

УДК 658

Правдивець Олександр Миколайович

*кандидат військових наук,
завідувач кафедри управління
фінансово-економічної безпеки
Науково-навчального інституту
менеджменту безпеки
ВНЗ Університет економіки та права
«КРОК»*

ORCID: 0000-0001-5242-9683

DOI: 10.25313/economics-2026-3-107-46

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЦІНОУТВОРЕННЯ АУДИТУ ПЕРСОНАЛЬНОГО ВІЙСЬКОВОГО ОБЛІКУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ

Анотація. Вступ. В умовах воєнного стану персональний військовий облік підприємств перетворився на важливий елемент системи економічної безпеки, кадрової стійкості та забезпечення безперервності діяльності суб'єктів господарювання. Зростання кількості регуляторних вимог, рівня відповідальності керівників підприємств і вартості потенційних втрат обумовлює необхідність переходу від традиційних витратних підходів до визначення вартості аудиторських послуг до ризик-орієнтованих моделей ціноутворення, які враховують реальний рівень управлінського ризику.

Мета. Теоретико-методологічне обґрунтування та розроблення математичної моделі ціноутворення аудиту персонального військового обліку підприємств, заснованої на оцінюванні сукупного управлінського ризику.

Матеріали і методи. У дослідженні використано системний, структурно-функціональний, логічний, економіко-математичний, порівняльний та ризик-орієнтований підходи. Застосовано методи наукової абстракції, аналізу та синтезу, математичного моделювання, функціонального аналізу, агрегування ризиків, порівняльного аналізу математичних моделей ціноутворення, а також графічного моделювання для візуалізації результатів дослідження.

Результати. Вперше запропоновано математичну модель ціноутворення аудиту персонального військового обліку підприємств, у якій вартість аудиторського продукту визначається як функція сукупного управлінського ризику. Формалізовано структуру сукупного ризику шляхом агрегування локальних ризиків, що визначаються через ймовірність настання негативної події, масштаб її впливу та критичність наслідків. На основі порівняльного аналізу математичних моделей обґрунтовано доцільність використання мультиплікативної функції типу Cobb–Douglas, яка забезпечує монотонність, масштабованість, економічну інтерпретованість параметрів та можливість логарифмічної трансформації для подальшої статистичної калібровки моделі. Доведено, що економічна цінність аудиту персонального військового обліку визначається не трудомісткістю виконання аудиторських процедур, а його здатністю знижувати сукупний управлінський ризик підприємства. Розроблена модель створює наукове підґрунтя для переходу до ризик-орієнтованого ціноутворення аудиторських продуктів та може бути використана як основа для створення цифрових калькуляторів вартості аудиту, автоматизованих систем підтримки управлінських рішень і методик економічного обґрунтування вартості спеціалізованих аудиторських послуг. Наукова новизна одержаних результатів полягає у розробленні нового ризик-орієнтованого підходу до ціноутворення аудиту персонального військового обліку, який, на відміну від існуючих витратних, погодинних та лінійних моделей, базується на кількісному оцінюванні сукупного управлінського ризику із застосуванням мультиплікативної математичної функції. Запропонована модель може бути використана консалтинговими компаніями, внутрішніми аудиторами, службами економічної безпеки підприємств, суб'єктами аудиторської діяльності та розробниками цифрових



Copyright © The Author(s).

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

інформаційних систем для формування прозорого, економічно обґрунтованого механізму визначення вартості аудиту персонального військового обліку.

Перспективи. Подальші наукові дослідження доцільно спрямувати на емпіричну верифікацію моделі, статистичне оцінювання її параметрів, розроблення галузевих методик визначення ризикових коефіцієнтів, створення цифрових калькуляторів вартості аудиту та інтеграцію запропонованої моделі до систем управління економічною безпекою підприємств.

Ключові слова: ціноутворення, математична модель, сукупний управлінський ризик, аудит військового обліку, ризик-орієнтований підхід, воєнний стан.

