

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ МІНІМАЛЬНОЇ КІЬКОСТІ ПЕРІОДІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ІНДЕКСІВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ КРАЇН ЄС МЕТОДАМИ ПОРЯДКОВИХ СТАТИСТИК

Катрич О.О., кандидат технічних наук,
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківській авіаційний інститут», м. Харків, Україна
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-9140-4632>

Багаєв І.О., аспірант,
Навчально-науковий інститут
«Українська інженерно-педагогічна академія» Харківського
національного університету ім. В.Н. Каразіна, м. Харків, Україна
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9101-5114>

Кислий А.Г., старший викладач,
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківській авіаційний інститут», м. Харків, Україна
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-6909-5404>

З розвитком теорії ймовірностей і математичної статистики статистичні методи набули широкого застосування під час розв'язання різного роду прикладних задач незалежно від галузі економіки та сфери діяльності людини.

На практиці часто доводиться працювати в умовах обмежених обсягів статистичної інформації. При аналізі статистичного матеріалу обмеженого обсягу розв'язання поставлених практичних завдань набуває проблематичного характеру. Для розв'язання завдань, пов'язаних із визначенням кількості періодів для оцінювання індексів сталого розвитку країн, під інформацією будемо розуміти відображення кількості періодів, за який прийматимемо оцінку показників індексів сталого розвитку. В умовах обмеженої інформації зазвичай оперують малою вибіркою, під якою розуміють малу кількість спостережень над випадковою величиною, що описує явище, яке досліджується. Вибірку можна вважати малою, якщо під час її опрацювання методами, що ґрунтуються на групуванні спостережень, не можна розв'язати задачу з потрібною точністю і достовірністю результату.

Правильність та ефективність розв'язання практичних завдань статистичними методами визначається обсягом інформації про функціонування процесу, який досліджується, яку можна розділити на консервативну й оперативну. До консервативної інформації належить знання закону розподілу і знаходження ефективних статистичних оцінок його параметрів, а до оперативної – обсяг вибірки.

Найбільша кількість інформації акумульована у знанні закону розподілу випадкових величин. Закони розподілу, які використовують у наукових дослідженнях, можуть мати до чотирьох параметрів. Чим більше параметрів має закон розподілу, тим точніше він описує досліджуване явище. Найчастіше використовують симетричні закони розподілу з двома параметрами, серед яких закони нормального, рівномірного та трикутного розподілу. Крім цього, розв'язання практичних задач на підставі знання закону розподілу є зручним, оскільки існують нормовані значення оцінок їхніх параметрів, їх подано в довідниках теорії математичної статистики. Ефективність розв'язання таких задач, при знанні закону розподілу, збільшується на порядок, що дає можливість на порядок зменшити кількість статистичних даних порівняно із застосуванням непараметричних статистик. Серед публікацій, де вивчають оцінку якості високоточних виробів у машинобудуванні, можна виділити такі [1,2].

Основою для розроблення таких методів може стати теорія порядкових статистик. Розглянемо сутність порядкових статистик. Якщо x_1, \dots, x_n – вибірка об'єму n (n – сукупність незалежних і однаково розподілених випадкових величин) із генеральної сукупності, що має розподіл $F(x)$, то $x_{(1)} \leq \dots \leq x_{(n)}$ – відповідні упорядковані величини, що називаються порядковими статистиками з $F(x)$.

У [3] опубліковано таблиці математичних очікувань порядкових статистик (Таблиця 1) різних розподілів (нормального розподілу; рівної ймовірності; трикутника), які найчастіше трапляються під час розв'язання прикладних задач статистичними методами.

Таблиця 1

Таблиця математичних очікувань порядкових статистик для трьох законів розподілу

| Математичні очікування порядкових статистик для законів розподілу | | | |
|---|-------------|------------|------------|
| n | Рівномірний | Нормальний | Трикутника |
| 2 | 0,571 | 0,670 | 0,531 |
| 3 | 0,276 | 0,258 | 0,241 |
| 4 | 0,180 | 0,135 | 0,151 |
| 5 | 0,133 | 0,082 | 0,108 |
| 6 | 0,106 | 0,055 | 0,083 |
| 7 | 0,088 | 0,040 | 0,067 |
| 8 | 0,075 | 0,030 | 0,056 |
| 9 | 0,065 | 0,023 | 0,047 |
| 10 | 0,058 | 0,019 | 0,041 |

Методика ідентифікації закону розподілу випадкових величин полягає в тому, що для різних законів розподілу, за фіксованою n , знаходимо L , використовуючи формулу:

$$L = \sum_{i=1}^n (x_{(i)} - \mu - \sigma M(Y_{(i)}))^2 \quad (1)$$

У цьому випадку параметри отримують оцінки [3]:

$$\tilde{\mu} = \frac{A_2 S_1 - A_1 S_2}{n A_2 - A_1^2} ; \quad \tilde{\sigma} = \frac{n S_2 - A_1 S_1}{n A_2 - A_1^2} ; \quad (2)$$

$$\text{де } A_1 = \sum_{i=1}^n M(Y_{(i)}) ; \quad A_2 = \sum_{i=1}^n [M(Y_{(i)})]^2 ; \quad S_1 = \sum_{i=1}^n x_{(i)} ; \quad S_2 = \sum_{i=1}^n x_{(i)} \cdot M(Y_{(i)})$$

Те значення L , яке дало найменше значення за заданого розподілу і дасть відповідь, який це розподіл. У результаті можна зробити висновок, що використовуючи теорію порядкових статистик можна розв'язати задачу ідентифікації закону розподілу випадкових величин за наявності малої кількості статистичної інформації.

