

DOI 10.32782/city-development.2025.3-2

УДК 658.355

ІНТЕГРАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ МОДЕЛЮВАННЯ ОЦІНЮВАННЯ КОРУПЦІЙНИХ РИЗИКІВ У ЗАГАЛЬНИЙ ІНДЕКС ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА

Бован Олег Олексійович

провідний професіонал з антикорупційної діяльності

ДП «Енергоринок»

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-5574-1276>**Гривківська Оксана Василівна**

доктор економічних наук, професор,

професор кафедри економіки і права

Національний університет харчових технологій

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4160-5914>

Анотація. У статті обґрунтовано, що корупційні ризики є однією з найбільш небезпечних загроз економічній безпеці підприємства, оскільки вони безпосередньо підривають його стабільність та конкурентоспроможність. Представлено економіко-математичну модель оцінки корупційних ризиків із подальшою інтеграцією отриманих показників у загальний індекс економічної безпеки підприємства, що дозволяє систематизувати та кількісно оцінити ризики, що виникають у результаті корупційних дій, та визначити їхній вплив на ключові фінансово-економічні показники діяльності. Обґрунтовано застосування методу головних компонент у визначенні ваг факторів, які прямо або опосередковано впливають на виникнення корупційних ризиків. Аргументовано використання ланцюгів Маркова, які моделюють динаміку ризику, дозволяючи прогнозувати ймовірність його настання у майбутніх періодах з урахуванням попередніх станів підприємства, що є критично важливим для стратегічного управління. Визначено, що застосування цього підходу забезпечує не лише фіксацію поточного рівня корупційного ризику, а й дає змогу оцінити його можливу еволюцію, враховуючи різні варіанти поведінки системи. Використання інтегрального підходу забезпечує комплексну оцінку стану економічної безпеки, що сприяє прийняттю стратегічно обґрунтованих управлінських рішень і підвищенню стійкості підприємства до внутрішніх та зовнішніх загроз. Виокремлено переваги інтеграції оцінки корупційних ризиків у загальний індекс економічної безпеки підприємства: дозволяє кількісно вимірювати вплив ризиків на рівень економічної безпеки; визначає їхнє критичне значення для фінансової стійкості підприємства. Практична цінність роботи полягає в можливості застосування моделі для моніторингу та прогнозування корупційних ризиків у різних галузях економіки, що забезпечує підвищення ефективності антикорупційної політики на рівні підприємства.

Ключові слова: економіко-математична модель, корупційні ризики, оцінка, індекс економічної безпеки, метод головних компонент, ланцюги Маркова, підприємство, інтеграція.

Актуальність проблеми. Сучасні підприємства функціонують у складному та динамічному економічному середовищі, де високий рівень невизначеності поєднується з ризиками зовнішнього та внутрішнього характеру. Одним із найбільш деструктивних чинників, що здатні підривати стабільність та стійкість господарської діяльності, є корупційні ризики, які проявляються у формі неформальних угод, непрозорих фінансових операцій, зловживання повноваженнями та викривлення управлінських рішень, що прямо впливає на

зниження рівня економічної безпеки підприємства.

Традиційні підходи до оцінки ризиків, зокрема фінансових чи операційних, не завжди дозволяють адекватно відобразити специфіку корупційних загроз, які мають прихований характер та складно піддаються кількісному вимірюванню. Відсутність інтегрованого інструментарію, що поєднує аналіз корупційних ризиків із системою оцінки економічної безпеки підприємства, обмежує можливості прийняття ефективних управлінських рішень.



У цих умовах виникає потреба у розробці економіко-математичної моделі, здатної здійснювати оцінку корупційних ризиків на основі кількісних та якісних показників, інтегруючи їх у загальний індекс економічної безпеки підприємства, що дозволить не лише виявляти критичні зони впливу корупційних загроз, але й забезпечувати обґрунтовану пріоритизацію управлінських заходів, спрямованих на зміцнення економічної безпеки підприємства в цілому.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження теоретичних та практичних аспектів протидії корупції в сучасній Україні висвітлюють роботи низки вчених. Так, Басанцов І.В., Зубарев О.О. та Трепак В.М. присвятили свої праці проблемам загального розуміння корупції, тоді як Боднар В.Є. та Котик О.В. зосереджувалися на визначенні дефініцій понять «корупція» та «корупційні ризики». Дмитрієв Ю.В. і Гришова І.Ю. систематизували класифікацію корупційних ризиків у сфері державного управління та визначали принципи їх ефективного управління. У свою чергу, Заїка П.К. і Головкін Б.М. досліджували механізми запобігання та мінімізації корупційних ризиків. Попри вагомі внесок зазначених вчених у розвиток економічної теорії, наразі бракує досліджень, які б поєднували науково-методичні підходи щодо побудови моделі оцінювання корупційних ризиків та показники економічної безпеки підприємства, чому і присвячене дане дослідження.

