http://ukrstat.org/uk/norm_doc/2007/276/276_2007.htm
19. Методологічні положення щодо виявлення нетипових підприємств у вибірковому структурному обстеженні малих підприємств від 27.07.2007 р. № 278 [Електронний ресурс]. – Режим доступу :
http://ukrstat.org/uk/norm_doc/2007/278/278_2007.htm
20. Методика формування вибіркової сукупності звітних одиниць у структурному обстеженні малих підприємств від 29.12.2010 р. № 536 [Електронний ресурс]. – Режим доступу :
http://ukrstat.org/uk/metod_polog/metod_doc/2010/536/536.htm
21. Методологічні положення щодо підготовки звітів з якості даних річного вибіркового структурного обстеження малих підприємств від 29.12.2010 р. № 537 [Електронний ресурс]. – Режим доступу :
http://ukrstat.org/uk/metod_polog/metod_doc/2010/537/metod.htm

УДК 311.21:331.31

Г. І. Терещенко,
кандидат економічних наук,
старший науковий співробітник,
Інститут демографії та соціальних досліджень
імені М. В. Птухи НАН України

Оцінка результатів калібрації статистичних ваг обстеження підприємств із питань статистики праці

Розглянуто результати застосування процедури калібрації для забезпечення узгодженості оцінок основних показників обстеження підприємств із питань статистики праці для регіонального рівня та рівня адміністративно-територіальних одиниць. Показано, що коригування систем статистичних ваг дозволяє розв'язати завдання узгодження оцінок показників, але може призводити до погіршення якості системи ваг та, як наслідок, до погіршення надійності оцінок показників. Зроблено висновок про необхідність ретельного контролю результатів калібрації.

Ключові слова: *калібрація, статистичні ваги, оцінювання показників, якість статистичних ваг.*

Поширення результатів державних вибіркових обстежень на генеральну сукупність на основі спеціально розрахованої системи статистичних ваг є одним із найважливіших етапів оцінювання показників [1–3]. Узгодження результатів обстеження з надійною зовнішньою інформацією, оцінками показників для різних рівнів агрегації, розрахованими з використанням різних систем ваг, здійснюється за допомогою процедури калібрації – коригування статистичних ваг шляхом забезпечення відповідності оцінок показників установленим вимогам за умови мінімізації відхилень ваг після калібрації від ваг дизайну [3–7].

Як свідчать результати досліджень, протягом останніх 15-ти років калібрація стала невід'ємною процедурою розрахунку систем статистичних ваг для оцінювання показників за результатами державних вибіркових обстежень у розвинених країнах світу. Деякі національні статистичні агентства розробляють власне програмне забезпечення, призначене для розрахунку ваг, як правило, відкаліброваних на основі зовнішньої інформації з адміністративних реєстрів та інших джерел надійних даних (так, пакет програм GES розроблений Національною статистичною агенцією Канади, CLAN97 – Державною статистичною агенцією Швеції, Bascula 4.0 – Бюро статистики Нідерландів, g-Calib – Бюро статистики Бельгії) [6].

Водночас слід зазначити, що у більшості випадків калібрація збільшує дисперсію статистичних ваг і, відповідно, дещо погіршує надійність оцінювання показників за результатами вибіркових обстежень. Це зумовлює необхідність приділення уваги питанням контролю якості результатів калібрації та підбору даних, що використовуються при калібрації [3]. Калібрація також може підвищувати якість результатів обстежень шляхом зменшення впливу окремих невибіркових похибок (охоплення, невідповідей, викидних значень (outliers) та ін.), покращання порівнянності та узгодженості даних.

Метою статті є визначення впливу процедури калібрації системи статистичних ваг обстеження підприємств із питань статистики праці на якість статистичних ваг та надійність оцінювання показників за результатами обстеження. У статті розглядаються постановка задачі калібрації статистичних ваг державного обстеження підприємств із питань статистики праці (далі – ОПСП), результати реалізації відповідної процедури та її вплив на якість системи ваг. У зазначеному обстеженні процедура калібрації використовується для забезпечення узгодженості оцінок основних показників для регіонального рівня та рівня адміністративно-територіальних одиниць.