Пропонується методика ідентифікації закону розподілу показників індексів сталого розвитку за останні десять років, який складається з декількох важливих кроків.

Крок 1. Збирання інформації щодо показників індексів сталого розвитку об'єкта, що вивчається. У таблиці 1 подано вихідні дані показників індексів сталого розвитку за останні десять років. Числа подано в їхніх одиницях оцінювання.

Крок 2. Упорядковуємо всі значення в порядку зростання. Таким чином, отримуємо впорядковану статистику.

Крок 3. З Таблиці 1 [3] обираємо моменти порядкових статистик для передбачуваних законів розподілу, які, можливо, найточніше описують розподіли випадкових чисел.

Крок 4. Для кожного закону розподілу визначаємо значення L за формулою (1). Найменше значення L відповідатиме тому чи іншому закону розподілу. Результати розрахунків для трьох законів розподілу подано в таблиці 2.

З таблиці 2 бачимо, що найменше значення L відповідає нормальному закону розподілу.

Оцінки параметрів для трьох законів розподілу

| Закон розподілу | A ₁ | A ₂ | S ₁ | S ₂ | μ | σ | L |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|------|-------|
| Рівномірний | 5 | 25 | 72,4 | 37,67 | 7,21 | 0,06 | 3,167 |
| Нормальний | 0 | 7,91 | 72,4 | 5,09 | 7,24 | 0,64 | 0,086 |
| Трикутний | 0 | 0,34 | 72,4 | 1,05 | 7,24 | 3,11 | 0,103 |

Знаючи закон розподілу випадкових величин оцінювання індексів сталого розвитку, визначаємо мінімальну кількість періодів для оцінювання. Для цього необхідно провести нормування значень випадкової величини і перевести всі значення в безрозмірну величину. Нормування бажано провести не лінійним способом. Методики проведення нелінійного нормування подано в наукових статтях [4, 5]. Після нормування необхідно визначити дисперсію нормованих значень за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x_{cp})^2} \quad (3)$$

де D – дисперсія; x_i - випадкове значення показника; x_{cp} середнє значення випадкових чисел показника.

На прикладі показників індексів сталого розвитку країни Австрія, показник дисперсії дорівнював: $D = 0,085$.

Для визначення мінімальної кількості періодів оцінювання індексів сталого розвитку необхідно порівняти показник дисперсії випадкових нормованих величин з дисперсією нормального закону розподілу. Ці значення мають бути максимально близькими. У нашому випадку найбільш близьким значенням математичного очікування порядкових статистик до нормального закону розподілу є значення 0,088, що відповідає $n = 7$. Це означає, що для надійної оцінки показників індексів сталого розвитку мінімальна кількість періодів оцінювання має відповідати семи рокам.

Література:

1. Kupriyanov O., Trishch R., Dichev D., Bondarenko T. Mathematic model of the general approach to tolerance control in quality assessment. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. 2022. P. 415-423.
2. Kupriyanov O., Trishch R., Dichev D., Kupriyanova K. A General approach for tolerance control in quality assessment for technology quality analysis. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. 2023. P. 330-339.

3. Дейвид Г. Порядковье статистики. Москва, 1979. 336 с.
4. Trishch R., Sichinava A., Bartoš V., Stasiukynas A., Schieg M. Comparative assessment of economic development in the countries of the European union. *Journal of Business Economics and Management*. 2023. № 24(1). P. 20-36.
5. Trishch R., Nechuviter O., Hrinchenko H., Bubela T., Riabchykov M., Pandova I. Assessment of safety risks using qualimetric methods. *MM Science Journal*, October 2023. P. 6668-6674.

ОРГАНІЗАЦІЯ ОПЕРАЦІЙНОГО АУДИТУ ВИТРАТ ЗБУТОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ ПРОМИСЛОВОГО СЕКТОРУ

Кирильєва Л.О., кандидат економічних наук, доцент,
Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0793-5912>

Стратегія розвитку суб'єктів господарювання промислового сектору передбачає організацію управлінського обліку витрат відповідно до його принципів та функцій, реалізація яких сприяє формуванню інформаційно-аналітичного сервісу управління підприємством. Базовою складовою інформаційного сервісу в умовах трансформації економіки стає внутрішній операційний аудит бізнес-процесів, за якими виникають широкий спектр витрат, зокрема пов'язаних зі збутом продукції на сучасних промислових ринках.

Значимо, що «цільова спрямованість операційного аудиту витрат полягає в тому, щоб зібрати достатні та прийнятні докази для формування думки аудитора стосовно достовірності, об'єктивності та законності відображення в управлінському обліку та звітності витрат, встановити дотримання підприємством чинної законодавчої бази та підготувати конструктивні рекомендації щодо оптимізації витрат» [1]. Саме операційний аудит дозволить встановити достовірність операцій, що призвели до визнання витрат збутової діяльності в обліковій системі підприємств з метою їх регулювання.

Операційний аудит витрат збутової діяльності повинен бути орієнтований не тільки на контролі організації управлінського обліку витрат, що пов'язані з утриманням персоналу відділу збуту, відновлення необоротних активів, отриманням послуг від сторонніх організацій, а також у здійсненні моніторингу правомірності визнання в обліку таких