

**Оцінювання дисперсій у вибіркового обстеженні капітальних інвестицій**

Розглянуто проблему оцінювання дисперсії оцінок сумарного обсягу капітальних інвестицій підприємств України. Досліджено застосування реплікаційних методів оцінювання дисперсії (випадкових груп, джекнайф, бутстреп). Проведено їх порівняння з використанням стандартних формул оцінювання дисперсії. Проаналізовані властивості вищевказаних методів за допомогою симуляційного дослідження на основі оцінок Горвіца – Томпсона, за регресією та при оцінюванні за відношенням при стратифікованому відборі.

**Ключові слова:** вибіркоче обстеження, дисперсія, оцінка, реплікаційний метод, метод випадкових груп, джекнайф, бутстреп.

Одним із методів статистичних досліджень є вибірковий, що полягає в аналізі всієї сукупності на основі інформації, отриманої за результатами обстеження її певної частини, яку називають вибіркою. Практика вибірових спостережень досить різноманітна – це обстеження домогосподарств, підприємств, соціальні обстеження. В Україні, як і у всьому світі, вибіркоче обстеження інтенсивно впроваджуються у практику статистичних досліджень, оскільки забезпечують економію матеріальних, трудових, фінансових ресурсів і часу. Оскільки у вибіркового обстеженні досліджується лише частина генеральної сукупності, що не точно відтворює її склад, особливо актуальною для таких обстежень є проблема надійності даних. Виникають похибки оцінювання, тобто оцінки, побудовані за вибіркою, не збігаються з відповідними характеристиками генеральної сукупності. Завдання статистики полягає у зменшенні цих похибок, тобто збільшенні точності оцінок, отриманих на основі даних вибіркового обстеження.

Однією з основних характеристик точності оцінок є їхня дисперсія, що вказує на варіацію, тобто зміну, результатів оцінювання залежно від отриманих даних. Для обчислення дисперсії оцінки потрібно мати дані щодо усієї генеральної сукупності, що неможливо при вибірових обстеженнях. Тому величина дисперсії теж оцінюється за даними вибірки.

Проблеми оцінювання дисперсій розглядають у своїх роботах К. Волтер (K. Wolter), А. Девісон (A. Davison) та Д. Хінклі (D. Hinkley), Ш. Лор (S. Lohr), К.-Е. Сарндаль (Carl-Erik Särndal) та ін. [1–5]. Ці питання, зокрема щодо вибірових обстежень як простого, так і складного дизайну, покращання якості оцінок, широко обговорюються на наукових конференціях і семінарах. Зазначене свідчить про важливість окресленої теми, зацікавленість учених у розробленні точніших методів оцінювання дисперсії та широке застосування теоретичних знань у практичних дослідженнях.

Важливість оцінювання дисперсії (відповідних стандартних похибок) зумовлена насамперед тим, що вона є головним індикатором якості використаної оціночної функції та надійності даних, отри-

маних при обстеженні. Зазначимо, що оціночною функцією (estimator) називатимемо правило, за яким обчислюється оцінка невідомих параметрів сукупності. Тобто оцінка є результатом підстановки конкретних даних в оціночну функцію.

Основою дослідження є державне статистичне обстеження капітальних інвестицій підприємств України, здійснюване на постійній основі з кварталною та річною періодичністю, якому підлягають усі юридичні особи, що освоювали капітальні інвестиції [6]. Метою обстеження капітальних інвестицій є отримання інформації про обсяги освоєних капітальних інвестицій для забезпечення потреб системи національних рахунків, статистики цін, органів державної влади та інших користувачів.

Сукупності підприємств для обстеження капітальних інвестицій формуються за даними Реєстру статистичних одиниць. Це перелік економічно активних підприємств усіх видів економічної діяльності, усіх інституційних секторів економіки, регіонів, організаційно-правових форм господарювання. Вказана сукупність має значний обсяг: у 2010 р. понад 600 тисяч підприємств України потенційно могли освоювати інвестиції. Очевидно, що суцільне обстеження такої сукупності вимагає значних фінансових, трудових та часових затрат, а тому проводиться лише один раз на рік. Проблему отримання кварталних даних розв'язано шляхом застосування вибіркового методу обстеження, при використанні якого і постає завдання оцінювання дисперсій, побудованих за результатами вибіркового обстеження оцінок капітальних інвестицій.

Отже, метою дослідження є огляд існуючих реплікаційних методів оцінювання дисперсій, серед яких: метод випадкових груп (random groups method), джекнайф (jackknife), бутстреп (bootstrap), їх порівняння між собою та з підходом, що базується на застосуванні стандартних формул для обчислення дисперсій, аналіз їх властивостей на основі вибіркового обстеження капітальних інвестицій підприємств України.

Головним завданням дослідження є визначення методу, використання якого дає результати, найближчі до реального значення дисперсії оцінок, отриманих при використанні тієї чи іншої оціночної функції. Серед останніх зазначимо оці-

ночні функції: Горвіца – Томпсона (далі – НТ), за регресією (далі – GREG) та за відношенням (далі – Ratio) сумарного обсягу інвестицій за доменами, якими є розділи Класифікації видів економічної діяльності (далі – КВЕД).