Обстеження підприємств із питань статистики праці є основним джерелом інформації щодо оплати праці та інших аспектів соціально-трудових відносин, зокрема динаміки кількості найманих працівників та руху кадрів, використання робочого часу, рівня неповної зайнятості, обсягів і структури фонду оплати праці, розподілу працівників за розмірами заробітної плати тощо. Обстеженням охоплюються підприємства, установи, організації та їхні відокремлені підрозділи з кількістю на-

© Г. І. Терещенко, 2011

йманих працівників 10 і більше осіб. В Україні, починаючи з 2010 року, ОПСП організовано на основі комбінованого підходу, за яким підприємства з кількістю працівників 50 і більше осіб обстежуються на суцільній основі, а суб'єкти господарювання з кількістю працівників від 10 до 49 осіб включно – з використанням вибіркового методу. Підприємства, що обстежуються на суцільній основі, надають відомості протягом усього терміну проведення ОПСП. Сукупність підприємств, що обстежуються за вибірковим методом, формується з використанням стратифікованого випадкового відбору. При формуванні вибірки з її основи з застосуванням процедури стратифікованого систематичного відбору відбирається встановлена кількість підприємств, які представляють усі регіони України та види економічної діяльності й обстежуються протягом двох років. Обсяг вибірки для щомісячного обстеження ($n^{(I)}$) становить близько 10 тис. підприємств, або майже 10% генеральної сукупності. За схемою ротації щороку оновлюється 50% вибіркової сукупності підприємств [7].

Комбінований підхід забезпечує надійне оцінювання показників ОПСП на національному та регіональному рівнях за секціями та підсекціями Класифікації видів економічної діяльності. Водночас дизайн вибірки обстеження побудовано так, щоб забезпечити надійне оцінювання основних показників (зокрема "Кількість штатних працівників" та "Середня заробітна плата штатних працівників") за адміністративно-територіальними одиницями (міста республіканського та обласного значення, райони). Для цього після формування основної вибірки здійснюється перевірка обсягів сукупності для ОПСП (включаючи підприємства з кількістю працівників 50 і більше) за адміністративно-територіальними одиницями. За тими адміністративно-територіальними одиницями, де обсяг сукупності підприємств для обстеження є меншим, ніж встановлений мінімальний обсяг (що визначається на основі експертних оцінок з урахуванням якості оцінювання показників), відбираються додаткові підприємства з кількістю працюючих 10–49 осіб (додаткова вибірка) у такий спосіб, щоб забезпечити за цими одиницями загальний обсяг сукупності обстежуваних підприємств не менший, ніж мінімальний. З використанням додаткової вибірки обсяг вибіркової сукупності підприємств, за результатами обстеження яких оцінюються показники для адміністративно-територіальних одиниць ($n^{(II)}$), збільшується приблизно на 5%, тобто загальний обсяг вибіркової сукупності підприємств $n = n^{(I)} + n^{(II)}$.

За результатами ОПСП розраховуються оцінки показників ринку праці, що характеризують генеральну сукупність. Оцінювання показників передбачає розрахунок системи статистичних ваг обстежених підприємств та власне розрахунок показників на основі стандартних оціночних функцій, мікроданих обстеження та зазначеної системи статистичних ваг.

З огляду на особливості побудови дизайну вибірки для проведення ОПСП – побудову основної вибірки для оцінювання показників за видами економічної діяльності й регіонами та додаткової вибірки для оцінювання показників за адміністративно-територіальними одиницями – формуються дві незалежні системи статистичних ваг. Для оцінювання показників за видами економічної діяльності та регіонами використовується система статистичних ваг $w^{(I)}$ та система статистичних ваг $w^{(II)}$ – для оцінювання показників за адміністративно-територіальними одиницями.