Постановка проблеми. Воєнний стан суттєво трансформував роль персонального військового обліку на підприємствах, перетворивши його з формальної кадрової функції на критичний елемент системи управління персоналом, економічної безпеки та безперервності діяльності. Посилення мобілізаційних процесів, зростання інтенсивності контрольних заходів, а також персоналізація управлінської відповідальності керівників підприємств зумовлюють підвищення рівня управлінських і правових ризиків у цій сфері. За таких умов аудит персонального військового обліку перестає бути суто процедурною перевіркою відповідності документів вимогам законодавства і набуває ознак ризик-орієнтованого управлінського інструменту. Водночас практика формування вартості аудиторських послуг у зазначеній сфері залишається переважно витратною або погодинною, що не дозволяє адекватно відобразити складність управлінського контексту, масштаби потенційних наслідків та рівень відповідальності керівника. Таким чином, виникає методологічна суперечність між реальною економічною цінністю аудиту військового обліку як інструменту зниження управлінських ризиків та способами її вартісної оцінки. Подолання цієї суперечності потребує розроблення та наукового обґрунтування математичної моделі ціноутворення, яка б безпосередньо пов'язувала вартість аудиторського продукту з рівнем сукупного управлінського ризику.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика ціноутворення аудиторських послуг традиційно досліджується в межах економіки аудиту та ринку професійних послуг. Однією з перших фундаментальних праць у цьому напрямі є дослідження D. Simunic [1], у якому запропоновано емпіричну модель формування аудиторських гонорарів (audit fees) залежно від характеристик клієнта та ризику аудиторської перевірки. Подальший розвиток теорії ціноутворення аудиторських послуг пов'язаний із працями L. DeAngelo [2], яка обґрунтувала взаємозв'язок між якістю аудиту, розміром аудиторської фірми та структурою ринку аудиторських послуг. Теоретичне підґрунтя ризик-орієнтованого підходу формує кількісна теорія ризику, започаткована S. Kaplan та B. Garrick [3], які визначили ризик як поєднання можливого сценарію, ймовірності його реалізації та наслідків. Подальший розвиток концепції ризику здійснено у працях T. Aven [4], де систематизовано сучасні підходи до трактування ризику як характеристики невизначеності управлінських рішень. Нормативне закріплення принципів ризик-менеджменту забезпечує міжнародний стандарт ISO 31000:2018 [5], який визначає загальні вимоги до процесів ідентифікації, оцінювання та управління ризиками. У сфері аудиту концепція ризик-орієнтованого підходу знайшла відображення у Міжнародній професійній практичній рамці (IPPF) Інституту внутрішніх аудиторів [6] та отримала подальший розвиток у працях D. Griffiths [7], який обґрунтував методологію risk-based auditing як інструменту концентрації аудиторських процедур на найбільш критичних ризиках діяльності організації. Важливе значення для розвитку досліджуваної проблематики має фінансова концепція risk-adjusted pricing (ціноутворення з урахуванням ризику), відповідно до якої ціна продукту або послуги формується з урахуванням рівня ризику. Теоретичні засади цього підходу розкрито у працях N. Doherty [8] та J. Hull [9], а його розвиток у сфері корпоративних фінансів представлено в роботах T. Copeland, J. Weston та K. Shastri [10], які довели залежність економічної вартості управлінських рішень від величини прийнятого ризику. З математичної точки зору побудова мультиплікативних моделей ґрунтується на виробничій функції Cobb–Douglas [11], яка характеризується економічною інтерпретованістю параметрів, можливістю логарифмічної трансформації, оцінювання еластичності факторів та подальшої статистичної калібровки моделі. Саме ці властивості зумовили широке використання функцій типу Cobb–Douglas у сучасних економіко-математичних дослідженнях. Новітні наукові праці (2023–2025 рр.) свідчать про суттєве розширення переліку факторів, що впливають на величину audit fees. Зокрема, B. Xue та N. O'Sullivan [12] досліджують вплив ризику, корпоративного управління та характеристик аудиторської фірми на формування вартості аудиту; E. Yeboah та співавтори [13] аналізують взаємозв'язок між галузевою спеціалізацією аудитора, тривалістю підготовки аудиторського висновку та рівнем аудиторських гонорарів; M. Subedi [14] систематизує сучасні детермінанти audit fees із використанням методів машинного навчання; H. Xu [15] обґрунтовує вплив регуляторної інтенсивності на зміну вартості аудиторських послуг. Аналітичні матеріали Audit Analytics [16] також підтверджують стійку тенденцію до зростання аудиторських гонорарів під впливом ускладнення нормативно-правового середовища та підвищення регуляторних вимог. Окремі аспекти ризик-орієнтованого аудиту персонального військового обліку підприємств висвітлено у попередніх дослідженнях автора [17], де аудит обґрунтовано як інструмент

управління мобілізаційними, кадровими та правовими ризиками підприємства. Проте питання математичного моделювання вартості такого аудиту як функції сукупного управлінського ризику залишалося нерозкритим. Отже, аналіз наукової літератури засвідчив, що сучасні дослідження сформували ґрунтовне теоретико-методологічне підґрунтя для розвитку теорії ціноутворення аудиторських послуг, кількісної теорії ризику, ризик-орієнтованого аудиту та концепції risk-adjusted pricing (ціноутворення з урахуванням ризику). Водночас у науковій літературі відсутній інтегрований економіко-математичний підхід до визначення вартості аудиту персонального військового обліку підприємств як функції сукупного управлінського ризику. Запропоноване дослідження спрямоване на усунення цієї наукової прогалини шляхом розроблення математичної моделі ризик-орієнтованого ціноутворення аудиту персонального військового обліку підприємств.

Метою статті розроблення математичної моделі ціноутворення аудиторських продуктів у сфері персонального військового обліку на підприємствах як функції сукупного управлінського ризику.

Матеріали і методи. Методологічною основою дослідження стали методи наукового пізнання: аналізу та синтезу, математичного моделювання, кількісні методи аналізу, системний, структурний, процесний, математичний, адаптивний, ризико-орієнтований, комплексний наукові підходи.

