

УДК 311.1:[519.22:657.6]-044.3

**Т. О. Каменська,**

доктор економічних наук, доцент,  
завідувач Національного центру обліку та аудиту,  
Національна академія статистики, обліку та аудиту,  
сертифікований аудитор України,  
віце-президент Гільдії професійних внутрішніх аудиторів України,  
E-mail: tatnakam@gmail.com

## Математико-статистичні методи оцінки в аудиті

Розглянуто використання аналітичних процедур в аудиті. Запропоновано в ході їх реалізації для оцінки достовірності отриманої інформації застосовувати математико-статистичні методи. Викладено найбільш поширені поняття, що лежать в основі цих методів, а саме: імовірність, дискретні та неперервні випадкові змінні, дисперсія, середньоквадратичне відхилення тощо.

**Ключові слова:** аудит, аналітичні процедури, оцінювання, ймовірність, випадкові змінні, ризик, невизначеність.

Аудитори під час виконання аудиторського завдання зобов'язані зібрати, проаналізувати, оцінити й документально оформити достатній обсяг надійної, прийнятної та корисної інформації для досягнення цілей завдання.

Міжнародні стандарти аудиту рекомендують аудиторам використовувати різноманітні аудиторські методи, прийоми та процедури для збирання аудиторських доказів з метою висловлення аудиторської думки щодо достовірності фінансової звітності. Більшість наукових робіт з проблем аудиту достатньо повно висвітлюють опис цих методів та рекомендації щодо їх застосування. Однак у процесі надання аудиторських послуг виникає безліч питань, що пов'язані не тільки з оцінкою вже досягнутих результатів та адекватністю їх відображення у звітності, а і з, наприклад, моніторингом та фінансовим аналізом, оцінкою прогнозної інформації та ін. Для вирішення цих питань аудитори використовують аналітичні процедури (аналітичні тести) – порівняння фактичних даних із даними, які внутрішній аудитор очікує отримати під час перевірки. Згідно з вимогами міжнародних стандартів аудиту, для надання будь яких аудиторських послуг повинні використовуватися аналітичні процедури [1], що свідчить про їхню важливість.

Використання аналітичних процедур у процесі аудиту дозволяє аудитору оцінити фінансові показники шляхом вивчення стохастичних залежностей між ними. Співвідношення, що використовуються в аналітичних процедурах, повинні бути правдоподібними та передбачуваними. Правдоподібність припускає існування явного причинно-наслідкового зв'язку. Це, у свою чергу, дає можливість оцінити ефективність методів планування, які використовує підприємство, виявити тенденції господарської діяльності, сфери потенційного ри-

зику, імовірність банкрутства тощо.

Деякі аудитори та користувачі послуг аудиту помиляються, вважаючи, що термін “аналітичні процедури” означає традиційний аналіз фінансово-господарської діяльності економічного суб'єкта. Аналітичні процедури використовуються при оцінюванні достовірності інформації та звітності суб'єкта аудиту, а аналіз його фінансово-господарської діяльності починається вже після того, як цю достовірність встановлено, оскільки аналізувати фінансово-господарську діяльність економічного суб'єкта за недостовірною інформацією (або даними звітності) є недоцільним.

Іншими словами, аналіз фінансово-господарської діяльності економічного суб'єкта починається там, де закінчується аудиторське дослідження, а отже, і аналітичні процедури. Разом з тим і аналітичні процедури аудиту, і фінансовий аналіз господарської діяльності базуються на методах економічного аналізу, тому містять багато загальних прийомів, через що фінансовий аналіз (аналіз фінансового стану) можна умовно віднести до заключних аналітичних процедур.

Для оцінки достовірності отриманої за результатами аудиту інформації доцільно застосовувати математико-статистичні методи. Метою статті є розгляд базових понять, що лежать в основі цих методів, у контексті їх застосування при реалізації аналітичних процедур аудиту.

**Ймовірність.** У бізнесі, як і в природі, відбуваються події, результат яких точно передбачити заздалегідь не представляється можливим. Однак перебіг подій може бути описаний кількісними (чисельними) методами, якщо ці події відбуваються велике число раз в одних і тих самих умовах. Імовірність є кількісною характеристикою реальності настання тієї або іншої події. Це важливо для процесу прийняття рішень, оскільки застосування ймовірності дає можливість кількісно оцінити та проаналізувати невизначеності.

