УДК 336:519.2

Івахненков С.В., д.е.н., професор[1]
Івахненкова В.В., к.ф.-м. н., професор[2]

ЗАКОН БЕНФОРДА В АУДИТІ ФІНАНСОВОЇ ЗВІТНОСТІ

[1] Національний університет «Києво-Могилянська Академія»
[2] Житомирський інститут МАУП

Анотація

Описане застосування Закону Бенфорда для виявлення випадків шахрайства в аудиті. Розкриті статистичні методи, які є доречними у процесі прийняття аудиторських рішень за допомогою цифрового аналізу на основі Закону Бенфорда. Описано переваги кожного методу в термінах статистичних концепцій і міркувань щодо практичних аспектів аудиту.

Ключові слова: аудит,цифровий аналіз, статистичні методи.

Abstract

The application of the Benford's aw to detect fraud in the audit is described. Statistical methods of digital analysis that are relevant for decision-making in auditing on the basis of the Benford's Law are shown. The advantages of each method in terms of statistical concepts and considerations on the practical aspects of the audit are explained.

Keywords: audit,digital analysis, statistical methods.

Постановка проблеми

Одним із важливих завдань аудиторів при проведенні аудиту фінансової звітності є вивчення можливого шахрайства працівників підприємства-клієнта. Виявлення фактів шахрайства значно підвищує аудиторські ризики та збільшує кількість аудиторських процедур. За останнє десятиріччя у світі аудиторами були розроблені й успішно застосовуються абсолютно нові методи виявлення підозрілих операцій. Одним із таких методів є використання статистичного Закону Бенфорда, який стверджує, що розподіл цифр у числах може бути не випадковим, а відповідати певній закономірності. На перший погляд, аналіз частоти появи цифр в економічних і фінансових документах та порівняння цієї частоти із отриманою у Законі Бенфорда є перспективним процесом виявлення шахрайства. Однак, безпосередній аналіз частоти появи цифр у числах може привести до надмірної кількості попереджень про можливі випадки шахрайства. Таким чином, повинні бути використані ще й певні інші методи дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У 1938 році американський фізик Френк Бенфорд зробив відкриття, що скрізь дотримується одна і та ж закономірність: чисел, що починаються з одиниці, набагато більше, ніж тих, що починаються з будь-якої іншої цифри [3]. Довгий час Закон Бенфорда не мав практичного застосування. Тільки останнім часом його почали використовувати як серйозний аналітичний інструмент. Все почалося з того, що американський математик Марк Нігріні показав, що Закону Бенфорда повинні підкорятися як числа в податкових деклараціях, так й інші дані бухгалтерського обліку. У 1997 році він разом з Ліндою Міттермайер розробив шість математичних тестів, заснованих на Законі Бенфорда [11]. Ці тести вперше були застосовані на практиці для аналізу і виявлення нерегулярностей у даних клієнтів міжнародною аудиторською компанією «Ernst and Young». Цікаво, що закон Бенфорда не згадується в жодному підручнику (україномовному чи російськомовному) з теорії ймовірностей або статистики. У роботах українських науковців з аудиту розгляд цього питання також відсутній. Втім, і англомовної літератури з цього питання небагато. Із останніх публікацій можна згадати [4, 13]

Постановка завдання

Нашим завданням було розробити та запропонувати методологію аналізу облікових даних на предмет наявності можливих шахрайств і перекручень, яка б базувалася на статистичних методах та дозволяла б ефективніше організовувати працю аудитора при застосуванні Закону Бенфорда.

Виклад основного матеріалу

Намагаючись виразити знайдену закономірність математично, Френк Бенфорд [3] вивів формулу, що описує ймовірність (p) того, що випадковий десятковий дріб починатиметься з цифри n:

$$p = \lg(n+1) - \lg(n) \qquad (1)$$

З формули випливає, що чим менша цифра, тим більша ймовірність того, що з неї починатиметься випадкове число (табл. 1). Проте, слід зазначити, що маються на увазі не абсолютно випадкові числа, а такі числа, які застосовуються при вимірюванні реальних предметів або обчисленні конкретних величин.

Таблиця 1

Ймовірність появи цифри першою у випадковому числі

Цифра	*Частота появи першою, за Ф. Бенфордом*
1	0,30103
2	0,176091
3	0,124939
4	0,09691
5	0,0791812
6	0,0669468
7	0,0579919
8	0,0511525
9	0,0457575
Разом	0,9999999 (~1)

Як додаток до емпіричної праці Бенфорда існує ретельний теоретичний базис для цього розподілу [7]. Ф. Бенфорд назвав цю закономірність «законом аномальних чисел». Слово «аномальні» з'явилося в результаті того, що одні дані співвідносилися із виявленим законом краще, ніж інші, але загальна тенденція все одно простежувалася.