Виклад основного матеріалу дослідження. У сучасній практиці вартість аудиторських послуг традиційно визначається на основі витратних підходів, які враховують трудомісткість аудиторських процедур, витрати робочого часу, кваліфікацію аудиторів та організаційну складність виконання робіт. Такий підхід є обґрунтованим для більшості видів аудиту, оскільки їх основним результатом виступає підтвердження достовірності інформації або перевірка відповідності встановленим вимогам. Водночас аудит персонального військового обліку підприємств має іншу економічну природу. Його основною цінністю є не кількість перевірених документів чи виконаних процедур, а здатність своєчасно виявляти, оцінювати та мінімізувати управлінські ризики, пов'язані з порушенням вимог законодавства у сфері військового обліку. Результатом такого аудиту є не лише встановлення фактів невідповідності, а й формування управлінських рішень, спрямованих на зниження ризику застосування адміністративної відповідальності, втрати кадрової стійкості, порушення безперервності діяльності підприємства та інших негативних наслідків. За таких умов економічна цінність аудиту визначається не обсягом виконаних аудиторських процедур, а величиною управлінського ризику, який він дозволяє виявити та знизити. Такий підхід відповідає сучасній концепції ризик-орієнтованого аудиту та принципам risk-adjusted pricing, відповідно до яких вартість професійних послуг повинна враховувати рівень ризику, що є об'єктом управління [6–10], а також узгоджується з результатами попередніх досліджень автора щодо ризик-орієнтованого аудиту персонального військового обліку підприємств [17]. Отже, вихідною науковою гіпотезою цього дослідження є припущення, що вартість аудиту персонального військового обліку повинна визначатися як функція сукупного управлінського ризику підприємства. Формально зазначену залежність можна подати у вигляді:

$$P_{rice} = f(R_{\Sigma}), \quad (1)$$

де P_{rice} — вартість аудиторського продукту;

R_{Σ} — сукупний управлінський ризик, пов'язаний з організацією та веденням персонального військового обліку на підприємстві.

Сукупний управлінський ризик у сфері персонального військового обліку пропонується розглядати як інтегральну ймовірнісно-економічну характеристику, що відображає загальний рівень управлінської небезпеки, сформований сукупною дією взаємопов'язаних локальних ризиків, які виникають у процесі організації та ведення персонального військового обліку на підприємстві [3–5]. На відміну від окремих операційних або фінансових ризиків, ризики у сфері персонального військового обліку не існують ізольовано. Недоліки в організації одного процесу можуть одночасно породжувати декілька негативних наслідків: адміністративну відповідальність посадових осіб, втрату можливості бронювання працівників, порушення кадрової стійкості, зниження безперервності діяльності підприємства, виникнення додаткових фінансових витрат та репутаційних втрат. Саме тому об'єктом математичного моделювання є не окремий ризик, а їх інтегральна сукупність. Таким чином, сукупний управлінський ризик характеризує потенційну величину негативного впливу всієї системи персонального військового обліку на економічну безпеку підприємства та відображає результат одночасної дії локальних ризиків різної природи. На відміну від окремих операційних або фінансових ризиків, сукупний управлінський ризик у сфері персонального військового обліку характеризується: високим рівнем персоналіфікації відповідальності керівника підприємства; безпосередньою залежністю від змін нормативно-правового та регуляторного середовища; нелінійним характером взаємодії окремих ризиків та їх наслідків; впливом на кадрову стійкість і безперервність діяльності підприємства; системним характером впливу на економічну безпеку підприємства в умовах воєнного стану. Оскільки сукупний управлінський ризик формується під впливом множини локальних ризиків, кожний із яких характеризується різною ймовірністю виникнення, масштабом впливу та управлінською значущістю, його доцільно визначати шляхом агрегування окремих ризикових компонентів. Такий підхід відповідає

сучасним принципам кількісного аналізу ризиків, згідно з якими інтегральний показник формується як зважена комбінація окремих факторів ризику [3–5]. З метою врахування неоднакової важливості окремих локальних ризиків у загальній структурі управлінської небезпеки пропонується використовувати вагові коефіцієнти, які відображають відносний внесок кожного ризику у формування сукупного управлінського ризику підприємства. Значення вагових коефіцієнтів можуть визначатися експертним методом, статистичним аналізом або на основі результатів подальших емпіричних досліджень. Таким чином, сукупний управлінський ризик доцільно визначати як агрегований показник локальних ризиків:

$$R_{\Sigma} = \sum_{j=1}^m w_j R_j \quad (2)$$

де w_j — вагові коефіцієнти значущості окремих ризиків;

R_j — локальний ризик.