Метою статті є розробка та обґрунтування економіко-математичної моделі, яка дозволяє кількісно оцінити корупційні ризики у діяльності підприємства та інтегрувати отримані показники у загальний індекс економічної безпеки, що уможливить проведення більш детального аналізу економічної безпеки підприємства, визначення впливу корупційних ризиків на його ключові фінансово-економічні показники та прийняття стратегічно обґрунтованих управлінських рішень для підвищення стійкості господарювання до внутрішніх та зовнішніх загроз.

Результати дослідження. Корупційні ризики є однією з найбільш небезпечних загроз економічній безпеці підприємства, оскільки вони безпосередньо підривають його стабільність та конкурентоспроможність. Їхня присутність зменшує фінансову стійкість, призводить до зростання операційних витрат і створює значні репутаційні та правові ризики, які можуть мати довгострокові негативні наслідки. У цьому контексті економічна безпека підприємства (ЕБП) розглядається як його здатність зберігати фінансову, операційну та правову стабільність, забезпечуючи безперервність діяльності навіть за умов внутрішнього тиску чи зовнішніх загроз. Ефективне виявлення й управління

корупційними ризиками стає ключовою умовою збереження стійкості та розвитку підприємства, що обумовлює необхідність розробки економіко-математичної моделі оцінки корупційних ризиків з інтеграцією показників економічної безпеки підприємства, яка може стати інноваційним інструментом управлінського аналізу, оскільки поєднує кількісну оцінку факторів ризику та прогнозування їхнього впливу на стабільність підприємства.

Метою побудови моделі є оцінка ймовірності настання корупційних ризиків та визначення найбільш впливових факторів, що формують ці ризики, з метою подальшої розробки ефективної системи управління ними. Основою моделі є виявлення та вагова оцінка факторів корупційних ризиків за допомогою методу головних компонент (PCA) та прогнозування ймовірності настання ризику у часі через ланцюги Маркова [1; 2; 3].

Використання PCA дозволяє виділити найбільш значущі фактори корупції серед великої кількості фінансових, організаційних та операційних показників, визначити їхні ваги та нормалізовані значення, що забезпечує об'єктивність та мінімізацію суб'єктивного впливу експертних оцінок. Ланцюги Маркова, у свою чергу, моделюють динаміку ризику, дозволяючи прогнозувати ймовірність його настання у майбутніх періодах з урахуванням попередніх станів підприємства, що є критично важливим для стратегічного управління.

Інтегрування оцінки корупційних ризиків у загальний індекс економічної безпеки підприємства забезпечує системний підхід до управління ризиками, оскільки корупційні загрози безпосередньо впливають на фінансову стабільність, ефективність операцій та репутаційні параметри. Введення коригуючого коефіцієнта безпеки від корупційних ризиків дозволяє кількісно врахувати їхній вплив на економічну безпеку, формуючи інтегральний показник, який відображає рівень захищеності підприємства (рис. 1).

Види корупційних ризиків позначаємо X_1, X_2, \dots, X_n , які обумовлюються економічними (фінансовими та операційними) та організаційними (структурними) факторами (табл. 1, табл. 2).

Систематизація фінансових та операційних факторів дозволяє більш чітко побачити, як у звичайних показниках звітності можуть приховуватись ознаки корупційних ризиків. Наприклад, великі грошові потоки, які важко пояснити, або які відбуваються «поза контролем», можуть сигналізувати про існування неформальних схем. Аналогічно, різке зростання дебіторської заборгованості без відповід-