Перше питання, на яке повинен відповісти аудитор при проведенні тесту, – чи є набір якихось даних Бенфорд-послідовністю чи ні. Тобто, чи можна застосувати до даних закон Бенфорда. Найпростіший спосіб – представити, звідки ці дані беруться. Якщо вони отримуються в результаті природного перебігу подій або отримані шляхом вимірювання природних явищ – швидше за все вони відповідатимуть Закону Бенфорда. Існують певні умови, яким повинні відповідати набори даних, передбачувані до аналізу за законом Бенфорда.

По-перше, дані повинні відноситися до однакових об'єктів. Не можна змішувати, наприклад, дані з платіжних доручень і поштові адреси клієнтів.

По-друге, не повинно бути обмежень для чисел по максимуму та мінімуму. Якщо є якась межа (припустимо, граничний розмір розрахунків готівкою), то така сукупність даних вже може не бути ідеальною Бенфорд-послідовністю.

Ось деякі приклади даних, які відповідають Закону Бенфорда: номери платіжних доручень від різних покупців (вся сукупність); суми платежів від покупців; суми в авансових звітах; залишки товарів на складах; номери будинків в адресах клієнтів.

Не відповідають Закону Бенфорда: поштові індекси; номери телефонів (перші цифри – номер АТС); виграшні номери в лотерею (тут цифри – лише символи, їх легко можна замінити, наприклад, на літери); невеликі обсяги даних, розмір яких не достатній для застосування статистичних методів; суми платежів, отриманих від покупців і обсяги замовлень, якщо продається декілька позицій однієї номенклатури.

По-третє, відсутність системи нумерації. Числа не повинні бути утвореними за певною системою. Наприклад, набір цифр в коді платника податку (або індивідуальному податковому номері – ІПН громадянина) не буде Бенфорд-послідовністю.

Тести можуть проводитися як на відповідність Закону Бенфорда, так і на невідповідність. Припустимо, ми знаємо, що номери прибуткових касових ордерів і суми, у них вказані, повинні відповідати Закону Бенфорда. Але при аналізі з'ясовується, що вони не відповідають. Отже, висока вірогідність того, що ці прибуткові ордери сфальсифіковані.

На практиці застосовуються наступні тести:

Аналіз «першої цифри» і «другої цифри». У цьому тесті набір даних аналізується на частоту появи різних цифр: від 1 до 9 як перша цифра в числі та від 0 до 9 як другої цифри в числі. Результати відображаються в таблиці або у формі графіка. За наявності значних розбіжностей з еталонними значеннями проводиться спеціальне дослідження, яке повинне дати відповідь на питання про причину таких розбіжностей.

Аналіз «першої і другої цифри разом». Цей тест досліджує частоту появи комбінацій цифр від 10 до 99 на початку чисел. Він ефективний для виявлення штучних обмежень після досягнення деякого встановленого ліміту. Припустимо, на підприємстві існує особливий порядок звітування по витратах більше 15000 гривень. За підсумками аналізу аудитор з'ясував, що кількість платежів, які починаються з 14 і 13, значно перевищує норму. При цьому платежі, які починаються з 15 і 16, з'являються вкрай рідко. Така ситуація свідчить про можливе штучне заниження сум окремих платежів.

Аналіз «з першої по третю цифру». Тест визначає частоту появи комбінацій цифр від 100 до 999 перших трьох знаках набору даних. Він аналогічний попередньому типу тесту, за винятком того, що вимагає більш значного об'єму початкових даних. Проте цей метод дозволяє більш тонко проводити аналіз і з’ясовувати тенденції, які залишилися б непоміченими при попередніх тестах.

Аналіз «заокруглення». Тест проводиться для того, щоб виміряти частоту появи різних цифр в останніх знаках. Він дозволяє знайти випадки систематичного заокруглення в тих наборах даних, де заокруглень не може бути в принципі (наприклад, пробіг автомобілів, дані лічильників витрачання електроенергії або кількості зроблених копій у копіювальному апараті). У найпростішому випадку частота появи цифри 0 в кінці чисел повинна дорівнювати 10 відсоткам, а комбінації цифр 25, 100, і 1000 – 4, 1 і 0,1 відсотка відповідно.

Застосування комп’ютеризованих методів аудиту (Computer Assisted Auditing Techniques – CAATs), як частини процесу аудиту, полегшило використання складних статистичних інструментів, таких як цифровий аналіз за Законом Бенфорда. Наприклад, аудитору, який застосовує аналіз за Законом Бенфорда, використовуючи програмне забезпечення ACL (http://www.acl.com), потрібно тільки вказати відповідне поле даних, щоб успішно запустити команду. Потім аудитор має вирішити, чи мають бути проведені додаткові процедури перевірки на предмет невідповідності Закону Бенфорда про ймовірність розподілу. Серед внутрішніх аудиторів ACL наразі є ринковим лідером у виявленні запобіганні шахрайства [10]. Кожна з аудиторських фірм «великої четвірки» також використовує ACL при вивченні даних на предмет шахрайства.