При побудові зазначених систем ваг кінцева вага i-го підприємства розраховується як добуток базової ваги підприємства та певних вагових коефіцієнтів за формулою:

$$w_{Ki} = w_{Bi} \cdot k_{1i} \cdot k_{2i} \cdot \ldots \cdot k_{mi}, \qquad (1)$$

де w_{Ki} – кінцева вага i-го підприємства; w_{Bi} – базова вага i-го підприємства; $k_{1i}, k_{2i}, ..., k_{mi}$ – вагові коефіцієнти для коригування системи ваг з метою врахування рівня участі підприємств в обстеженні, встановлених обмежень на систему статистичних ваг тощо, m=1, 2, ..., M , де M – кількість етапів коригування системи ваг.

Оцінки показників у загальному випадку розраховуються безпосередньо за результатами обстеження на основі прямих оціночних функцій [8]:

1) для абсолютних (сумарних) значень показників (зокрема показників "Кількість штатних працівників", "Фонд оплати праці штатних працівників"):

$$\hat{Y}_a = \sum_{i=1}^{n} w_{Ki} y_i, \qquad (2)$$

де $\hat{Y}_a$ – оцінка абсолютного значення показника; y_i – значення певної ознаки Y по i-му підприємству;

2) для відносних значень показників (зокрема показника "Середня заробітна плата штатних працівників"):

$$\hat{Y}_r = \frac{\sum_{i=1}^{n} w_{Ki} y_{1,i}}{\sum_{i=1}^{n} w_{Ki} y_{2,i}},$$

де $\hat{Y}_r$ – оцінка відносного значення показника; $y_{1,i}$, $y_{2,i}$ – значення певних ознак Y_1, Y_2 по i-му підприємству.

Процедура калібрації статистичних ваг підприємств для отримання узагальнених показників за адміністративно-територіальними одиницями здійснюється з метою забезпечення узгодженості на рівні регіонів з оцінками цих самих показників за видами економічної діяльності. Розрахунок

угоджених оцінок показників за адміністративно-територіальними одиницями та видами економічної діяльності здійснюється для квартального обстеження.

Для реалізації процедури калібрації за видами економічної діяльності по регіонах розраховуються оцінки таких показників за період із початку року на основі системи статистичних ваг $w^{(I)}$: середньооблікова кількість штатних працівників, $\hat{Y}_1^{(I)}$; прийнято працівників, $\hat{Y}_2^{(I)}$; вибуло працівників, $\hat{Y}_3^{(I)}$; відпрацьований час, $\hat{Y}_4^{(I)}$; кількість працівників, які перебували у відпустках без збереження заробітної плати (на період припинення виконання робіт), $\hat{Y}_5^{(I)}$; кількість працівників, які з економічних причин працювали у режимі неповного робочого дня (тижня), $\hat{Y}_6^{(I)}$; фонд оплати праці штатних працівників, усього, $\hat{Y}_7^{(I)}$.

За адміністративно-територіальними одиницями формується масив мікроданих, що містить такі змінні:

– індивідуальний код підприємства;

– код регіону, в якому підприємство здійснює діяльність;

– середньооблікова кількість штатних працівників, y_1;

– прийнято працівників, y_2;

– вибуло працівників, y_3;

– відпрацьований час, y_4;

– кількість працівників, які перебували у відпустках без збереження заробітної плати (на період припинення виконання робіт), y_5;

– кількість працівників, які з економічних причин працювали у режимі неповного робочого дня (тижня), y_6;

– фонд оплати праці штатних працівників, усього, y_7;

– вага підприємства з урахуванням рівня участі в обстеженні, $w_{2i}^{(II)}$.

Процедура калібрації статистичних ваг $w_{2i}^{(II)}$ здійснюється шляхом розв'язання задачі мінімізації відхилень калібраційних ваг $w_{Ci}^{(II)}$ від ваг $w_{2i}^{(II)}$ [9–11]:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{n} \dfrac{(w_{Ci}^{(II)} - w_{2i}^{(II)})^2}{w_{2i}^{(II)}} \to \min; \\ \sum_{i=1}^{n} w_{Ci}^{(II)} \cdot y_1 = \hat{Y}_1^{(I)}; \\ \sum_{i=1}^{n} w_{Ci}^{(II)} \cdot y_2 = \hat{Y}_2^{(I)}; \\ \sum_{i=1}^{n} w_{Ci}^{(II)} \cdot y_3 = \hat{Y}_3^{(I)}; \\ \sum_{i=1}^{n} w_{Ci}^{(II)} \cdot y_4 = \hat{Y}_4^{(I)}; \\ \sum_{i=1}^{n} w_{Ci}^{(II)} \cdot y_5 = \hat{Y}_5^{(I)}; \\ \sum_{i=1}^{n} w_{Ci}^{(II)} \cdot y_6 = \hat{Y}_6^{(I)}; \\ \sum_{i=1}^{n} w_{Ci}^{(II)} \cdot y_7 = \hat{Y}_7^{(I)}. \end{cases} \quad (4)$$