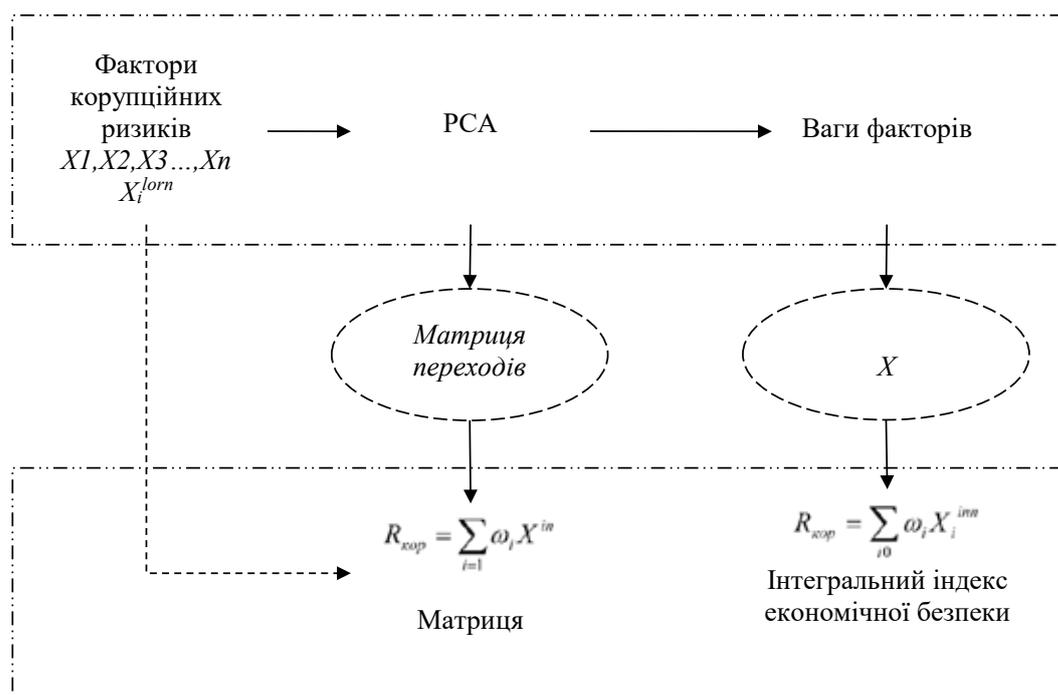


Рисунок 1 – Схематичне зображення економіко-математичної моделі оцінки корупційних ризиків на підприємстві з інтеграцією в інтегральний показник економічної безпеки підприємства

Джерело: розробка автора

Таблиця 1 – Систематизований перелік фінансових та операційних факторів, які прямо або опосередковано вказують на наявність корупційних ризиків

Фактор	Джерело	Пояснення
Наявність значних грошових потоків «поза контролем»	Звіт про рух грошових коштів	Великі не пояснені грошові надходження або витрати можуть сигналізувати про ризики хабарництва чи зловживань
Високий рівень дебіторської заборгованості	Баланс, Розділ «Дебіторська заборгованість»	Зростання без забезпечення може вказувати на неформальні угоди, корупційні домовленості
Високий рівень кредиторської заборгованості	Баланс, Розділ «Кредиторська заборгованість»	Можлива корупційна складова при оплаті постачальникам або фіктивним контрагентам
Непропорційно великі витрати на окремі статті	Звіт про фінансові результати	Наприклад, великі «консультаційні» або «адміністративні» витрати можуть приховувати хабарі
Наявність сумнівних операцій із дочірніми/афілійованими підприємствами	Примітки до фінансової звітності	Схеми з завищеними контрактами можуть вказувати на конфлікт інтересів
Різка зміна витрат або доходів у порівнянні з попередніми періодами	Звіт про фінансові результати	Необґрунтовані коливання можуть бути ознакою використання корупційних схем
Невідповідність фінансових потоків податковим деклараціям	Порівняння звітності та податкових даних	Може сигналізувати про ухиляння від податків через корупційні схеми

Джерело: сформовано автором

ного забезпечення, часто вказує на приховані домовленості або фіктивних боржників, тоді як високий рівень кредиторської заборгованості може бути результатом корупційних відносин із постачальниками чи використання фіктивних компаній.

Окрему увагу варто приділяти витратам за статтями, які складно проконтролювати, наприклад «консультаційні» чи «адміністративні послуги». Непропорційно великі суми за цими статтями нерідко є способом приховування хабарів. Крім того, операції з афілійова-

ними або дочірніми підприємствами, особливо із завищеними контрактами, можуть свідчити про конфлікт інтересів і цілеспрямований відтік коштів. Різкі й необґрунтовані коливання доходів чи витрат між періодами також мають стати сигналом для додаткового аналізу, адже вони інколи є індикатором використання корупційних схем для «підгонки» фінансових результатів.

Важливим сигналом у діяльності підприємства є й невідповідність між фінансовими потоками, відображеними у звітності, та податковими деклараціями. Такі розбіжності часто є свідченням як ухиляння від сплати податків, так і системного використання корупційних механізмів у взаємодії з контролюючими органами.