Отже, сукупний управлінський ризик є інтегральною характеристикою ризикового стану системи персонального військового обліку підприємства та відображає сумарний результат впливу всіх локальних ризиків з урахуванням їх відносної значущості. Наступним етапом побудови математичної моделі є формалізація локального управлінського ризику. Сукупний управлінський ризик підприємства формується під впливом окремих локальних ризиків, кожний із яких характеризує конкретну потенційну загрозу, пов'язану з організацією та веденням персонального військового обліку. До таких ризиків можуть належати порушення порядку ведення військового обліку, несвоєчасне подання повідомлень, недоліки у веденні облікових документів, помилки під час оформлення бронювання, невиконання вимог нормативно-правових актів та інші фактори, що здатні негативно вплинути на кадрову стійкість і економічну безпеку підприємства. Відповідно до сучасної кількісної теорії ризику, започаткованої S. Kaplan та B. Garrick [3] і розвиненої у подальших дослідженнях [4; 5], кожний локальний ризик доцільно оцінювати за трьома взаємопов'язаними характеристиками: ймовірністю виникнення негативної події, масштабом її впливу та критичністю можливих наслідків. На відміну від класичних моделей кількісного оцінювання ризику, які переважно ґрунтуються на двофакторному підході Probability $\times$ Impact, у цьому дослідженні запропоновано трифакторну модель Probability $\times$ Impact $\times$ Criticality. Введення параметра Criticality обумовлено специфікою персонального військового обліку підприємств, де однакові за ймовірністю та масштабом впливу ризикові події можуть суттєво відрізнятися за своїми стратегічними наслідками для кадрової стійкості, безперервності діяльності, виконання мобілізаційних завдань та економічної безпеки підприємства. Це дозволяє підвищити адекватність кількісної оцінки ризику та адаптувати класичну модель до особливостей предметної області. Такий підхід забезпечує комплексне оцінювання ризику, оскільки враховує не лише можливість його реалізації, а й потенційний економічний та управлінський ефект. Для інтеграції зазначених характеристик використовується мультиплікативна модель. Її застосування обумовлено тим, що ризик виникає лише за одночасної наявності всіх трьох складових. Якщо хоча б одна з них набуває мінімального значення, інтегральний рівень локального ризику відповідно зменшується. Крім того, мультиплікативна форма дозволяє адекватно відобразити ефект взаємного підсилення окремих характеристик ризику та відповідає сучасним підходам до кількісного оцінювання ризиків [3–5]. З урахуванням зазначеного локальний управлінський ризик визначається за формулою:

$$R_j = P_j \times I_j \times C_j \quad (3)$$

де: P_j — ймовірність реалізації ризику;

I_j — масштаб впливу ризику на діяльність підприємства;

C_j — критичність наслідків ризику для керівника підприємства.

У запропонованій моделі локальний управлінський ризик характеризується трьома взаємодоповнюючими параметрами: ймовірністю виникнення ризикової події (P_j), масштабом її впливу (I_j) та критичністю наслідків для діяльності підприємства (C_j). Ймовірність виникнення ризику (P_j) характеризує можливість реалізації конкретної ризикової події у процесі організації та ведення персонального військового обліку. Її величина визначається з урахуванням фактичного стану системи військового обліку, наявності типових порушень, результатів попередніх перевірок, рівня організації внутрішнього контролю та інших факторів, що впливають на можливість виникнення порушення. Масштаб впливу (I_j) характеризує силу негативного впливу ризикової події на діяльність підприємства у разі її реалізації. При цьому оцінюється не сам факт порушення, а величина його потенційного впливу на функціонування підприємства, включаючи можливі фінансові втрати, адміністративні санкції, порушення виробничих процесів, втрату кадрової стійкості та інші негативні наслідки. Критичність наслідків (C_j) відображає стратегічну значущість ризику для економічної безпеки підприємства. На відміну від масштабу впливу, який характеризує інтенсивність окремої події, критичність визначає здатність відповідного ризику порушити досягнення стратегічних цілей підприємства, вплинути на безперервність його діяльності, виконання мобілізаційних завдань, функціонування критично важливих бізнес-процесів та забезпечення кадрової стійкості. Таким чином, параметри (I_j) та (C_j) не є тотожними. Перший характеризує величину безпосереднього негативного впливу окремої

події, тоді як другий відображає стратегічну важливість її наслідків для функціонування підприємства в цілому. Саме розмежування цих двох характеристик дозволяє більш повно оцінити управлінський ризик та підвищує точність побудованої математичної моделі. Отже, R_{Σ} відображає інтегральний рівень управлінської загрози, що виникає внаслідок недосконалої організації військового обліку.

Далі постає питання: якою має бути функція $f(R_{\Sigma})$? Можливі альтернативи — лінійна модель:

$$P_{rice} = a + bR_{\Sigma}. \quad (4)$$

Аддитивна модель із коригуючими надбавками або мультиплікативна (risk-adjusted) модель. Лінійна модель є недостатньо чутливою до комбінації кількох ризиків високої критичності. Вона передбачає пропорційне зростання вартості, тоді як у реальних умовах воєнного стану спостерігається ефект посилення (синергії) ризиків.