Ймовірність зазвичай виражається значенням в інтервалі від 0 до 1. Чим ближче значення ймовірності до 0, тим менш правдоподібно настання події; якщо ймовірність дорівнює 0, це означає, що у події немає ніяких шансів відбутися. Навпаки, ймовірність зі значенням, близьким до 1, означає, що подія майже напевно настане, а ймовірність, яка дорівнює 1, гарантує обов'язкове настання події. Діапазон значень імовірностей відповідає різним шансам настання події.

Коли настання події прогнозується з імовірністю 40%, це дозволяє зробити висновок, що з 60-відсотковою ймовірністю подія не відбудеться. Сума значень імовірностей, які відповідають усім можливим наслідкам події, повинна дорівнювати одиниці.

**Умовна ймовірність** настання двох подій – це ймовірність того, що друга подія настане, коли відомо, що перша подія вже наступила. Якщо, наприклад, планується вихід на ринок з новим продуктом, можна отримати очікувані значення обсягу продажів за перший рік на основі різних значень імовірностей, що відповідають різним обсягам продажів. Наприклад, було встановлено, що з імовірністю 30% обсяг продажів складе 1 млн грн, 40% – 700 тис. грн та існує 30-відсоткова ймовірність, що новий продукт виявиться невдалим і продажі складуть усього 200 тис. грн. Наступним кроком можна спрогнозувати продажі на другий рік перебування товару на ринку залежно від того, якими були продажі за перший рік. Наприклад, якщо за перший рік обсяг продажів дорівнював 1 млн грн, то з 40-відсотковою ймовірністю за другий рік він складе 1,5 млн грн, з 40-відсотковою ймовірністю – що залишиться на рівні 1 млн грн і з 20-відсотковою ймовірністю продажі впадуть і за другий рік складуть усього 750 тис. грн.

**Сумарна ймовірність** – це ймовірність того, що дві або більше подій настануть разом. Спільна ймовірність двох (або декількох) незалежних подій обчислюється як добуток імовірностей настання кожної з них. Якщо настання (або не настання) одної події ніяк не змінює ймовірність настання іншої події, то кажуть, що ці події є незалежними.

Ймовірність того, що настане або одна з двох незалежних подій, або обидві разом, дорівнює сумі їх незалежних ймовірностей мінус їх сумарна ймовірність. Ця формула корисна, коли є можливість настання двох подій або кожної з них і необхідно знати ймовірність настання принаймні однієї з двох подій і, можливо, обох разом. Існують три методи обчислення шуканих значень для можливих результатів:

1. Класичний метод; він передбачає, що кожен із можливих результатів має рівну ймовірність настання. Іншими словами, якщо, наприклад, існує 10 можливих результатів, то ймовірність настання будь-якого з них дорівнює 10%. Цей метод доцільний, коли визначають ймовірність, кидаючи монету

або кістки. Приймаючи рішення в бізнесі, зазвичай не підкидають монетку, тому в бізнес-ситуаціях, що характеризуються невизначеністю, класичний метод майже не використовується.

2. Метод відносної частоти (або об'єктивний метод). Цей метод використовується в тих випадках, коли є фактична інформація, яку можна застосовувати для визначення ймовірності певного результату. Інформація може надходити з вибіркового спостереження, аналізу даних або з інших джерел, що заслуговують на довіру.

3. Суб'єктивний метод. Він використовується в тих випадках, коли неможливо спиратися ані на класичний метод, ані на метод відносної частоти, тому що ймовірність настання можливих подій неоднакова, а дані про відносну частоту відсутні. Тоді ймовірності визначають на основі доступних даних, додаючи до цього власний досвід та інтуїцію. Після вивчення набору доступної інформації розподіляють усі значення, які відображають ступінь упевненості в тому, що бажана подія настане. Суб'єктивна ймовірність має особистий характер, і різні люди по-різному оцінюють ймовірності настання однієї і тієї самої події.