Вибірка в обстеженні капітальних інвестицій будеється на таких засадах: великі та середні за розміром підприємства обстежуються суцільним чином, тобто включаються до вибірки з імовірністю 1; малі підприємства відбираються за допомогою простого випадкового стратифікованого відбору без повернення з використанням розміщення Неймана по стратах. Тому вказані оціночні функції та методи оцінювання стосуються саме стратифікованого відбору. Загальна теорія для вищевказаних оцінок за різних вибірових дизайнів наведена у роботах [2; 3; 7].

**Використання стандартних формул оцінки дисперсії.** Оціночною функцією, що найбільш часто використовується в національних статистичних офісах, є функція Горвіца – Томпсона, яка для поширених вибірових дизайнів набуває простого вигляду. Але у певних випадках, наприклад за наявності додаткової інформації, точніші оцінки можна отримати, застосовуючи до даних певну модель. Такими оцінками, зокрема, є оцінки за регресією та за відношенням [3].

Для всіх трьох оціночних функцій (НТ, GREG, Ratio) при використанні стратифікованого відбору самі оцінки, їх дисперсії та оцінки дисперсій є сумами відповідних показників за стратами.

Оцінка сумарного значення ознаки  $y$ :

$$\hat{t}(y) = \sum_{h=1}^H \hat{t}_h(y), \quad (1)$$

її дисперсія:

$$V(\hat{t}(y)) = \sum_{h=1}^H V(\hat{t}_h(y)) = \sum_{h=1}^H N_h^2 \frac{1-f_h}{n_h} \cdot \frac{1}{N_h-1} s_h^2, \quad (2)$$

оцінка дисперсії:

$$\hat{V}(\hat{t}(y)) = \sum_{h=1}^H \hat{V}(\hat{t}_h(y)) = \sum_{h=1}^H N_h^2 \frac{1-f_h}{n_h} \cdot \frac{1}{n_h-1} \hat{s}_h^2, \quad (3)$$

де  $\hat{t}(y)$  – оцінка сумарного значення ознаки  $y$  за всією сукупністю;  $\hat{t}_h(y)$  – оцінка сумарного значення ознаки  $y$  за стратою  $h$ ,  $h = 1, H$ ;  $H$  – кількість страт при стратифікованому відборі;  $N_h$  і  $n_h$  – кількість елементів генеральної сукупності та вибірки у страті  $h$  відповідно;  $f_h = \frac{n_h}{N_h}$  – частка

вибірки у страті  $h$ ;  $s_h^2$ ,  $\hat{s}_h^2$  та  $\hat{t}_h(y)$  – величини, що залежать від вибору оціночної функції. Наприклад,

– для оціночної функції НТ:

•  $\hat{t}_h(y) = N_h \bar{y}_{s_h}$ , де  $\bar{y}_{s_h}$  – середнє значення ознаки  $y$  за вибіркою зі страти  $h$ ;

•  $s_h^2 = \sum_{k \in U_h} (y_k - \bar{y}_{U_h})^2$ , де  $U_h$  – елементи генеральної сукупності, що належать страті  $h$ ;  $y_k$  – значення досліджуваної ознаки для елемента  $k$  сукуп-

ності;  $\bar{y}_{U_h}$  – середнє значення ознаки  $y$  за елементами генеральної сукупності зі страти  $h$ ;

•  $\hat{s}_h^2 = \sum_{k \in u_h} (y_k - \bar{y}_{u_h})^2$ , де  $u_h$  – елементи вибірки,

що належать страті  $h$ ;  $\bar{y}_{u_h}$  – середнє значення ознаки  $y$  за елементами вибірки зі страти  $h$ ;

– при оцінюванні за регресією:

•  $\hat{t}_h(y) = \sum_{k \in u_h} \left( \frac{N_h}{n_h} (y_k - x_k \hat{b}_h) \right) + \hat{b}_h \sum_{k \in U_h} x_k$ ;

•  $s_h^2 = \sum_{k \in U_h} (y_k - b_h x_k - \overline{(y_k - b_h x_k)}_{U_h})^2$ ;

•  $\hat{s}_h^2 = \sum_{k \in u_h} (y_k - \hat{b}_h x_k - \overline{(y_k - \hat{b}_h x_k)}_{u_h})^2$ ,

де для визначення коефіцієнтів  $b_h$  та їх оцінок  $\hat{b}_h$  використовується наявна додаткова інформація за

ознакою  $x$ :  $b_h = \frac{\sum_{k \in U_h} x_k y_k}{\sum_{k \in U_h} x_k^2}$ ,  $\hat{b}_h = \frac{\sum_{k \in u_h} x_k y_k}{\sum_{k \in u_h} x_k^2}$ ;  $x_k$  – зна-