Таблиця 1

Порівняльний аналіз математичних моделей ціноутворення аудиту персонального військового обліку

Математична модель	Переваги	Недоліки	Придатність для ризик-орієнтованого ціноутворення
Лінійна	Простота побудови та розрахунку	Не враховує синергетичний ефект взаємодії ризиків; передбачає пропорційне зростання вартості	Низька
Аддитивна	Дозволяє враховувати окремі фактори через систему надбавок	Недостатньо відображає взаємний вплив ризиків; складно забезпечити масштабованість	Середня
Мультиплікативна (Cobb–Douglas)	Враховує взаємодію ризиків; забезпечує монотонність, масштабованість, логарифмічну трансформацію та оцінювання еластичності	Потребує калібрування параметрів моделі	Висока

Джерело: узагальнено автором на основі [1–11]

Як свідчать результати порівняльного аналізу, найбільш придатною для моделювання вартості аудиту персонального військового обліку є мультиплікативна функція типу Cobb–Douglas. На відміну від лінійної та аддитивної моделей, вона дозволяє адекватно відобразити нелінійний характер впливу сукупного управлінського ризику на вартість аудиторського продукту, забезпечує економічну інтерпретованість параметрів, масштабованість моделі та можливість її подальшої статистичної калібровки. З урахуванням цього доцільним є використання мультиплікативної моделі, що відповідає концепції risk-adjusted pricing [9–10] та математичній природі функцій Cobb–Douglas [11]. Вибір мультиплікативної функції типу Cobb–Douglas обумовлений її теоретичними та прикладними властивостями. По-перше, модель забезпечує монотонний характер залежності, за якого збільшення будь-якого ризикового параметра приводить до відповідного зростання вартості аудиторського продукту. По-друге, вона має економічно інтерпретовані параметри, що дозволяє кількісно оцінювати внесок окремих факторів ризику у формування кінцевої вартості. По-третє, функція допускає логарифмічну трансформацію, яка забезпечує можливість оцінювання еластичності факторів та подальшої статистичної калібровки моделі. Крім того, мультиплікативна структура природно відображає взаємне підсилення окремих ризиків, що є характерним для складних управлінських систем в умовах воєнного стану. Саме ці властивості зумовили вибір функції Cobb–Douglas як математичної основи запропонованої моделі ціноутворення.

$$P_{rice} = B \cdot K(R_{\Sigma}) \quad (5)$$

де B — базова ціна; $K(R_{\Sigma})$ — коефіцієнт, що відображає масштабування вартості залежно від рівня ризику. Оскільки R_{Σ} може набувати різних значень залежно від кількості ризиків та шкали оцінювання, його необхідно нормалізувати:

$$\tilde{R} = \frac{R_{\Sigma} - R_{\min}}{R_{\max} - R_{\min}}. \quad (6)$$

Тоді коефіцієнт масштабування може бути заданий як:

$$K(R_{\Sigma}) = 1 + \alpha \tilde{R} \quad (7)$$

де α — параметр чутливості моделі.

У загальному вигляді модель ціноутворення набуває форми:

$$Price = B \cdot \left(1 + \alpha \frac{R_{\Sigma} - R_{\min}}{R_{\max} - R_{\min}} \right). \quad (8)$$

Запропонований підхід узгоджується із сучасними дослідженнями детермінант вартості аудиту, відповідно до яких ціна аудиторських послуг залежить від сукупності ризикових характеристик клієнта та регуляторного середовища [12–16]. З урахуванням того, що сукупний ризик складається з декількох структурних компонентів (управлінський, кадровий, регуляторний, призовний тощо), доцільно перейти до декомпозиційної форми:

$$Price = B \cdot K_R \cdot K_C \cdot K_M \cdot K_P \cdot K_U, \quad (9)$$

де кожен коефіцієнт відображає окрему складову ризикового середовища. Запропонована модель відповідає основним вимогам, які висуваються до економіко-математичних моделей ціноутворення. По-перше, вона є монотонною, оскільки збільшення будь-якого ризикового коефіцієнта призводить до зростання вартості аудиторського продукту. По-друге, модель характеризується масштабованістю, що дозволяє включати додаткові ризикові фактори без зміни її математичної структури. По-третє, вона забезпечує економічну інтерпретованість кожного коефіцієнта, який відображає окрему складову ризикового середовища. По-четверте, функція допускає логарифмічну трансформацію, що створює передумови для статистичного оцінювання параметрів та емпіричної калібровки моделі. Нарешті, мультиплікативний характер моделі дозволяє відобразити ефект взаємного підсилення окремих ризиків, який характерний для систем управління підприємствами в умовах воєнного стану. Таким чином, мультиплікативна форма обрана з огляду на: монотонність: зростання будь-якого ризику збільшує ціну; ідентифікованість: кожен коефіцієнт має економічну інтерпретацію; чутливість: модель реагує на зміну навіть одного критичного параметра; масштабованість: можливість додавання нових факторів без руйнування структури. Для аналізу властивостей моделі зручно перейти до логарифмічної форми:

$$\ln Price = \ln B + \sum_{i=1}^n \ln K_i. \quad (10)$$

Це дозволяє трактувати вплив кожного коефіцієнта як адитивний у логарифмічному просторі та застосовувати інструментарій еластичності:

$$\varepsilon_i = \frac{\partial \ln Price}{\partial \ln K_i}. \quad (11)$$

Таким чином, модель набуває властивостей, притаманних сучасним системам ціноутворення з урахуванням ризику. Такий підхід традиційно використовується при дослідженні виробничих функцій типу Cobb–Douglas та моделей ризик-орієнтованого ціноутворення [9–12]. Отже, отримана математична модель відображає економічну логіку ризик-орієнтованого аудиту: вартість аудиторського продукту є функцією не витрат часу, а рівня сукупного управлінського ризику, що дозволяє подолати суперечність між економічною сутністю аудиту як інструменту зниження ризиків і традиційними витратними підходами до формування його вартості.