Іноді різні методи визначення ймовірності поєднують один з іншим; наприклад, коли ймовірності визначають шляхом об'єднання оцінок, отриманих у результаті використання класичного методу і методу відносної частоти, з суб'єктивною оцінкою ймовірностей.

**Дискретні та неперервні випадкові змінні.** Випадкова змінна встановлюється таким чином, що їй відповідає точно одне числове значення. Наприклад, може знадобитися проаналізувати кількість предметів, що продаються за один день. Якщо це величину позначимо через  $X$ , то вона буде випадковою змінною. Не можна точно оцінити значення випадкової змінної до тих пір, доки не буде інформації щодо денного обсягу продажів. При цьому одного дня обсяг продажів може скласти 1 500 предметів, наступного – 1 725 предметів, третього дня – 1 350 предметів і т. ін.

Якщо випадкові змінні приймають набір значень, які можна підрахувати, і ці значення зазвичай є цілими числами, то такі змінні називаються дискретними випадковими змінними. Наприклад, кількість покупців, які відвідали магазин між 12.00 і 13.00, – це дискретна змінна, тому що кількість покупців за певний проміжок часу можна підрахувати і, крім того, неможливо, щоб тільки частина покупця прийшла в магазин. Тому мова йде про цілі числа (20, 31, 46, 58 і т. ін.). Це число може бути маленьким (1, 2) або дуже великим (кілька тисяч), але в будь-якому випадку кількість покупців можна підрахувати (у цілих числах).

У деяких випадках випадкова змінна може приймати будь-яке значення на якомусь інтервалі або на наборі інтервалів. Таку змінну називають

неперервною випадковою змінною, оскільки не існує можливості визначити, скільки різних значень може приймати ця змінна. Будь-яка величина, яка має набір значень, зображуваних сукупністю точок на лінії без переривань або проміжків між точками, вважається неперервною випадковою величиною.

Щоб визначити, чи є випадкова змінна дискретною або неперервною, вибирають два з безлічі значень, які може приймати ця змінна, а потім показують ці два значення на графіку. Якщо кожна точка відрізка, що з'єднує ці два значення, є допустимим значенням цієї змінної, то тоді остання є неперервною. Якщо ж ці точки не належать до числа допустимих значень (наприклад, 0,5 покупця), тоді змінна є дискретною.

**Дисперсія та середньоквадратичне відхилення.** Очікувана величина дає середнє значення. Дисперсія та середньоквадратичне відхилення разом дають картину варіативності можливих значень. Дисперсія – сума квадратів відхилень від математичного очікування або середньої арифметичної – використовується для того, щоб показати сумарну варіативність значень випадкової змінної. Відхилення кожного конкретного результату від математичного очікування говорить про те, наскільки далеко це конкретне значення знаходиться від очікуваної величини. Фактично, дисперсія є середньозваженою величиною квадратів відхилень.

Середнє квадратичне відхилення – це додатний квадратний корінь із дисперсії. Якщо дисперсія вимірюється в квадратах одиниць випадкової змінної, то середнє відхилення вимірюється в тих самих одиницях. Обидва показники дозволяють оцінити, наскільки конкретні значення ознак, що варіюють, відхиляються від середньої арифметичної.

**Розподіл ймовірностей неперервних випадкових змінних.** Неперервна випадкова змінна може приймати будь-яке значення. Отже, коли аналізують розподіл ймовірностей неперервних випадкових змінних, не можна виділяти кожне значення такої змінної і встановлювати відповідну йому ймовірність, як це роблять для дискретних випадкових змінних. Для неперервних випадкових змінних розглядають ймовірності з урахуванням того, що значення такої змінної будуть перебувати в певному інтервалі. Ймовірність того, що змінна буде приймати значення в межах цього інтервалу, графічно зображується у вигляді області під кривою, яка називається функцією щільності розподілу ймовірностей.

**Нормальний розподіл ймовірностей** – це найбільш зручний для аналізу тип розподілу, який притаманний процесам як у природі, так і в людському суспільстві. Графік нормального розподілу ймовірностей має форму дзвону, який зцентровано щодо математичного очікування. Нормальний розподіл описується математичним очікуванням

і середнім квадратичним відхиленням, значення яких визначають форму кривої.