чення ознаки  $x$  елемента  $k$ ;  $\overline{(y_k - b_h x_k)}_{U_h}$  – середнє значення різниці  $y_k - b_h x_k$  за генеральною сукупністю страти  $h$ ;  $\overline{(y_k - \hat{b}_h x_k)}_{u_h}$  – середнє значення оціненої різниці  $y_k - \hat{b}_h x_k$  за елементами вибірки зі страти  $h$ ;

– при оцінюванні за відношенням:

•  $\hat{t}_h(y) = \sum_{k \in u_h} \hat{b}_h x_k$ ;

•  $s_h^2 = \sum_{k \in U_h} (y_k - b_h x_k)^2$ ;

•  $\hat{s}_h^2 = \sum_{k \in u_h} (y_k - \hat{b}_h x_k)^2$ , де  $b_h = \frac{\sum_{k \in U_h} y_k}{\sum_{k \in U_h} x_k}$ ,  $\hat{b}_h = \frac{\sum_{k \in u_h} y_k}{\sum_{k \in u_h} x_k}$ .

За додаткову інформацію при оцінюванні за регресією та за відношенням взято показник “кількість штатних працівників підприємства”.

**Оцінювання дисперсій за допомогою реплікаційних методів.** Якщо побудова вибірки стає все більш складною, здійснюється в декілька етапів, то стандартні формули для обчислення дисперсій зазвичай відсутні. Також їх неможливо застосувати, коли будова вибірки є простою, але сама оціночна функція складна, наприклад при використанні техніки зважування для корекції невідповідей тощо.

Реплікаційні методи оцінювання дисперсій, будучи одними з альтернативних методів, є надійними та можуть застосовуватися до широкого кола вибірових дизайнів: ступінчастого, стратифікованого, нерівноймовірнісного відбору. Оцінки, побудовані за допомогою реплікаційних методів, відображають вплив коригування невідповідей, постстратифікації тощо. Однак головним недоліком реплікаційних методів є їх обчислювальна складність.

Загальний підхід до побудови оцінок реплікаційними методами є таким: на основі початково отриманої вибірки (будемо називати її початковою вибіркою) конструюється зазвичай велика кількість менших вибірок (підвибірок, реплікацій). За кожною з реплікацій будується оцінка, і саме варіація оцінок за підвибірками використовується для отримання оцінки дисперсії досліджуваної оцінки. На практиці застосовуються декілька методів конструювання реплікацій, серед яких найбільш поширеними є: метод випадкових груп, джекнайф та бутстреп.

1. Метод випадкових груп.

Історично – це один з перших реплікаційних методів, розроблених для оцінювання дисперсії. Він широко розглядається у працях [2–4]. Існує два варіанти методу випадкових груп (далі – ВГ): формування незалежних груп та залежних. За наявності інформації щодо змінної дослідження для всієї генеральної сукупності формують незалежні ВГ як незалежні вибірки з генеральної сукупності.

Оцінка дисперсії  $\hat{V}$  оцінки  $\hat{\theta}$  обчислюється на основі оцінок  $\hat{\theta}_\alpha, \alpha = 1, l$ , отриманих за відібраними випадковими групами:

$$\hat{V}(\hat{\theta}) = \sum_{\alpha=1}^l \frac{(\hat{\theta}_\alpha - \hat{\theta})^2}{l(l-1)}, \quad (4)$$

де оцінка параметра  $\theta$  обчислюється за формулою:

$$\hat{\theta} = \hat{\bar{\theta}} = \sum_{\alpha=1}^l \frac{\hat{\theta}_\alpha}{l}. \quad (5)$$

Але при проведенні вибіркового обстеження відсутня інформація про всю генеральну сукупність, а є лише початкова вибірка. Тому випадкові групи формуються шляхом поділу початкової вибірки на  $l$  груп, що є певним чином взаємозалежними. При використанні стратифікованого відбору кожна випадкова група повинна бути стратифікованою вибіркою з усіх страт.

В умовах реального обстеження, тобто при існуванні інформації щодо змінної оцінювання лише для єдиної сформованої вибірки, будемо оцінювати дисперсію саме таким методом, що називається методом залежних випадкових груп. У цьому випадку перша ВГ отримується відбором  $m_h = \frac{n_h}{k}$  елементів з початкової вибірки розміру  $n_h$  зі страти  $h$ . Друга група розміру  $m_h - z$   $n_h - m_h$  елементів, що залишилися з початкової вибірки і т. д. Якщо в деяких стратах залишилося  $q_h$  елементів, тобто  $n_h = l m_h + q_h$ , то вони можуть не включатися до вибірки чи додаватися у перші  $q_h$  випадкових груп. Випадки більш складних вибіркового дизайнів розглядаються у [4].

Оскільки випадкові групи, відібрані таким чином, є залежними, то оцінка дисперсії за формулою (4) буде зміщеною. У роботі [4] наведена формула

для обчислення незміщеної оцінки дисперсії оцінки Горвіца – Томпсона сумарного значення ознаки при простому випадковому стратифікованому відборі без повернення.

2. Метод джекнайф.