Наведені фактори самі по собі ще не слугують прямим доказом корупції, однак їхня наявність або сукупність значно підвищує ризик прихованих зловживань, з огляду на що для забезпечення економічної безпеки підприємства важливо не лише відслідковувати ці показники у фінансовій звітності, а й системно аналізувати їхню динаміку, аби своєчасно виявляти потенційні загрози та мінімізувати наслідки можливих корупційних дій.

Систематизація організаційних (структурних) факторів дає змогу чітко визначити внутрішні слабкі місця підприємства, які можуть стати підґрунтям для виникнення корупційних ризиків. Так, зокрема, концентрація повноважень у руках окремих осіб чи підрозділів створює передумови для зловживань, адже відсутність механізмів стримування та противаг

знижує прозорість прийняття рішень. Подібним сигналом є і наявність нестандартних договорів чи контрактів, умови яких важко перевірити або які містять приховані положення. Вони можуть використовуватися для реалізації неформальних домовленостей. Високий рівень авансових платежів також є індикатором ризику: великі суми, перераховані наперед, нерідко використовуються для сумнівних схем фінансування чи відтоку ресурсів.

Таким чином, аналіз таких факторів дозволяє не лише виявити потенційні ознаки корупційних загроз, але й своєчасно застосувати превентивні заходи. Висновок полягає в тому, що систематизований підхід до виявлення та оцінки цих факторів має стати невід'ємним елементом управлінської практики, адже він дає змогу знизити ризики втрат, посилити економічну безпеку підприємства та підвищити довіру до підприємства з боку партнерів і стейкхолдерів.

У табл. 3 представлено показники, які вказують на наявність корупційних ризиків.

Систематизований перелік показників фінансової стабільності та прозорості дозволяє глибше зрозуміти, наскільки діяльність підприємства є вразливою до корупційних ризиків. Наприклад, коефіцієнти ліквідності та оборотності активів, отримані зі звітності, показують здатність підприємства ефективно управляти ресурсами. Якщо ці показники коливаються без зрозумілих причин, це може приховувати нераціональні або непрозорі фінансові операції. Подібним сигналом є і надмірні або непояснені резерви, які відображаються у балансі та при-

Таблиця 2 – Систематизований перелік організаційних (структурних) факторів, які прямо або опосередковано свідчать про існування корупційних ризиків

Фактор	Джерело	Пояснення
Концентрація повноважень у окремих підрозділах або у осіб	Примітки до звітності про структуру управління	Висока концентрація повноважень збільшує ризики зловживань
Наявність нестандартних договорів або контрактів	Примітки до фінансової звітності	Контракти з непрозорими умовами можуть приховувати корупційні домовленості
Високий рівень авансових платежів	Баланс, Звіт про фінансові результати	Великі аванси можуть використовуватись для непрозорих схем

Джерело: сформовано автором

Таблиця 3 – Систематизований перелік показників фінансової стабільності, які прямо або опосередковано свідчать про наявність корупційних ризиків

Фактор	Джерело	Пояснення
Коефіцієнти: а) ліквідності; б) оборотності активів	Баланс, Звіт про фінансові результати	Нестійкі або непрозорі показники можуть приховувати корупційні ризики
Рівень непояснених резервів або відрахувань	Баланс, Примітки	Надмірні резерви можуть використовуватись для покриття корупційних витрат
Відхилення фактичних витрат від бюджету	Примітки, порівняння з плановими показниками	Можуть свідчити про непрозорі операції

Джерело: сформовано автором

мітках. Такі резерви іноді використовують для маскування невиправданих витрат чи навіть для «перекриття» корупційних схем. Ще один важливий індикатор – систематичні відхилення фактичних витрат від планових бюджетних показників. Якщо такі відхилення суттєві й не мають чітких пояснень, вони можуть вказувати на приховані витрати або нецільове використання коштів.

Таким чином, ретельний аналіз цих показників дає можливість вчасно виявити «слабкі місця» у фінансовій системі підприємства та мінімізувати ризики, пов’язані з корупційними діями. Для менеджменту це не лише спосіб посилити економічну безпеку, а й реальний інструмент підвищення довіри з боку інвесторів, партнерів і регуляторних органів. Висновок очевидний: систематичний моніторинг фінансових показників слугує дієвим механізмом раннього попередження та профілактики корупційних ризиків.