Розв'язання задачі (4) здійснюється в автоматичному режимі з використанням пакета g-Calib, що реалізований у середовищі SPSS. За результатами калібрації отримують коефіцієнти для коригування системи статистичних ваг k_{3i} по кожному обстеженому підприємству. При цьому коефіцієнт k_{3i} може набувати значення у широкому діапазоні дійсних чисел, тому необхідно контролювати його максимальні та мінімальні значення. На рис. 1 наведено порівняння систем статистичних ваг до та після калібрації.

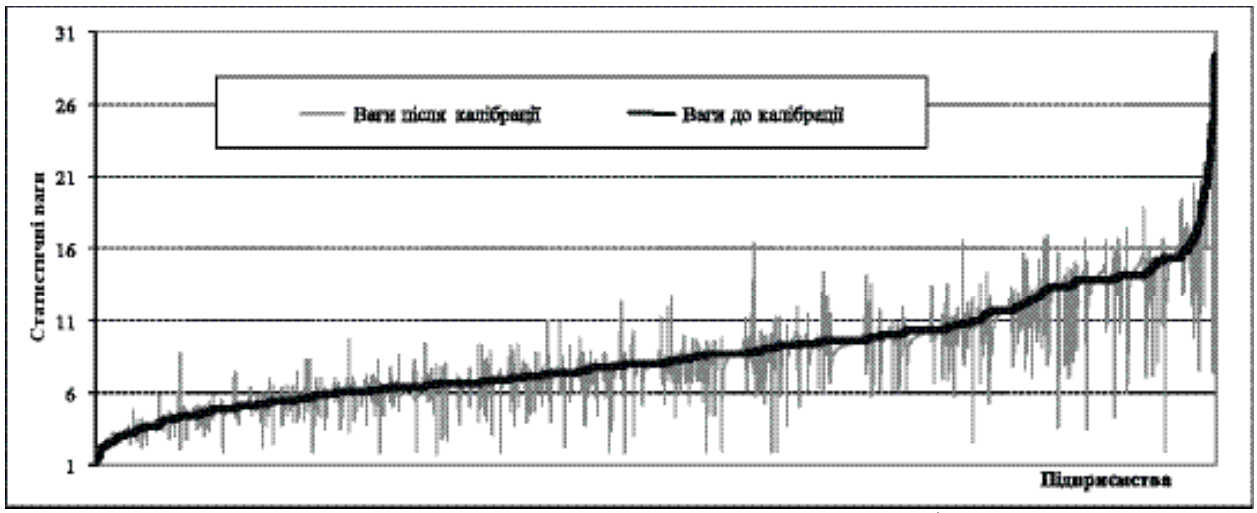

Рис. 1. Порівняння системи ваг в ОПСП до та після калібрації

Як видно з даних, наведених на рис. 1, процедура калібрації дещо змінює статистичні ваги підприємств. Так, для 12% обстежених підприємств після калібрації ваги зменшилися більше ніж на 10%, а для 5% підприємств вони збільшилися на понад 10%. Слід особливо відмітити зменшення мінімальної ваги та збільшення максимальної ваги обстежених підприємств за результатами калібрації. Це призводить до розширення діапазону значень статистичних ваг, а також, як правило, – до збільшення дисперсії статистичних ваг і, як наслідок, – до погіршення їх якості системи ваг, що підтверджується порівнянням характеристик якості системи ваг ОПСП до та після калібрації (табл. 1).