Висновки. У результаті проведеного дослідження досягнуто поставленої мети щодо теоретико-методологічного обґрунтування та розроблення математичної моделі ціноутворення аудиту персонального військового обліку підприємств як функції сукупного управлінського ризику. На основі положень теорії ризику, концепції risk-based auditing та сучасних підходів до risk-adjusted pricing обґрунтовано доцільність використання мультиплікативної математичної моделі для визначення вартості аудиторського продукту в умовах воєнного стану. Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що вперше запропоновано математичну модель ціноутворення аудиту персонального військового обліку підприємств, у якій вартість аудиторського продукту визначається як функція сукупного управлінського ризику. На відміну від існуючих витратних, погодинних та лінійних моделей, запропонований підхід базується на мультиплікативній функції типу Cobb–Douglas, що забезпечує кількісне врахування впливу локальних ризиків, масштабованість моделі, можливість логарифмічної трансформації та її використання в автоматизованих системах розрахунку вартості аудиторських послуг. Доведено, що традиційні витратні та погодинні підходи до формування вартості аудиторських послуг не відображають реального рівня управлінських, правових і кадрових ризиків, пов'язаних з організацією та веденням персонального військового обліку. В умовах посилення мобілізаційних процесів, персоналізації відповідальності керівників підприємств і зростання регуляторного навантаження аудит у цій сфері набуває характеру інструменту управління сукупним ризиком, а не лише процедури перевірки відповідності вимогам законодавства. Обґрунтовано доцільність розгляду вартості аудиторського продукту як функції сукупного управлінського ризику. Сукупний ризик формалізовано шляхом агрегування локальних ризиків, що визначаються як добуток ймовірності настання негативної події, масштабу її впливу

та критичності наслідків. Такий підхід забезпечує кількісне оцінювання рівня управлінської загрози та створює наукове підґрунтя для встановлення функціональної залежності між ризиком і вартістю аудиторського продукту. Доведено, що економічна цінність аудиту персонального військового обліку визначається не обсягом виконаних аудиторських процедур, а його здатністю знижувати сукупний управлінський ризик підприємства. Саме ця закономірність покладена в основу запропонованої математичної моделі та визначає її принципову відмінність від традиційних витратних і погодинних підходів до формування вартості аудиторських послуг. Обґрунтовано переваги мультиплікативної моделі ціноутворення порівняно з лінійними та адитивними моделями. Запропонована модель забезпечує монотонність залежності між рівнем ризику та вартістю аудиту, економічну інтерпретованість кожного коефіцієнта, чутливість до змін окремих ризикових факторів, масштабованість структури та можливість логарифмічної трансформації для подальшого статистичного оцінювання параметрів і калібрування моделі. Мультиплікативний характер функції дозволяє адекватно відобразити ефект взаємного підсилення ризиків, характерний для складних організаційно-управлінських систем в умовах воєнного стану. Теоретичне значення отриманих результатів полягає у розвитку концепції ризик-орієнтованого аудиту персонального військового обліку шляхом її доповнення економіко-математичним інструментарієм ризик-орієнтованого ціноутворення аудиторських продуктів. Запропонований підхід формує методологічну основу для подальших досліджень взаємозв'язку між управлінським ризиком, економічною безпекою підприємства та вартістю спеціалізованих аудиторських послуг. Практичне значення дослідження полягає у можливості використання запропонованої моделі консалтинговими компаніями, внутрішніми аудиторами, службами економічної безпеки підприємств та розробниками цифрових інформаційних систем для формування прозорого, об'єктивного й економічно обґрунтованого механізму визначення вартості аудиту персонального військового обліку. Запропонована математична модель створює теоретичне підґрунтя для формування нового напрямку наукових досліджень — ризик-орієнтованого ціноутворення аудиторських продуктів, у межах якого визначення вартості аудиту базується на оцінюванні сукупного управлінського ризику підприємства. Подальші дослідження доцільно спрямувати на емпіричну верифікацію параметрів моделі, статистичне оцінювання її коефіцієнтів, розроблення галузевих методик визначення ризикових параметрів, створення цифрових калькуляторів вартості аудиту та інтеграцію моделі до систем управління економічною безпекою підприємств. Таким чином, у сучасних умовах воєнного стану ціноутворення аудиту персонального військового обліку повинно ґрунтуватися не на оцінюванні трудомісткості аудиторських процедур, а на економічній оцінці рівня сукупного управлінського ризику, який цей аудит дозволяє знизити.