Фактори корупційного ризику, які можна виявити у фінансовій звітності підприємства, зазвичай проявляються у вигляді відхилень

чи непрозорих операцій, що свідчать про можливі зловживання. Одним із сигналів є аномалії у грошових потоках, коли спостерігаються необґрунтовані коливання надходжень чи виплат, що не мають економічного пояснення. Додатковим ризиком виступають непропорційні витрати або доходи, наприклад, різке зростання адміністративних витрат без відповідного збільшення доходів або ж занадто високі доходи від сумнівних операцій. Важливим індикатором також є наявність нестандартних або непрозорих договорів, які ускладнюють контроль за їх змістом та виконанням. Крім того, концентрація повноважень у вузького кола осіб та непрозорість у формуванні чи використанні резервів створюють додаткові передумови для виникнення корупційних схем, які у сукупності суттєво знижують рівень економічної безпеки підприємства та потребують посиленого внутрішнього контролю.

Для визначення ваг факторів (важливості) формування корупційних ризиків застосовується метод головних компонент (PCA) [4; 5; 6; 7; 8], алгоритм якого представлено на рис. 2.

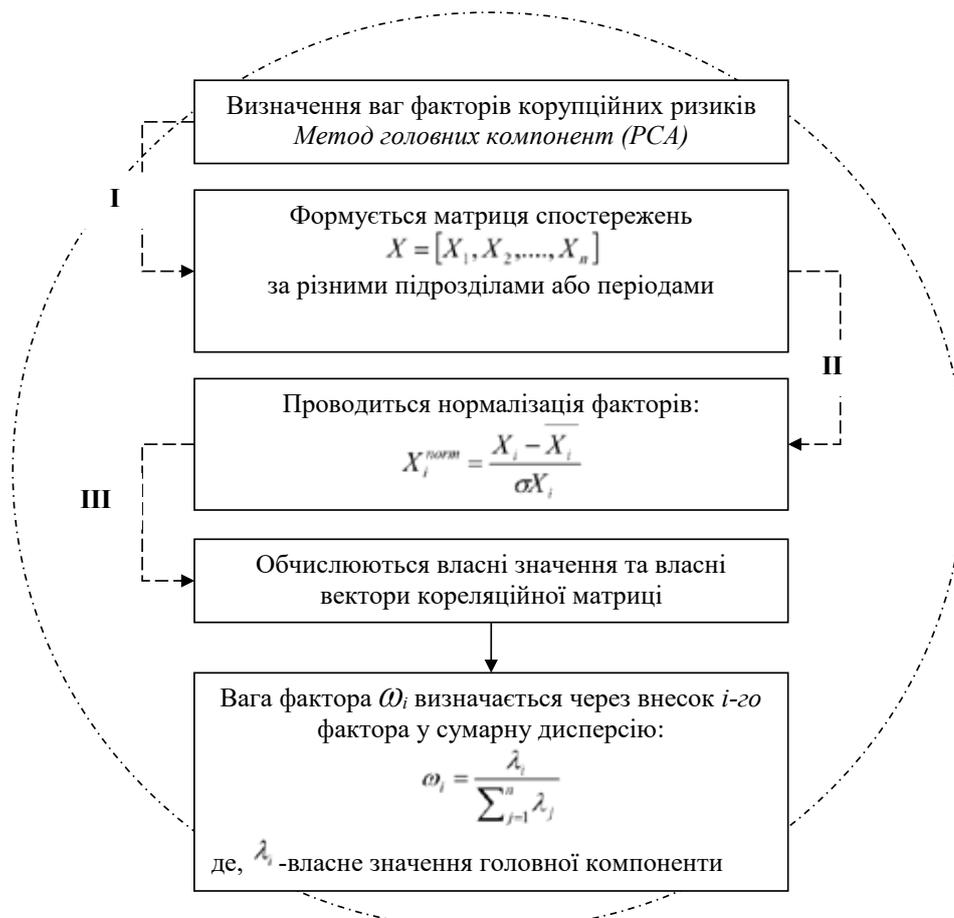


Рисунок 2 – Метод головних компонент у визначенні ваг факторів, які прямо або опосередковано впливають на виникнення корупційних ризиків

Джерело: розробка автора

Одним із ключових методів кількісного відображення і прогнозування динаміки ризиків є використання ланцюгів Маркова [9–12], які дозволяють моделювати ймовірність переходу підприємства з одного стану ризику в інший у часовій перспективі, що робить можливим побудову сценаріїв розвитку ситуації та своєчасне реагування на потенційні загрози. Застосування цього підходу забезпечує не лише фіксацію поточного рівня корупційного ризику, а й дає змогу оцінити його можливу еволюцію, враховуючи різні варіанти поведінки системи (рис. 3).