Погіршення якості системи статистичних ваг, у свою чергу, спричинює зниження надійності оцінювання показників. Характеристикою впливу системи ваг на надійність показників є відносне зростання дисперсії вибіркових оцінок, джерелом якого є варіативність ваг по одиницях вибірки k_L [3]. Величина k_L визначає ступінь зростання величини дисперсії вибіркових оцінок показників за рахунок варіативності ваг та розраховується за формулою:

$$k_L = \frac{n\sum_{i=1}^{n}(w_i^{(II)})^2}{(\sum_{i=1}^{n} w_i^{(II)})^2}.$$

Таблиця 1

Зміна характеристик якості системи ваг в ОПСП до та після калібрації

Характеристики	До калібрації	Після калібрації
Середня вага, F	8,76	8,62
Мінімальна вага, $w_{\min}$	1,22	1,12
Максимальна вага, $w_{\max}$	34,67	35,8
Коефіцієнт варіації ваг, $CV(w)$, %	41,75	42,53
$R_1 = \overline{w} / w_{\min}$	7,17	7,73
$R_2 = w_{\max} / \overline{w}$	3,96	4,15
$R_3 = w_{\max} / w_{\min}$	28,36	32,11
Розмах варіації ваг, ΔR	33,44	34,69
Відносне зростання дисперсії вибіркових оцінок, k_L	1,17	1,18

За здійсненими оцінками для досліджуваної ситуації застосування процедури калібрації призвело до збільшення величини коефіцієнта варіації вибіркових оцінок показника "Середньооблікова кількість штатних працівників за січень – червень 2011 р." у середньому на 0,28%. Оцінки зазначеного показника та відповідні коефіцієнти варіації за адміністративно-територіальними одиницями України, що розраховані з використанням системи ваг після калібрації, наведено на рис. 2. Як свідчать представлені дані, для близько 40% адміністративно-територіальних одиниць обчислені коефіцієнти варіації не перевищують 5%, тобто оцінки цього показника є надійними. Для майже 54% адміністративно-територіальних одиниць оцінки є придатними для кількісного аналізу, але їх надійність є недостатньо високою (коефіцієнти варіації знаходяться у межах від 5% до 10%). Для 6% адміністративно-територіальних одиниць коефіцієнти варіації перевищують 10%, тобто оцінки придатні лише для використання з метою проведення якісного аналізу.