Метод, що розглядається нижче, часто називають delete – 1 jackknife, оскільки у ньому реплікації утворюються шляхом видалення з початкової вибірки одного елемента. Інші варіанти методу джекнайф розглянуто в роботах [2; 3]. Загалом процедура оцінювання за методом delete – 1 jackknife при стратифікованій вибірці реалізується за такими етапами:

- вибираємо з початкової вибірки реплікації, утворені з початкової вибірки видаленням  $i$ -го елемента  $h$ -ї страти, та для кожної реплікації обчислюємо  $\hat{\theta}_{(hi)}$  – оцінку того самого типу, що й оцінка  $\hat{\theta}$ , але на основі вибраної реплікації. Наприклад, для оціночної функції Горвіца – Томпсона при простому випадковому відборі без повернення у кожній страті  $\hat{\theta}_{(hi)} = \hat{\theta}_{-h} + \frac{N_h}{n_h - 1} \sum_{k=1, k \neq i}^{n_h} y_k$ , де  $\hat{\theta}_{-h} = \sum_{k=1, k \neq h}^H \frac{N_k}{n_k} \bar{y}_k$  – оцінка, обчислена для всіх страт, крім  $h$ -ї.

- Обчислюємо незміщену джекнайф-оцінку за формулою:

$$\hat{\theta}_{jack} = \left(1 + \sum_{h=1}^H q_h\right) \hat{\theta} - \sum_{h=1}^H q_h \hat{\theta}_{(\bar{h})}. \quad (6)$$

- Оцінку дисперсії за методом джекнайф при стратифікованій вибірці обчислюємо за формулою:

$$\hat{V}(\hat{\theta}_{jack}) = \sum_{h=1}^H \frac{q_h}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} (\hat{\theta}_{(hi)} - \hat{\theta}_{(\bar{h})})^2, \quad (7)$$

$$\text{де } \hat{\theta}_{(\bar{h})} = \sum_{i=1}^{n_h} \hat{\theta}_{(hi)} / n_h q_h = \frac{(n_h - 1)}{(1 - n_h / N_h)}.$$

3. Метод бутстреп.

Техніка реалізації цього методу передбачає виконання таких дій:

- вибираємо  $l$  бутстреп-вибірок розміром  $n$  шляхом простого випадкового відбору з поверненням із початкової вибірки обсягом  $n$ . Обчислюємо  $\hat{\theta}_\alpha$  – оцінки такого самого виду, що і  $\hat{\theta}$ , але визначені для  $\alpha$ -ї бутстреп-вибірки,  $\alpha = 1, l$ . У результаті отримуємо  $l$  оцінок.

- Оцінку для дисперсії оцінки  $\hat{\theta}$  методом бутстреп обраховуємо як вибіркочну дисперсію за оцінками  $\hat{\theta}_\alpha$ :

$$\hat{V}(\hat{\theta}) = \frac{1}{l} \sum_{\alpha=1}^l (\hat{\theta}_\alpha - \hat{\theta})^2, \quad (8)$$

де  $\hat{\theta} = \hat{\bar{\theta}} = \frac{1}{l} \sum_{\alpha=1}^l \hat{\theta}_\alpha$  – середнє значення оцінок за бутстреп-вибірками.

На практиці значення  $l$  зазвичай беруть достатньо великим. При використанні стратифікованого

відбору при формуванні початкової вибірки сумарна оцінка дисперсії методом бутстреп є сумою оцінок дисперсії за всіма стратами окремо. Порівнюємо результати застосування реплікаційних методів і стандартних формул для оцінювання дисперсії та визначимо їх доречність щодо обстеження капітальних інвестицій підприємств України. За основу нашого дослідження взята генеральна сукупність для обстеження інвестицій підприємств у 2010 році. Оскільки бажаним результатом є оцінка сумарного обсягу капітальних інвестицій за розділами Класифікації видів економічної діяльності,

то дослідження проведено на прикладі ВЕД “Виробництво готових металевих виробів” (розділ 28 за КВЕД-2005). Надалі сукупність малих підприємств цього виду економічної діяльності будемо називати доменом. Реальне значення сумарного обсягу інвестицій малих підприємств у 2010 році – 156352 тис. грн. (за даними форми № 2-інвестиції “Капітальні інвестиції”).

Оскільки обчислюватимемо оцінки дисперсії за допомогою оціночних функцій HT, GREG та Ratio для оцінювання сумарного обсягу інвестицій, важливо знати їх реальні дисперсії (табл. 1).

Таблиця 1

Дисперсії оцінок HT, GREG та Ratio сумарного обсягу інвестицій малих підприємств ВЕД 28

Оціночна функція	Дисперсія
HT: $\hat{Y}_{HT}$	$V(\hat{Y}_{HT}) = 5488388340 = 548,8 \cdot 10^7$
GREG: $\hat{Y}_{GREG}$	$V(\hat{Y}_{GREG}) = 5468684413 = 546,9 \cdot 10^7$
Ratio: $\hat{Y}_{Ratio}$	$V(\hat{Y}_{Ratio}) = 5477984404 = 547,8 \cdot 10^7$

Бачимо, що оцінка GREG має найменшу дисперсію для цього домену.