У процесі розробки економіко-математичної моделі оцінки корупційних ризиків важливим для нас завданням стала інтеграція результатів прогнозування у загальний індекс економічної безпеки підприємства. Такий індекс виступає комплексним показником, що поєднує фінансові, операційні та правові аспекти діяльності підприємства, формуючи цілісне уявлення про рівень захищеності підприємства від загроз та небезпек. Використання ланцюгів Маркова в цьому контексті дозволяє підвищити точність оцінки, надати їй динамічного характеру та сформувані інструментарій для стратегічного управління економічною безпекою підприємства.

Поєднуємо важливість факторів та ймовірність настання ризику в інтегральний показник корупційного ризику:

$$R_{кор}^{(n)} = \sum_{i=1}^n \omega_i \cdot X_i^{norm} \cdot X^{(n)} [3], \quad (1)$$

де $R_{кор}^{(n)}$ – інтегральний показник корупційного ризику через n періодів; ω_i – вага i -го фактора (визначена через PCA); X_i^{norm} – нормалізоване значення фактора; $X^{(n)} [3]$ – ймовірність настання корупційного ризику через n кроків (стан S3).

Для практичного використання інтегрального показника корупційного ризику запропоновано його градацію, представлену в табл. 4.

Таблиця 4 – Класифікація інтегрального показнику корупційного ризику

R	Рівень ризику
0–0,3	Низький
0,31–0,6	Середній
0,61–0,8	Високий
0,81–1	Критичний

Джерело: розробка автора

Інтегруємо корупційні ризики у загальний індекс економічної безпеки, для чого вводимо



Рисунок 3 – Використання ланцюгів Маркова у моделюванні ймовірність переходу підприємства з одного стану ризику в інший у часовій перспективі

Джерело: розробка автора

коригуючий коефіцієнт економічної безпеки, який залежить від рівня корупційного ризику:

$$K_{кор} = 1 - R_{кор}^{(n)} \quad (2)$$

де, $K_{кор} \in [0,1]$ - 1 – повна безпека від корупційних ризиків, 0 – критичний ризик.

З урахуванням використання коригуючого коефіцієнта остаточний вигляд інтегрального індексу економічної безпеки підприємства (IEB) є таким:

$$IEB = \alpha \cdot K_{фін} + \beta \cdot K_{опер} + \gamma \cdot K_{кор} \quad (3)$$

де, $K_{фін}$ – коефіцієнт фінансової стабільності; $K_{опер}$ – коефіцієнт операційної стабільності; $K_{кор}$ – коефіцієнт безпеки від корупційних ризиків; α, β, γ – ваги показників, сумарно $\alpha + \beta + \gamma = 1$.

Класифікація рівнів економічної безпеки підприємства за показником індексу економічної безпеки підприємства представлена в табл. 5.

Таблиця 5 – Класифікація рівня економічної безпеки підприємства*

Значення	Рівень ризику
$0,81 \leq IEB \leq 1$	Високий рівень безпеки
$0,51 \leq IEB < 0,8$	Середній рівень
$0,31 \leq IEB < 0,5$	Низький рівень
$IEB < 0,3$	Критичний рівень

* Чим вище корупційний ризик, тим нижче індекс економічної безпеки підприємства

Джерело: розробка автора

Інтеграція оцінки корупційних ризиків у загальний індекс економічної безпеки підприємства має низку суттєвих переваг, зокрема, вона дозволяє кількісно вимірювати вплив ризиків на рівень економічної безпеки та визначати їхнє критичне значення для фінансової стійкості підприємства. Використання ланцюгів Маркова

забезпечує можливість відстеження динаміки змін ризиків у часі, що створює підґрунтя для більш гнучкого та своєчасного управління. Такий підхід також дає змогу встановлювати пріоритети у реалізації заходів: якщо рівень корупційного ризику ($R_{кор}$) є високим, першочерговим завданням стає посилення антикорупційних механізмів. Крім того, модель може бути інтегрована в автоматизовані системи, зокрема ERP або платформи управління ризиками, що відкриває можливості для постійного моніторингу та оперативного реагування в режимі реального часу.