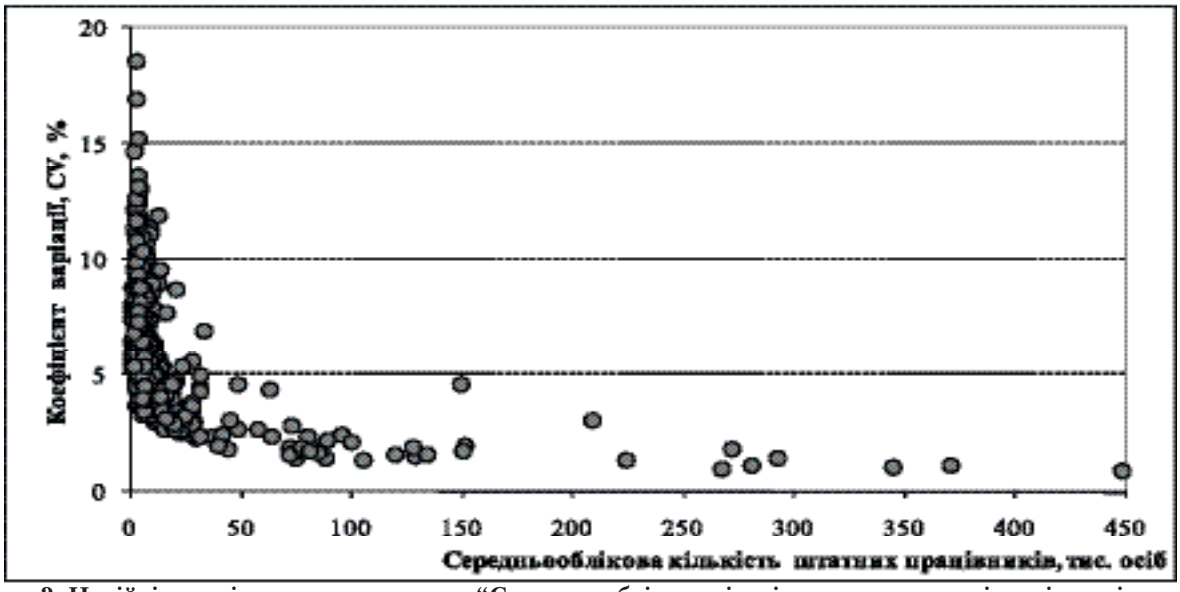

Рис. 2. Надійність оцінювання показника "Середньооблікова кількість штатних працівників за січень – червень 2011 р." за адміністративно-територіальними одиницями України

Розглянутий підхід до узгодження оцінок показників обстеження підприємств із питань статистики праці для регіонального рівня та рівня адміністративно-територіальних одиниць упроваджено в роботу Державного комітету статистики України з січня 2010 р. [11].

Таким чином, за результатами виконаних досліджень сформульовано задачу калібрації для забезпечення узгодження оцінок показників, отриманих на основі двох різних систем статистичних ваг. Процедуру калібрації реалізовано у пакеті g-Calib. Наведено характеристики якості системи статистичних ваг до та після калібрації. За результатами оцінювання показано, що калібрація погіршує якість системи статистичних ваг і відповідно – надійність оцінювання показників. Водночас застосування процедури калібрації статистичних ваг дає можливість розв'язати завдання узгодження оцінок показників для регіонального рівня та рівня адміністративно-територіальних одиниць. В умовах, що розглядаються, застосування процедури калібрації призводить до незначного зростання коефіцієнта варіації показника "Середньооблікова кількість штатних працівників за січень – червень 2011 р.".

Список використаних джерел

1. Smith P. Developments in business survey methodology in the Office for National Statistics, 1994–2000. / Smith P., Pont M., Jones T. // The Statistician. – 2003. – № 52, P. 3. — P. 257—295.
2. Employment, hours, and earnings from the Establishment survey // BLS Handbook of Methods ; Bureau of Labor Statistics. – Chapter 2. – Washington : U.S. Bureau of Labor Statistics, 2004. – 11 p.
3. Саріогло В. Г. Проблеми статистичного зважування вибіркових даних : [моногр.] / Саріогло В. Г. – К. : ІВЦ Держкомстату України, 2005. – 264 с.
4. Deville J.-C. Calibration Estimators in Survey Sampling / J.-C. Deville, C.-E. Särndal // Journal of the American Statistical Association. – 1992. – Vol. 87, № 418. — P. 376–382.
5. Kott P. S. Using calibration weighting to adjust for nonresponse and coverage errors / P. S. Kott // Survey Methodology. – 2006. – № 32. – P. 133–142.
6. Särndal C.-E. The calibration approach in survey theory and practice / C.-E. Särndal // Survey Methodology. – 2007. – № 33. – P. 99–119.
7. Методика формування вибірки для проведення поточних обстежень підприємств з питань статистики праці ; затверджена Наказом Держкомстату від 31.05.2010 р. № 202 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.ukrstat.gov.ua/ – Назва з титул. екрана.
8. Kish L. Survey sampling / Kish L. – New York : Wiley Classics Library Edition Publ., 1995. – 643 p.
9. Методологічні положення з підготовки стандартних звітів щодо якості результатів державних вибіркових обстежень населення (домогосподарств) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.ukrstat.gov.ua/ – Назва з титул. екрана.
10. Кокрен У. Методы выборочного исследования / Кокрен У. – М. : Статистика, 1976. – 440 с.
11. Методика оцінювання показників за результатами поточних обстежень підприємств із питань статистики праці ; затверджена Наказом Держкомстату від 16.03.2011 р. № 64 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.ukrstat.gov.ua/ – Назва з титул. екрана.

Вітаємо з ювілеєм!

Кобзаря

Олександра Костянтиновича,

директора адміністративно-господарського департаменту.

Бажаємо здоров'я, успіхів, натхнення у праці,
радості, добра, сімейного благополуччя.

Рада засновників та редколегія журналу
"Статистика України"