Наступним етапом є вибір параметрів для методів випадкових груп (кількість випадкових груп) та бутстреп (кількість бутстреп-вибірок). Оберемо кількість випадкових груп – 5, оскільки найменша кількість елементів у страті – 10, а бутстреп-вибірок вибиратимемо по 100 у кожній симуляції.

Подальший аналіз здійснено за допомогою методу Монте-Карло за такими кроками:

- на основі генеральної сукупності генеруємо  $m$  незалежних вибірок  $S_1, \dots, S_m$  за тими самими правилами відбору, що і початкову вибірку. Зазвичай  $m=1000$ . На основі кожної побудованої вибірки обчислюємо шукану оцінку  $\hat{\theta}_\beta, \beta = 1, m$  параметра  $\theta$  генеральної сукупності. Це може бути як оцінка сумарного, так і оцінка дисперсії оцінки сумарного;

- за кінцеву оцінку приймаємо середнє оцінок  $\hat{\theta}_\beta$  по всіх симуляціях за формулою (5).

Здійснимо обрахунок оцінок дисперсій за допомогою оціночних функцій HT, GREG, Ratio сумарного обсягу капітальних інвестицій реплікаційними методами та з використанням стандартних формул (далі – SE, standart formula) при  $m = 10, 20, \dots, 500$  та порівнюємо обчислені величини з реальними значеннями дисперсій використаних оцінок. Для зменшення розмаху і кращого графічного зображення показуватимемо не оцінки дисперсії  $\hat{V}$ , а оцінку стандартного відхилення  $\hat{\sigma} = \sqrt{\hat{V}}$ . З рис. 1–3 видно, що оцінки дисперсій всіма методами і для всіх оціночних функцій збігаються при збільшенні кількості симуляцій. Це вказує на те, що метод Монте-Карло для нашого випадку працює і його можна застосовувати при дослідженні.