Дзвоноподібна крива не завжди має однако-ву висоту і форму. Чим більше значення середньої арифметичної, тим вище розташовується “верхівка” дзвону. Навпаки, чим більше значення середнього квадратичного відхилення, тим “плоскішою” виглядає крива і тим ширше “основа” дзвону, оскільки при великому значенні середнього квадратичного відхилення дисперсія даних вище. Ймовірності, що відповідають нормальному розподілу, обчислюються як площа під кривою для заданого інтервалу. Загальна площа під кривою нормального розподілу дорівнює 1.

**Ризик.** Існує безліч визначень цього поняття. Відповідно до одного з них, ризик – це умова, за якої існує ймовірність несприятливого відхилення від бажаного результату. Це визначення ризику підкреслює його зв'язок з негативними факторами. Коли мова йде про інвестиції (як про прямі, так і про портфельні вкладення капіталу), під ризиком розуміють можливість того, що фактична рентабельність інвестицій буде відрізнитися від очікуваної. Різниця між цими двома величинами може бути і додатною, і від'ємною.

Щодо цінного паперу ризик може вимірюватися варіативністю його прибутковості за певний період або дисперсією значень його прибутковості (відхиленнями від математичного очікування або середньозваженої дохідності). Отже, ризик теж може вимірюватися показниками дисперсії і середнього квадратичного відхилення.

Невизначеність – це ризик, який неможливо виміряти. Обговорюючи капіталовкладення, можна або мати, або не мати інформацію про рентабельність таких інвестицій у минулому чи про поточну динаміку схожих інвестицій. Коли інформація про рентабельність певних інвестицій за минулий період відсутня, це може означати ситуацію ухвалення рішення в умовах невизначеності. При цьому розподіл ймовірностей можливих значень рентабельності інвестицій має визначатися суб'єктивно.

Коли йдеться про рішення, які враховують фактори ризику та невизначеності, застосовують показники очікуваної величини прибутку або очікуваної рентабельності для вираження найбільш ймовірного результату прийнятого рішення, а також показник середнього квадратичного відхилення розподілу ймовірностей потенційної рентабельності (прибутковості) як вимірювач ризику, що асоціюється з прийнятим рішенням. Очікуваний результат обчислюється шляхом множення ймовірності кожного з можливих результатів на величину відповідного виграшу. Отже, очікувана величина прибутку, або очікувана рентабельність є середньозваженим значенням можливих результатів з урахуванням ймовірностей настання цих

наслідків. Наприклад, при розгляді різних варіантів розрахунку рентабельності капіталовкладень можливо визначити в такий спосіб очікувану величину грошового потоку за кожним із варіантів. Значення ймовірностей, що відповідають кожному з таких грошових потоків, будуть визначатися суб'єктивно. Отримані в результаті значення очікуваних грошових потоків потім будуть використовуватися в аналізі кожного з альтернативних варіантів капіталовкладень.

Середнє квадратичне відхилення розподілу ймовірностей цих очікуваних потенційних грошових потоків є характеристикою варіативності можливих значень рентабельності (прибутковості) щодо її очікуваної величини. Якщо значення середнього квадратичного відхилення велике, то це означає, що варіативність значень рентабельності (прибутковості) теж значна і рівень ризику такого проекту вище, порівняно з іншими варіантами. Отже, середнє відхилення є мірою ризику. Розглядаючи відхилення від очікуваної рентабельності (прибутковості) у формі середнього квадратичного відхилення, можна визначити ймовірність того, що фактична рентабельність (прибутковість) ви-

явиться більшою або меншою за очікувану. Чим більше значення середнього квадратичного відхилення, тим більше можливостей для майбутньої вигоди або майбутнього збитку.

Коефіцієнт варіації – це показник міри ризику в розрахунку на одиницю очікуваної рентабельності (прибутковості). Він дозволяє оцінити розкид фактичних значень очікуваної рентабельності (прибутковості) щодо її розрахованої величини.

Отже, ціль застосування аналітичних процедур полягає у наданні допомоги аудиторю щодо формування ним обґрунтованої та компетентної думки. Така попередня діагностика в аудиті, як і в інших сферах людської діяльності, має бути якомога простішою та дешевою, не втрачаючи своєї точності та надійності. Крім загальноновизнаних методів та прийомів пропонуємо для цілей аудиту використовувати математично-статистичні методи.