Детальніший розгляд основних статистичних припущень показує, що аудитори, які хочуть використовувати Закон Бенфорда, мають знати про можливі втрати через помилку першого типу, що можуть трапитися під час етапу аналізу. (У переважній більшості англомовних джерел з аудиту [6, 8] помилкою першого типу, і відповідно «альфа» ризиком, вважається ризик того, що під час тестів системи контролю аудитор прийде до висновку, що ризик контролю є вищим, ніж насправді, або, у разі процедури по суті, що суттєва помилка існує, коли насправді її немає. Цей вид ризику впливає на економічну доцільність перевірки, оскільки це зазвичай може призвести до додаткової роботи, щоб встановити, що початкові висновки були помилковими.) Ймовірність помилок першого типу в аудиті в цілому досліджувалася раніше, наприклад, у працях [5, 2]).

Статистичні міркування вказують на те, що набагато ймовірніше зробити помилку першого типу, якщо Закон Бенфорда застосовується на основі цифр в числах, порівняно з тестовими методами, які застосовуються статистиками [12].

На стадії аналізу перших цифр за допомогою Закону Бенфорда аудитор має перевірити таку гіпотезу: «Перші цифри в наборі даних розподілені за Законом Бенфорда». Відповідним практичним твердженням буде відсутність шахрайства. Якщо аналіз не підтверджує, що дані в наборі розподілені за Законом Бенфорда, то можливі, наприклад, такі пояснення:

а) дійсно, наявне шахрайство і подальше дослідження це підтвердить;

б) є раціональне пояснення частої появи деяких цифр. Наприклад, якщо фірма за угодою має щоденно сплачувати постачальнику 640 грн., перша цифра «6» може зустрічатися дуже часто.

в) насправді дані відповідають Закону Бенфорда, але через випадковий відбір саме ця група даних – ні. Це і є помилка першого типу.

В останньому випадку аудитору доведеться пробобити додаткову роботу, щоб визначити, яке пояснення є доречнішим для наданої клієнтом ситуації.

Чи можна уникнути такої ситуації, чи зменшити ймовірність її появи? У джерелах з математичної статистики можна знайти придатний, на нашу думку метод, а саме – Критерій Пірсона або критерій χ^2 (хі-квадрат) [9]. У цьому випадку ми можемо підрахувати кількість спостережень, що ми очікували для кожної першої цифри у межах набору даних цього розміру, якщо перші цифри в наборі даних розподілені за Законом Бенфорда, і порівняти їх з числом реально обстежених, підсумувавши результати за допомогою обчисленої χ^2 статистики:

$$\chi^2 обчисл. = \sum((спостережене - очікуване)^2 / очікуване) \qquad (2)$$

де сума є більшою за кожну допустиму цифру або комбінацію цифр. Великі значення цього критерію означатимуть, що дані не є статистично (нормально) розподіленими, і в них є певні відхилення, які можна пояснити шахрайством. Ми порівнюємо підраховані значення з табличними для того, щоб оцінити, чи відповідає наш набір даних критерію Пірсона. Самі таблиці для критерію можна знайти в будь-якому довіднику або книзі зі статистики, наприклад в [1].

Таким чином, ми відкидаємо гіпотезу, якщо значення ймовірності, отримане за результатами наших розрахунків та з таблиць, є меншим за деяку визначену ймовірність помилки першого типу, звичайно, якщо $p < 0,05$.

Цей випадок ілюструє загальний тест відповідності даних до розподілу, запропонованого Законом Бенфорда. Він відповідає перевірці на відхилення від Закону Бенфорда за допомогою одиничного тесту на повному наборі даних. Відхилення гіпотези про розподіл згідно Закону Бенфорда не показує, які цифри представлені занадто часто, а які – недостатньо. Альтернативним тестовим підходом є дослідження цифр – кожної окремо. Для кожної цифри d у наборі $\{1,2,3,.,9\}$ ми перевіряємо, чи з'являється цифра настільки часто, наскільки ми б очікували відповідно до Закону Бенфорда.