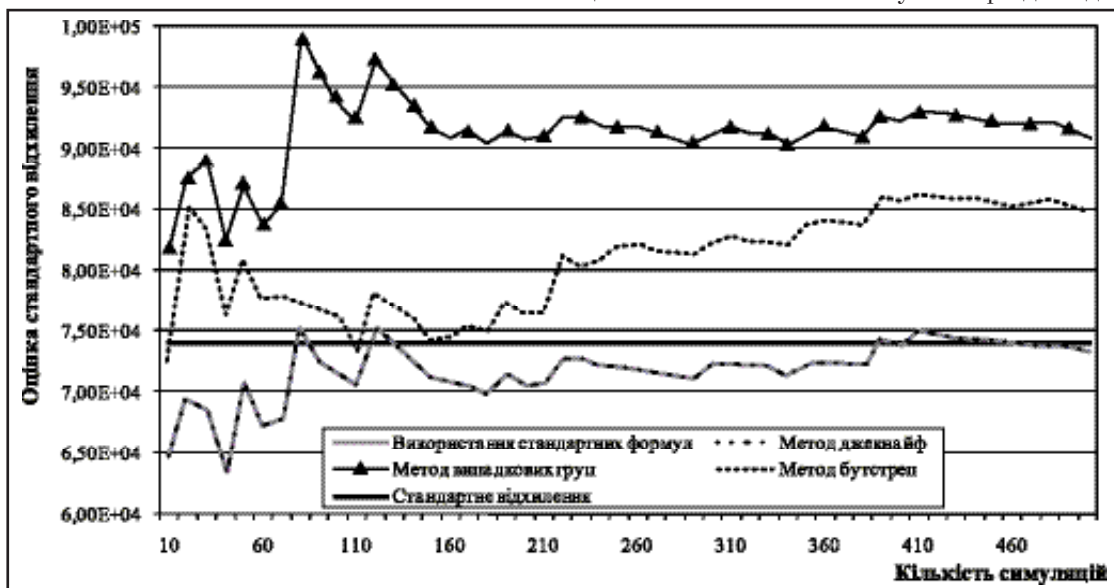


Рис. 1. Оцінки стандартного відхилення за оціночною функцією HT



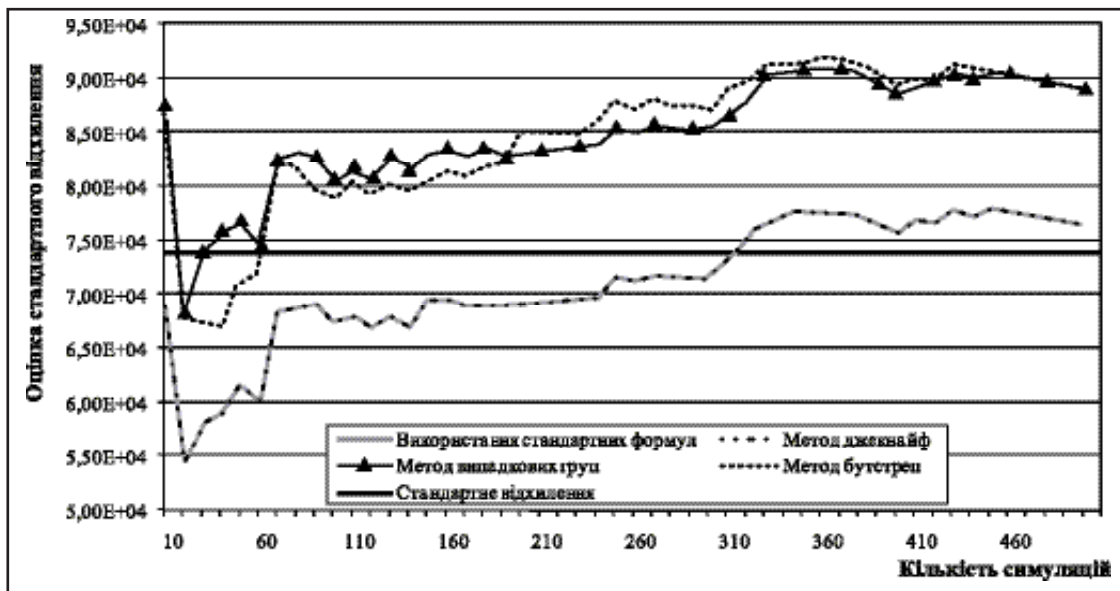


Рис. 2. Оцінки стандартного відхилення за оціночною функцією GREG

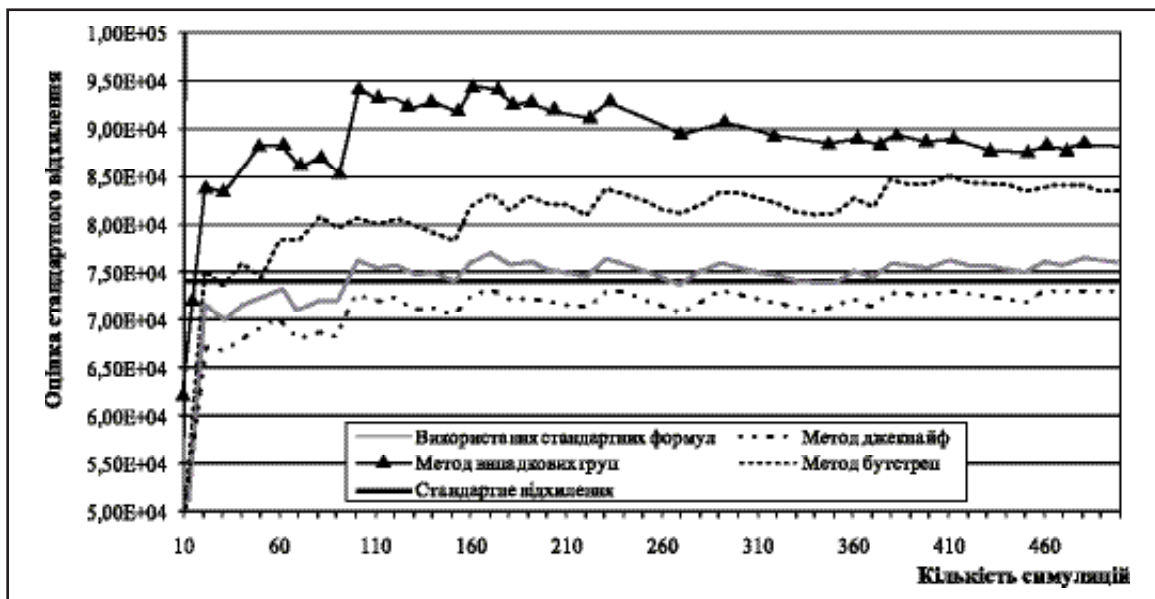


Рис. 3. Оцінки стандартного відхилення за оціночною функцією Ratio

Варто зазначити, що для всіх трьох оцінчих функцій форми кривих за методами SF, випадкових груп, джекнайф і бутстреп є приблизно однаковими, але оцінки за методами бутстреп та випадкових груп зміщені, а саме завищені щодо реальної дисперсії. Тобто довірчі інтервали, побудовані за цими оцінками, будуть занадто широкими та помилково характеризуватимуть точність оцінок за цими методами, якщо за критерій якості оцінки брати належність реального значення до довірчого інтервалу. Вкажемо також, що оцінки, обчислені за методами SF та джекнайф, найкраще апроксимують реальне значення дисперсії; більше того, для оціночної функції HT та GREG оцінки, отримані за цими методами, збігаються (що впливає з значення оціночної функції HT при стратифікованому відборі та формул для підрахунку оцінок за методом джекнайф). При кількості симуляцій,

більше за 450, відносна похибка оцінок дисперсій оцінок, тобто  $\frac{\hat{V} - V}{V}$ , за методами використання стандартної формули та джекнайф у середньому менше 5%. Поширеною практикою є проведення 1000 симуляцій, тому в дослідженні будемо проводити саме стільки.

Аналізуючи вищенаведені результати, можемо сказати, що серед реплікаційних методів найкраще в обстеженні інвестицій ВЕД № 28 працюють методи SF та джекнайф.