Складність аналітичних процедур окупається їх ефективністю. Аналітичні процедури проводяться аудитором протягом усього процесу аудиту, що дає можливість підвищити його якість і скоротити трудовитрати.

### Список використаних джерел

1. Міжнародні стандарти контролю якості, аудиту, огляду, іншого надання впевненості та супутніх послуг (видання 2013 року) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.apu.com.ua/msa?layout=edit&id=783> – Назва з титул. екрана.
2. Статистика : [підруч.] / С. С. Герасименко, А. В. Головач, А. М. Єрина та ін. – К. : КНЕУ, 1998. – 468 с.

### References

1. Mizhnarodni standarty kontroliu yakosti, audytu, ohliadu, inshoho nadannia vpevnenosti ta suputnikh posluh (vydannia 2013 roku) [Handbook of International Quality Control, Auditing, Review, Other Assurance, and Related Services Pronouncements (2013 edition)]. *apu.com.ua*. Retrived from <http://www.apu.com.ua/msa?layout=edit&id=783> [in Ukrainian].
2. Herasymenko, S. S., Holovach, A. V., Yerina, A. M., Palian, Z. O., & Shustykov, A. A. (1998). *Statystyka [Statistics]*. Kyiv: KNEU [in Ukrainian].

#### **Т. А. Каменская,**

*доктор экономических наук, доцент,  
заведующая Национальным центром учета и аудита,  
Национальная академия статистики, учета и аудита,  
сертифицированный аудитор Украины,  
вице-президент Гильдии профессиональных внутренних аудиторов Украины*

### Математико-статистические методы оценки в аудите

Рассмотрено использование аналитических процедур в аудите. Предложено в ходе их реализации для оценки достоверности полученной информации применять математико-статистические методы. Изложены наиболее распространенные понятия, лежащие в основе этих методов, а именно: вероятность, дискретные и непрерывные случайные переменные, дисперсия, стандартное отклонение и др.

**Ключевые слова:** *аудит, аналитические процедуры, оценка, вероятность, случайные переменные, риск, неопределенность.*

**T. O. Kamenska,**

*DSc in Economics, Associate Professor,*

*Head of the National Center for Accounting and Audit,*

*National Academy of Statistics, Accounting and Audit,*

*Certified auditor of Ukraine,*

*Vice President of the Guild of Professional Internal Auditors of Ukraine*

### **Mathematical and Statistical Methods of Assessment in Audit**

In course of an audit, auditor must collect, scrutinize, assess and document a large amount of reliable and acceptable information that will be useful for audit purposes. The article is devoted to use of mathematical and statistical methods in analytical procedures of audit. Because by the requirement of international standards of audit, auditors can use analytical procedures in all the types of auditor services, this is an evidence of the importance of these procedures. Analytical procedures (analytical tests) are comparisons of the actual data with the data which an internal auditor expects to collect in course of an audit. Mathematical and statistical methods are proposed as framework tools for the procedures used for assessment of the collected data. The notions underlying these methods are considered: probability, discrete and continuous random variables, dispersion, standard deviation etc.

In focus of the study is risk assessment that is interpreted as the condition when a probability of unfavorable deviation from the expected result occurs, and uncertainty which is the risk that cannot be assessed. When a decision is being taken with accounting for the factors of risk and uncertainty, the measures of expected profit or expected profitability are used to derive the most probable result from taking this decision. Also, standard deviation of distribution of the probabilities of potential profitability is used as a measure of the risk associated with the taken decision.

The analytical procedures, therefore, aim to help an auditor to form the substantiated and competent judgment, with the complexity of the procedures being compensated by their effectiveness. Apart from the common methods and techniques, mathematical and statistical methods can well be used for audit purposes, allowing an auditor to assess financial data by scrutinizing stochastic dependencies between them.

**Keywords:** *audit, analytical procedures, assessment, probability, random variables, risk, uncertainty.*

Посилання на статтю:

Каменська Т. О. Математико-статистичні методи оцінки в аудиті / Т. О. Каменська // Статистика України. – 2016. – № 1. – С. 22–26.