ДОДАТКОВА ІНФОРМАЦІЯ

ФІНАНСУВАННЯ: Автори не отримували фінансування для цього дослідження.

ЗАЯВА ПРО ДОСТУПНІСТЬ ДАНИХ: Не застосовується.

КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ: Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Література

1. Simunic D.A. The Pricing of Audit Services: Theory and Evidence. *Journal of Accounting Research*. 1980. Vol. 18, No. 1. P. 161–190. DOI: <https://doi.org/10.2307/2490397>
2. DeAngelo L. E. Auditor Size and Audit Quality. *Journal of Accounting and Economics*. 1981. Vol. 3, No. 3. P. 183–199. DOI: [https://doi.org/10.1016/0165-4101\(81\)90002-1](https://doi.org/10.1016/0165-4101(81)90002-1)
3. Kaplan S., Garrick B. On the Quantitative Definition of Risk. *Risk Analysis*. 1981. Vol. 1, No. 1. P. 11–27. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.1981.tb01350.x>
4. Aven T. The Risk Concept — Historical and Recent Development Trends. *Reliability Engineering & System Safety*. 2012. Vol. 99. P. 33–44. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.res.2011.11.006>
5. ISO 31000:2018. *Risk Management — Guidelines*. Geneva: International Organization for Standardization, 2018. URL: <https://www.iso.org/standard/65694.html> (дата звернення: 25.02.2026)
6. *International Professional Practices Framework (IPPF)*. Altamonte Springs, FL: The Institute of Internal Auditors, 2017. 204 p.
7. Griffiths P. *Risk-Based Auditing*. 3rd ed. London: Routledge, 2016. 236 p.
8. Doherty N.A. *Integrated Risk Management: Techniques and Strategies for Managing Corporate Risk*. New York: McGraw-Hill, 2000. 646 p.
9. Hull J. C. *Risk Management and Financial Institutions*. 5th ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2018. 832 p.
10. Copeland T.E., Weston J.F., Shastri K. *Financial Theory and Corporate Policy*. 4th ed. Boston: Pearson Addison-Wesley, 2005. 1000 p.

11. Cobb C. W., Douglas P. H. A Theory of Production. *American Economic Review*. 1928. Vol. 18, No. 1. P. 139–165. URL: <https://www.jstor.org/stable/1811556> (дата звернення: 25.02.2026)
12. Xue B., O'Sullivan N. The Determinants of Audit Fees in the Alternative Investment Market (AIM) in the UK: Evidence on the Impact of Risk, Corporate Governance and Auditor Size. *Journal of International Accounting, Auditing and Taxation*. 2023. Vol. 50. Article 100523. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.intaccaudtax.2023.100523>
13. Yeboah E. N., Addai B., Appiah K. O. Audit Pricing Puzzle: Do Audit Firm Industry Specialization and Audit Report Lag Matter? *Cogent Business & Management*. 2023. Vol. 10, No. 1. Article 2172013. DOI: <https://doi.org/10.1080/23311975.2023.2172013>
14. Subedi M. Principles Based Accounting Standards, Audit Fees and Going Concern: Evidence Using Advanced Machine Learning. *International Journal of Accounting & Information Management*. 2024. Vol. 32, No. 2. P. 308–344. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJAIM-02-2023-0026>
15. Xu H. Regulatory Intensity and Audit Fees. *International Journal of Auditing*. 2025. Vol. 29, No. 1. P. 92–110. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijau.12362>
16. 2023 Audit Fees Report. Audit Analytics, 2023. 20 p. URL: https://www.auditanalytics.com/doc/2023_Audit_Fees_Report.pdf (дата звернення: 25.02.2026)
17. Правдивець О.М. Ризик-орієнтований аудит персонального військового обліку на підприємствах в умовах воєнного стану. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2026. № 1(81). С. 222–228. DOI: <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2026-81-222-228>