Також за показник якості оцінювання певним методом інколи використовують кількість симуляцій, для яких реальне значення досліджуваної ознаки (в нашому випадку – сумарний обсяг капітальних інвестицій за доменом) належить до довірчого інтервалу, побудованого за оцінками. Тому

для 1000 симуляцій обрахуємо оцінки HT, GREG, Ratio сумарного обсягу інвестицій та оцінки їх дисперсій реплікаційними методами: випадкових груп, бутстреп, джекнайф та з використанням стандартних формул. Для кожної симуляції побудуємо 95%-й довірчий інтервал для  $t(y)$ :

$$\left( \hat{t}(y) - 1,96 \cdot \sqrt{\hat{V}(\hat{t}(y))}; \hat{t}(y) + 1,96 \cdot \sqrt{\hat{V}(\hat{t}(y))} \right)_i, \\ i = \overline{1, 1000}.$$

Як видно з рис. 4, не всі довірчі інтервали містять значення реального обсягу інвестицій. Наприклад, у симуляції № 2 довірчий інтервал [46804 тис. грн.; 80205 тис. грн.] не включає реальне значення сумарного обсягу інвестицій 156352 тис. грн.

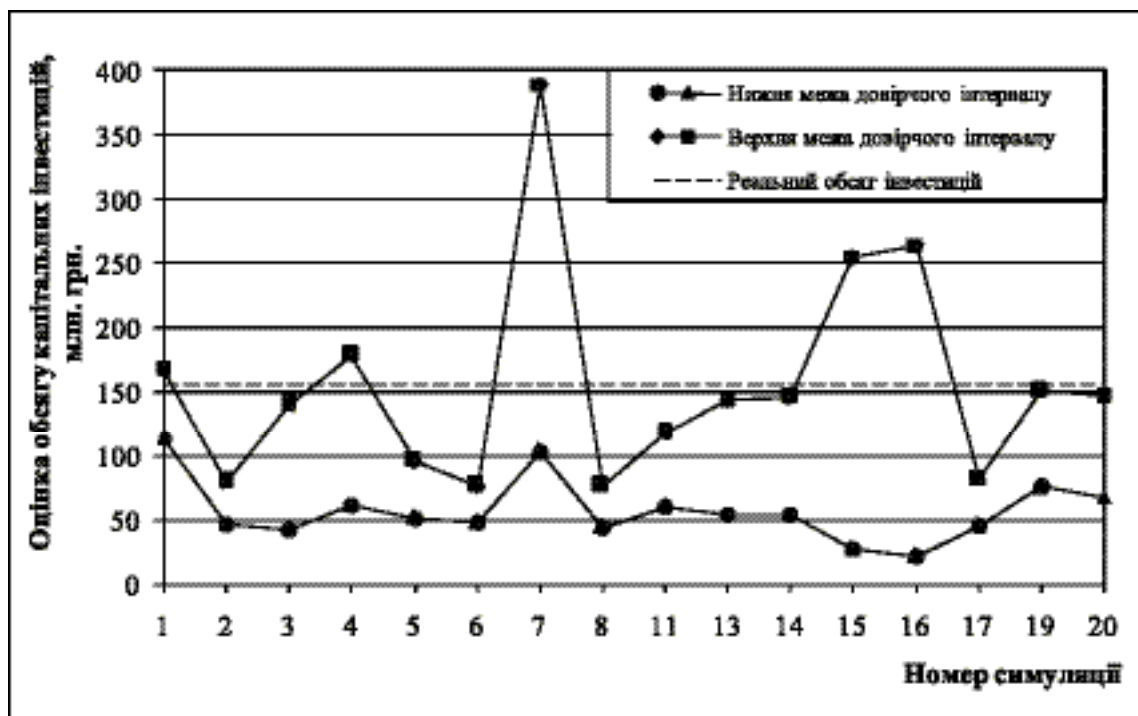


Рис. 4. Довірчі інтервали оцінки HT сумарного обсягу капітальних інвестицій за допомогою методу випадкових груп (RG)

Якщо за критерій якості оцінки взяти кількість тих довірчих інтервалів, до яких входить реальний сумарний обсяг капітальних інвестицій, отримаємо, що для всіх оцінок (HT, GREG, Ratio) найкраще працює метод випадкових груп. Але варто пам'ятати, що це спричинено завищеними оцінками дисперсій (див. рис. 1–3), тобто дуже широкими довірчими інтервалами.

Як видно з рис. 1–3, метод бутстреп також переоцінює дисперсію, але він за цим критерієм дає найгірший результат. Це може бути спричинено зменшенням оцінок, яке можна зменшити (наприклад, збільшивши кількість бутстреп-виборок у кожній симуляції зі 100 до 1000). Водночас оцінки за допомогою використання стандартних формул дають найбільше довірчих інтервалів, у яких міститься реальне значення сумарного обсягу інвестицій. Приблизно такі самі результати дає оцінка за методом джекнайф, однак він є набагато інтенсивнішим щодо обчислень. Оцінки GREG працюють трохи краще, ніж HT або Ratio, але суттєвого поліпшення не спостерігається.

