathematical methods]*. Moscow: Statistika [in Russian].
2. Herasymenko, S. S. (Ed.). (2000). *Statystyka [Statistics]*. Kyiv: KNEU [in Ukrainian].
3. Vashkiv, P. H., Paster, P. I., Storozhuk, V. P., Tkach, Ye. I. (2001). *Teoriia statystyky [Statistics Theory]*. Kiev: Lybid [in Ukrainian].
4. Zakhozhai, V. B., Popov, I. I. (2006). *Statystyka [Statistics]*. Kyiv: MAUP [in Ukrainian].
5. Orlov, A. Y. (2006). *Prykladnaia statystyka [Applied statistics]*. Moscow: Ekzamen [in Russian].
6. Shmoilova, R. A. (Ed.). (2007). *Teoriia statistiki [Theory of Statistics]*. Moscow: Finansy i statistika [in Russian].
7. Tkach, Ye. I., Storozhuk, V. P. (2009). *Zahalna teoriia statystyky [General theory of statistics]*. Kyiv: Tsentru uchbovoi literatury [in Ukrainian].
8. Kovalevskii, G. V. (2012). *Statistika [Statistics]*. Kharkiv: KhNAGKh [in Ukrainian].
9. Lohunova, N. A. (2015). *Statystyka II [Statistics II]*. Kyiv: Kondor-Vydavnytstvo [in Ukrainian].
10. Dubyahin, O. B. (2018). *Model mizhrivnevoho balansu: ahrehatna forma [Inter-level balance model: aggregate form]*. Chernihiv: ChNTU [in Ukrainian].

UDC 311+512

*Alexander Dubyagin, Volodymyr Guryev, Irina Firsova***INTER-LEVEL BALANCE: INDICATORS OF THE OBJECT'S LEVEL STRUCTURE, ITS CHANGES AND COORDINATION – THE AGGREGATE FORM**

Urgency of the research. Indicators of the object's level structure, its changes and coordination, as one of the specific categories of the inter-level balance's indicators, provide a comprehensive quantitative assessment of the managed object's structure, its structural shifts, losses and replenishment based on the attribute measured in its units in the ratio scale.

Target setting. The corresponding inter-level balance indicators, presented previously through the unweighted (non-aggregated) components of the latter, do not represent a possible assessment.

Actual scientific researches and issues analysis. The calculation of non-aggregated indicators of the object's level structure, its changes and coordination is carried out through the values of the number of movable and immovable object units.

Uninvestigated parts of general matters defining. Evaluation of the effects of a control action on a structured object that is performed in the values of the measured attribute and is explained by the inter-level movement of units of this object.

The research objective. To formulate the indicators of the object's level structure, its changes and coordination in the system of inter-level balance's indices by formulating rules for calculating them in aggregate form.

The statement of basic materials. The aggregate form of the inter-level balance model is based on such components of the balance as level replenishment (losses) of the object, which explains the effects of the control action on the object at different levels of their systematization in the model. The result of such systematization is the system of aggregated balance indicators, among which the level structure of the object, its changes and coordination determine the level structure, evaluate the structural shifts and compare the components of the level structure of the object through the aggregate values of the attribute measured at its units at one level or another. The investigated indicators are formulated as absolute, relative and average values.

Conclusions. *The proposed inter-level balance's indicators are important for assessing the impact and effectiveness of the control effect on a structured object.*

Keywords: *aggregated components; managed object; inter-level balance; dynamics and coordination indicators; level structure.*

Table: 1. Fig.: 1. References: 10.

Дубягін Олександр Борисович – кандидат технічних наук, доцент, м. Чернігів, Україна.

Dubyagin Alexander – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Chernihiv, Ukraine.

E-mail: aleksandrduyagin@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9512-242X>

ResearcherID: G-9774-2014

Гур'єв Володимир Іванович – кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри кібербезпеки та математичного моделювання, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14035, Україна).

Guryev Volodymyr – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Professor of CyberSecurity and Mathematical Simulation Department, Chernigov National University of Technology (95 Shevchenko str., 14035 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: guryev54@ukr.net

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9507-5408>

ResearcherID: G-9807-2016

Фірсова Ірина Валеріївна – старший викладач кафедри інформаційних та комп'ютерних систем, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14035, Україна).

Firsova Irina – Senior Lecturer of Information and Computer Systems Department, Chernigov National University of Technology (95 Shevchenko str., 14035 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: I.firsova@ukr.net

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1126-1516>

ResearcherID: R-4243-2016