References

1. Simunic, D. A. (1980). The pricing of audit services: Theory and evidence. *Journal of Accounting Research*, 18(1), 161–190. <https://doi.org/10.2307/2490397>
2. DeAngelo, L. E. (1981). Auditor size and audit quality. *Journal of Accounting and Economics*, 3(3), 183–199. [https://doi.org/10.1016/0165-4101\(81\)90002-1](https://doi.org/10.1016/0165-4101(81)90002-1)
3. Kaplan, S., & Garrick, B. J. (1981). On the quantitative definition of risk. *Risk Analysis*, 1(1), 11–27. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.1981.tb01350.x>
4. Aven, T. (2012). The risk concept — Historical and recent development trends. *Reliability Engineering & System Safety*, 99, 33–44. <https://doi.org/10.1016/j.res.2011.11.006>
5. International Organization for Standardization. (2018). *ISO 31000:2018. Risk management — Guidelines*. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/65694.html>
6. Institute of Internal Auditors. (2017). *International professional practices framework (IPPF)*. The Institute of Internal Auditors.
7. Griffiths, P. (2016). *Risk-based auditing* (3rd ed.). Routledge.
8. Doherty, N. A. (2000). *Integrated risk management: Techniques and strategies for managing corporate risk*. McGraw-Hill.
9. Hull, J. C. (2018). *Risk management and financial institutions* (5th ed.). John Wiley & Sons.
10. Copeland, T. E., Weston, J. F., & Shastri, K. (2005). *Financial theory and corporate policy* (4th ed.). Pearson Addison-Wesley.
11. Cobb, C. W., & Douglas, P. H. (1928). A theory of production. *American Economic Review*, 18(1), 139–165. <https://www.jstor.org/stable/1811556>
12. Xue, B., & O'Sullivan, N. (2023). The determinants of audit fees in the Alternative Investment Market (AIM) in the UK: Evidence on the impact of risk, corporate governance and auditor size. *Journal of International Accounting, Auditing and Taxation*, 50, Article 100523. <https://doi.org/10.1016/j.intaccaudtax.2023.100523>
13. Yeboah, E. N., Addai, B., & Appiah, K. O. (2023). Audit pricing puzzle: Do audit firm industry specialization and audit report lag matter? *Cogent Business & Management*, 10(1), Article 2172013. <https://doi.org/10.1080/23311975.2023.2172013>
14. Subedi, M. (2024). Principles based accounting standards, audit fees and going concern: Evidence using advanced machine learning. *International Journal of Accounting & Information Management*, 32(2), 308–344. <https://doi.org/10.1108/IJAIM-02-2023-0026>
15. Xu, H. (2025). Regulatory intensity and audit fees. *International Journal of Auditing*, 29(1), 92–110. <https://doi.org/10.1111/ijau.12362>
16. Audit Analytics. (2023). *2023 audit fees report*. https://www.auditanalytics.com/doc/2023_Audit_Fees_Report.pdf
17. Pravdyvets, O. M. (2026). Ryzik-oriientovanyi audyt personalnoho viiskovoho obliku na pidpriemstvakh v umovakh voiennoho stanu [Risk-oriented audit of personal military registration at enterprises under martial law]. *Vcheni zapysky Universytetu "KROK"*, 1(81), 222–228. <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2026-81-222-228>

Дата першого надходження статті до видання: 27.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.03.2026

Дата публікації: 31.03.2026

Pravdyvets Oleksandr

*Candidate of Military Sciences,
Head of the Department of Management of
Financial and Economic Security
Scientific and Educational Institute of
Security Management
University of Economics and Law "KROK"*

MATHEMATICAL MODEL OF PRICING OF PERSONAL MILITARY ACCOUNTING AUDIT AT ENTERPRISES

Summary. Introduction. Under martial law, personnel military registration at enterprises has become an essential component of the system of economic security, workforce resilience, and business continuity. The growing number of regulatory requirements, the increasing liability of enterprise managers, and the rising cost of potential losses necessitate a transition from traditional cost-based approaches to audit pricing toward risk-oriented pricing models that adequately reflect the actual level of managerial risk.

Purpose. To provide a theoretical and methodological foundation for, and to develop, a mathematical pricing model for the audit of personnel military registration at enterprises based on the assessment of aggregate managerial risk.

Materials and Methods. The study employed systemic, structural-functional, logical, economic-mathematical, comparative, and risk-oriented approaches. The research methodology included scientific abstraction, analysis and synthesis, mathematical modelling, functional analysis, risk aggregation, comparative analysis of mathematical pricing models, and graphical modelling for the visualization of research findings.

Results. For the first time, a mathematical pricing model for the audit of personnel military registration at enterprises has been developed, in which the audit fee is determined as a function of aggregate managerial risk. The structure of aggregate risk has been formalized through the aggregation of local risks defined by the probability of an adverse event, the magnitude of its impact, and the severity of its consequences. Based on a comparative analysis of mathematical pricing models, the suitability of the Cobb–Douglas multiplicative function has been substantiated due to its monotonicity, scalability, economic interpretability of parameters, and the possibility of logarithmic transformation for subsequent statistical calibration. It has been demonstrated that the economic value of an audit of personnel military registration is determined not by the labour intensity of audit procedures but by its ability to reduce the enterprise's aggregate managerial risk. The proposed model establishes a theoretical foundation for the transition to risk-oriented pricing of audit services and may serve as the basis for developing digital audit pricing calculators, automated decision-support systems, and methodologies for the economic justification of specialized audit service fees. The scientific novelty of the study lies in the development of a new risk-oriented approach to pricing the audit of personnel military registration, which, unlike traditional cost-based, hourly, and linear pricing models, is based on the quantitative assessment of aggregate managerial risk using a multiplicative mathematical function. The proposed model may be applied by consulting companies, internal auditors, enterprise economic security units, audit firms, and developers of digital information systems to establish a transparent, economically justified mechanism for determining the price of personnel military registration audits.

Prospects. Future research should focus on the empirical validation of the proposed model, statistical estimation of its parameters, the development of industry-specific methodologies for determining risk coefficients, the creation of digital audit pricing calculators, and the integration of the proposed model into enterprise economic security management systems.

Key words: pricing, mathematical model, aggregate management risk, personal military registration audit, risk-based approach, martial law.



Copyright © The Author(s).

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)