Отже, підсумовуючи викладене, можна стверджувати, що використання реплікаційних методів оцінювання дисперсій вибірових оцінок у обстеженні капітальних інвестицій підприємств України є недоречним, бо ці методи є інтенсивними щодо обчислень та не дають значного покращання порівняно з обчисленням відповідних оцінок за стандартними формулами. Найкращою альтернативою стандартним формулам є метод джекнайф, оскільки для всіх трьох оціночних функцій обчислені за ним оцінки є найбільш наближеними до оцінок, обрахованими за стандартними формулами. Також варто пам'ятати про додаткове зменшення, що виникає через використання методу випадкових груп та бутстреп.

Однак у ситуаціях, коли відбір елементів до вибірки є складним (багатоступінчастим, нерівно ймовірнісним тощо), або коли оціночна функція є складною, нелінійною, стандартні формули оцінювання дисперсій неможливо використати і рекомендується застосувати реплікаційні методи або їхні модифікації для зменшення зміщення, зумовленого використанням того чи іншого методу.

## Список використаних джерел

1. Davison A. C. Bootstrap Methods and their Application / Davison A. C., Hinkley D. V. – Cambridge : Cambridge university press, 1997. – 594 p.
2. Lohr S. Sampling: Design and Analysis / Lohr S. – [2nd ed.], – New York : Duxbury Press, 2009. – 596 p.
3. Särndal C.-E. Model Assisted Survey sampling / Särndal C.-E., Swensson B., Wretman J. – New York : Springer-Verlag, 1992. – 694 p.
4. Wolter K. M. Introduction to variance estimation / Wolter K. M. – [2nd ed.], – Chicago : Springer, 2007. – 447 p.
5. Variance estimation methods in European Union. Monographs of official statistics [Electronic resource]. – Access mode : <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/quality/documents/MOS%20VARIANCE%20ESTIMATION%202002.pdf>
6. Розроблення та доопрацювання методологічного забезпечення проведення обстеження капітальних інвестицій на вибірковій основі для малих підприємств : Аналітичний звіт (1 етап) / НТК статистичних досліджень. – К., 2011. – 52 с.
7. Василик О. І. Лекції з теорії і методів вибіркових досліджень / Василик О. І., Яковенко Т. О. – К. : ВПЦ “Київський університет”, 2010. – 207 с.

УДК 338.432:519.25:330.341.1(477)

**І. В. Калачова,**  
доктор економічних наук,  
директор департаменту,  
Державна служба статистики України;  
**О. В. Шубравська,**  
доктор економічних наук, професор,  
завідувач відділу;  
**К. О. Прокопенко,**  
кандидат економічних наук,  
старший науковий співробітник;  
ДУ “Інститут економіки та прогнозування НАН України”

## Інноваційна діяльність сільськогосподарських підприємств: перешкоди та напрями розвитку

Розкрито методологічні засади та розглянуто результати обстеження інноваційної діяльності сільськогосподарських підприємств. Визначено чинники їх інноваційної активності та перешкоди до впровадження новацій. Встановлено необхідність регулярного проведення таких обстежень для оцінки перспектив і напрямів подальшого інноваційного розвитку аграрного сектору.

**Ключові слова:** сільське господарство, модернізація, інноваційна діяльність, технології, статистичне обстеження, ефективність.

Інноваційна діяльність є одним із найважливіших чинників економічного розвитку та необхідною умовою забезпечення конкурентоспроможності. Важливою нагальною проблемою, що потребує вирішення в умовах інноваційної економіки, є випереджальне створення ефективного механізму інформаційного забезпечення інноваційної діяльності. Результативність цього механізму значною мірою залежить від якості безперервного соціально-економічного моніторингу, який, на нашу думку, повинен охопити спостереження, аналіз, оцінку і прогнозування інноваційної активності з метою підготовки управлінських рішень і рекомендацій, спрямованих на покращення й розвиток інноваційної діяльності. Моніторинг як інноваційних процесів, так і більш загальних процесів структурних перетворень економіки створює підґрунтя ефективного управління цими процесами [1].

Відповідно до щорічних планів державних статистичних спостережень, органами статистики регулярно проводяться обстеження інноваційної і

технологічної діяльності підприємств, які є джерелом інформації щодо основних показників рівня розвитку інноваційної діяльності та мають важливе значення для практичного вирішення завдання модернізації економіки. До переліку зазначених державних статистичних спостережень належать:

– державне статистичне спостереження інноваційної діяльності промислового підприємства, що здійснюється за формою № 1-інновація (річна) “Обстеження інноваційної діяльності промислового підприємства”. Метою проведення цього спостереження є отримання статистичної інформації щодо кількості інноваційно-активних промислових підприємств, їхніх обсягів витрат та фінансування робіт, а також результатів діяльності протягом року;

– державне статистичне спостереження інноваційної діяльності підприємства, що здійснюється за формою № ІНН (одноразова, раз у 2 роки) “Обстеження інноваційної діяльності підприємства”. Метою проведення зазначеного спостереження є впровадження системи показників, адаптованих до стандартів європейської статистики, й