Висновки. Запропонована економіко-математична модель оцінки корупційних ризиків виступає не лише дієвим інструментом кількісної їх оцінки, а й комплексним механізмом для виявлення їхньої динаміки у часі та впливу на ключові показники економічної безпеки підприємства. Завдяки цьому модель дозволяє відслідкувати не окремі відхилення чи випадкові порушення, а системні тенденції, які можуть поступово підривати фінансову стійкість, прозорість управлінських процесів і довіру з боку партнерів та інвесторів. Важливо, що модель створює можливість не лише фіксувати проблему, а й прогнозувати її розвиток, своєчасно коригуючи управлінські рішення, що забезпечує більш зважений підхід до пріоритизації антикорупційних заходів: ресурси можуть спрямовуватись на ті напрями, де ризики мають найбільший потенційний вплив. У підсумку підприємство отримує дієвий інструмент підвищення власної стійкості до зовнішніх та внутрішніх викликів, що особливо важливо в умовах економічної невизначеності та наявності правових колізій, коли здатність оперативно реагувати на ризики визначає конкурентоспроможність та довгострокову стабільність бізнесу.

Бібліографічний список:

1. Markov models and Markov chains explained in real life: probabilistic workout routine, Dec 31, 2020 by Carolina Bento. URL: <https://towardsdatascience.com/markov-models-and-markov-chainsexplained-in-real-life-probabilistic-workout-routine-65e47b5c9a73>
2. Paul D.B. Speech Recognition Using Hidden Markov Models 9. What Is the Markov Decision Process? Definition, Working, and Examples, December 20, 2022, Vijay Kanade. URL: <https://www.spiceworks.com/tech/artificial-intelligence/articles/what-ismarkov-decision-process/>
3. Markov and Hidden Markov Model Elaborated with examples, Aug 18, 2020, by Vivekvinushanth Christopher. URL: <https://towardsdatascience.com/markov-and-hidden-markov-model3eec42298d75>
4. Jolliffe I.T., and Cadima J., "Principal component analysis: are view and recent developments". *Philosophical Transactions of the Royal Society*, A 374: 20150202, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1098/rsta.2015.0202>
5. Steven M. Holland, Principal components analysis (PCA). Department of Geology, University of Georgia, Athens, GA. 2019. P. 12. URL: <http://strata.uga.edu/8370/handouts/pcaTutorial.pdf>
6. Jeffrey J. Love. Principal Component Analysis in Paleomagnetism. *Encyclopedia of Geomagnetism and Paleomagnetism*. 2007. № 1. P. 845–850. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4423-6_271
7. Tang J., Sui H. Power System Transient Stability Assessment Based on PCA and Support Vector Machine. *International Conference on Mechanical, Electrical, Electronic Engineering & Science MEEES2018. Published by Atlantis Press*. 2018. Vol. 154. P. 361–365, 2018. DOI: <https://doi.org/10.2991/meees-18.2018.63>

8. Huang K. Principal Component Analysis in the Eigenface Technique for Facial Recognition. *Senior Theses and Projects. Trinity College, Hartford, Connecticut*. 2012. P. 34. URL: <https://digitalrepository.trincoll.edu/theses/216>
9. Приймак М.В. Періодичні ланцюги Маркова в задачах статистичного аналізу і прогнозу енергонавантажень. *Технічна електродинаміка*. 2004. № 2. С. 3–7.
10. Медведев, М.Г., Пашченко О.І. Теорія ймовірностей та математична статистика: підруч. Київ: «Ліра-К», 2008. 536 с.
11. Real World Applications of Markov Decision Process, Jan 9, 2021, Somnath Banerjee. URL: <https://towardsdatascience.com/real-world-applications-of-markov-decisionprocess-mdp-a39685546026>
12. Олех Т.М. Застосування ланцюгів маркова для дослідження багатовимірних оцінок при управлінні проектами. Електронний архів наукових та освітніх матеріалів ОНПУ: веб-сайт. URL: <http://dspace.opu.ua/jspui/bitstream/123456789/2084/1/064-068.pdf>

References:

1. Markov models and Markov chains explained in real life: probabilistic workout routine, Dec 31, 2020 by Carolina Bento. Available at: <https://towardsdatascience.com/markov-models-and-markov-chainexplained-in-real-life-probabilistic-workout-routine-65e47b5c9a73>
2. Paul D.B. Speech Recognition Using Hidden Markov Models 9. What Is the Markov Decision Process? Definition, Working, and Examples, December 20, 2022, Vijay Kanade. Available at: <https://www.spiceworks.com/tech/artificial-intelligence/articles/what-ismarkov-decision-process/>
3. Markov and Hidden Markov Model Elaborated with examples, Aug 18, 2020, by Vivekvinushanth Christopher. Available at: <https://towardsdatascience.com/markov-and-hidden-markov-model3eec42298d75>
4. Jolliffe I.T., Cadima J. (2016) Principal component analysis: are view and recent developments. *Philosophical Transactions of the Royal Society, A* 374. DOI: <https://doi.org/10.1098/rsta.2015.0202>
5. Steven M. (2019) Holland, Principal components analysis (PCA). Department of Geology, University of Georgia, Athens, GA, 12 p. Available at: <http://strata.uga.edu/8370/handouts/pcaTutorial.pdf>
6. Jeffrey J. Love (2007) Principal Component Analysis in Paleomagnetism. *Encyclopedia of Geomagnetism and Paleomagnetism*, no. 1, pp. 845–850. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4423-6_271
7. Tang J., Sui H. (2018) Power System Transient Stability Assessment Based on PCA and Support Vector Machine. *International Conference on Mechanical, Electrical, Electronic Engineering & Science MEEES2018. Published by Atlantis Press*, vol. 154, pp. 361–365. DOI: <https://doi.org/10.2991/meees-18.2018.63>
8. Kevin Huang. (2012). Principal Component Analysis in the Eigenface Technique for Facial Recognition. *Senior Theses and Projects. Trinity College, Hartford, Connecticut*, p. 34. Available at: <https://digitalrepository.trincoll.edu/theses/216>
9. Pryimak M.V. (2004) Periodychni lantsiuhy Markova v zadachakh statystychnoho analizu i prohnozu enerhonavantazhen [Periodic Markov chains in problems of statistical analysis and energy load forecasting]. *Tekhnichna elektrodynamika*, no. 2, pp. 3–7.
10. Medvediev M.H., Pashchenko O.I. (2008) Teoriia ymovirnostei ta matematychna statystyka: pidruch [Probability theory and mathematical statistics: textbook]. Kyiv: «Lira-K, p. 536.
11. Real World Applications of Markov Decision Process, Jan 9, 2021, Somnath Banerjee. Available at: <https://towardsdatascience.com/real-world-applications-of-markov-decisionprocess-mdp-a39685546026>
12. Olekh T.M. Zastosuvannia lantsiuhiv markova dlia doslidzhennia bahatovymirnykh otsinok pry upravlinni proektamy [Application of Markov chains to study multivariate estimates in project management]. Elektronnyi arkhiv naukovykh ta osvitykh materialiv ONPU. Available at: <http://dspace.opu.ua/jspui/bitstream/123456789/2084/1/064-068.pdf>

INTEGRATION OF THE RESULTS OF CORRUPTION RISK ASSESSMENT MODELING INTO THE OVERALL INDEX OF ECONOMIC SECURITY OF THE ENTERPRISE

Oleh Bovan

Leading Professional in Anti-Corruption Activities
SE "Energorynok"

Oksana Hryvkivska

Doctor of Economic Sciences, Professor,
Professor of the Department of Economics and Law
National University of Food Technologies

Summary. The article substantiates that corruption risks are one of the most dangerous threats to the economic security of an enterprise, since they directly undermine its stability and competitiveness. An economic and mathematical model for assessing corruption risks is presented with the subsequent integration of the obtained indicators into the general index of economic security of the enterprise, which allows systematizing and quantifying the risks arising from corrupt actions and determining their impact on key financial and economic indicators of activity. The application of the principal components method in determining the weights of factors that directly or indirectly affect the occurrence of corruption risks is justified. The use of Markov chains is argued, which model the dynamics of risk, allowing to predict the probability of its occurrence in future periods, taking into account the previous states of the enterprise, which is critically important for strategic management. It was determined that the use of this approach provides not only the fixation of the current level of corruption risk, but also allows assessing its possible evolution, taking into account different options for the behavior of the system. The use of an integrated approach provides a comprehensive assessment of the state of economic security, which contributes to the adoption of strategically sound management decisions and increasing the enterprise's resilience to internal and external threats. The advantages of integrating the assessment of corruption risks into the general index of economic security of the enterprise are highlighted: it allows quantitatively measuring the impact of risks on the level of economic security; determines their critical importance for the financial stability of the enterprise. The practical value of the work lies in the possibility of using the model for monitoring and forecasting corruption risks in various sectors of the economy, which ensures increased effectiveness of anti-corruption policy at the enterprise level.

Keywords: economic-mathematical model, corruption risks, assessment, economic security index, principal component method, Markov chains, enterprise, integration.

Стаття надійшла: 05.06.2025
Стаття прийнята: 25.06.2025
Стаття опублікована: 25.08.2025