Ці тести вже дають набагато більше детальної інформації ніж загальні. Однак, потенційним наслідком є те, що повторення цієї процедури за 9-ма окремими цифрами значно збільшує ймовірність появи хоча б однієї помилки першого типу, коли дані насправді відповідають розподілу за Законом Бенфорда. Дійсно, якщо тест для кожної окремої цифри буде проведено на рівні значущості 0,05 (так, що нульова гіпотеза буде відкинута, коли р-значення є меншим ніж 0,05), тоді ймовірність хоча б однієї помилки першого типу в групі з дев'яти тестів буде дорівнювати $1 - (0,95)^9 = 0,37$. Аудитор, який використовує цей цифровий підхід, буде бачити «фальшиву тривогу» приблизно в 7 разів більше, ніж аудитор, який використовує тільки загальний тест. Важливим (і потенційно шкідливим) побічним результатом частих фальшивих тривог є те, що результат цифрового аналізу може втратити доречність для практикуючих аудиторів, оскільки він дуже рідко вкаже на справді фальсифіковані записи.

Висновки

Аудитори, які використовують Закон Бенфорда, щоб знайти докази фальшивих вхідних даних, мають знати про особливості застосування підходів, що базуються на вивченні частоти появи цифр та на розрахунках статистичних критеріїв. Вони мають зважати на переваги та недоліки зазначених методів і відповідно до цього вибирати, який саме метод потрібно використовувати.

Використання загального тестового підходу за Критерієм Пірсона робить відносно легшим контроль ймовірності помилки першого типу, але результати можуть не бути настільки інформативними, як у випадку, коли спотворені дані реально були.

Використання «цифрового» підходу збільшує шанси помилки першого типу, але також збільшує шанси знайти справді сфальшовані дані. Можливо найбільш розумним підходом буде починати аналіз із загального тестування на відповідність Критерію Пірсона, використавши тест хі-квадрат, а потім продовжити аналізом частоти появи цифр у випадку, якщо виникає певна ймовірність наявності фальшивих даних під час загального аналізу.

Зазначимо, однак, що програмне меню для аналізу за Законом Бенфорда в деяких пакетах програмування (напр. ACL) автоматично застосовує аналіз за цифрами і не передбачає функції для загального хі-квадрат тесту.

Функція розрахунку і таблиці для Критерію Пірсона є стандартними у багатьох розрахункових і статистичних пакетах програмного забезпечення (SPSS, Statistica) і дані зі спеціалізованого аудиторського забезпечення програми ACL можна легко пристосувати (імпортувати) і таким чином перевірити.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983. —416 с.
2. Beck, P.; Solomon, I. Sampling Risks And Audit Consequences Under Alternative Testing Approaches. // The Accounting Review 60 (October), 1985.– Pp.714–723.
3. Benford, F. The Law of Anomalous Numbers. // Proceedings of the American Philosophical Society 78, 1938. – Pp. 551–572.
4. Durtschi, C.; Hillison, W.; Pacini, C. The Effective Use of Benford's Law to assist in detecting fraud in accounting data. // Journal of Forensic Accounting, 2004. – Pp.17-34.
5. Elliott, R.; Rogers, J. Relating Statistical Sampling to Audit Objectives. // Journal of Accountancy 134 (July), – 1972. – Pp. 46–55.
6. Fellingham, John C.; Newman, D. Paul. Strategic Considerations in Auditing. // Accounting Review; Oct1985, Vol. 60 Issue 4, p.634, 17 p.
7. Hill, T. The Significant Digit Phenomenon. // American Mathematical Monthly 102 (4), 1995. – Pp.322–327.
8. Houston, Richard W. The Effects of Fee Pressure and Client Risk on Audit Seniors' Time Budget Decisions.// Auditing; Fall1999, Vol. 18 Issue 2, p.70, 17 p.
9. Keller, G.; Warrack, B. Statistics for Management and Economics. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole-Thomson, 2003.
10. McCollum, T., and D. Salierno. Choosing the right tools. // Internal Auditor 60 (August), 2003. – Pp. 32–43.
11. Nigrini, M., Mittermaier, L. The use of Bedford’s Law as an aid in analytical procedures. // Auditing: A Journal of Practice & Theory 16 (2), 1997. –Pp.52–67.
12. Ott, R. An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis. Belmont, CA: Duxbury Press, 1993.
13. Thibodeau, Jay, Cleary, Richard. Applying Digital Analysis using Benford's Law to Detect Fraud: The Dangers of type I Errors // Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 24, no. 1, 77-81, 2005.

Івахненков Сергій Володимирович – доктор економічних наук, професор кафедри фінасів, Національний університет «Києво-Могилянська Академія», м. Київ

Івахненкова Валентина Володимирівна - кандидат фізико-математичних наук, доцент, професор кафедри суспільно-гуманітарної та фундаментальної підготовки, Житомирський інститут МАУП, м. Житомир

Sergiy Ivakhnenkov – Doctor of Economics, Prof. National University "Kyiv-Mohyla Academy", Kyiv

Valentyna Ivakhnenkova – PhD., Prof. Zhytomyr Institute MAUP, Zhytomyr