



УДК 519.7

**MATHEMATICAL ANALYSIS OF ENTERPRISE RISKS
МАТЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПІДПРИЄМНИЦЬКИХ РИЗИКІВ****Mormul M. F. / Мормуль М. Ф.***c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-8036-3236

*University of Customs and Finance**Dnipro, str. Volodymyr Vernadsky 2/4, 49000**Університет митної справи та фінансів**Дніпро, вул. Володимира Вернадського 2/4, 49000***Shchyotov D. M. / Щитов Д. М.***c.e.s., as.prof. / к.ек.н.*

ORCID: 0000-0003-4306-8016

*Dnipro Faculty of Management and Business of Kyiv University of Culture**Dnipro, str. Mykhailo Hrushevskiy 9, 49000**Дніпровський факультет менеджменту та бізнесу Київського університету культури**Дніпро, вул. Михайла Грушевського 9, 49000***Shchyotov O. M. / Щитов О. М.***c.ph.-m.s., as.prof. / к.ф.-м.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-1435-2918

*Lyceum No. 100**Dnipro square Uspenska 1, 49000**лицей № 100**Dnipro, пл. Успенська 1, 49000***Romanchuk L. A. / Романчук Л. А.***c.ph.s., as.prof. / к.ф.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-5759-0126

*the firm «Shchyotov D.»**Dnipro, Ave. Lesi Ukrainky 37, 3, 49101**Фірма «Щитов Д.»**Dnipro, пр. Лесі Українки 37, 3, 49101***Chupilko T. A. / Чупілко Т. А.***c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-3469-3154

*University of Customs and Finance**Dnipro, str. Volodymyr Vernadsky 2/4, 49000**Університет митної справи та фінансів**Дніпро, вул. Володимира Вернадського 2/4, 49000*

Анотація. Нині в країні і світі спостерігається вкрай нестабільна економічна ситуація з високою мірою невизначеності через воєнний стан і бойові дії на території України. Така ситуація може серйозно погрожувати її безпеці, тому за таких умов роль процесу управління ризиками вкрай важлива. У цій статті представлений статистичний метод аналізу і оцінки ризиків бізнес-процесів на IT-підприємствах, оскільки управління ризиками - одне з найважливіших завдань, рішення якого - ключовий момент в успішному функціонуванні господарюючого суб'єкта. Для будь-якого підприємства важливо оцінювати і аналізувати ризики до їх появи. У статті представлена послідовність дій при аналізі і оцінці ризиків. Розглядається методика використання статистичного методу для кількісного та якісного аналізу ризиків бізнес-процесів, представлений приклад реалізації методики для IT-компанії.

Ключові слова: аналіз ризиків, мінімізація ризику, аналіз бізнес-процеса, оцінка ризику,



IT-компанії.

Вступ.

Ризик – об'єктивно-суб'єктивна категорія, пов'язана з подоланням невизначеності, випадковості, конфліктності в ситуації неминучого вибору, що відображає ступінь досягнення суб'єктом очікуваного результату. Для довільного бізнесу важливо не просто обійти ризик взагалі, а передбачити можливі випадки і прийняти найкраще рішення за допомогою комплексу критеріїв, що відповідають основним інтересам підприємця. За класичною теорією ризик ототожнювали із середнім значенням втрат та збитків, які можуть статися в результаті реалізації рішення. У неокласичній теорії ризику ризик визначається як відхилення від запланованих фінансових результатів, від цілі. У сучасній інтерпретації ризик – це не втрати, яких можна зазнати під час реалізації господарського рішення, а небезпека відхилення від мети, заради якої приймалось рішення. Тобто сьогодні ризик визначається не стільки втратами, скільки відсутністю значних позитивних економічних результатів, і є фінансовою категорією, пов'язаною зі зміною фінансових результатів процесу прийняття рішень [2; 4; 6; 7; 9; 10].

У роботах [1; 2] розглядається еволюція поглядів на феномен ризику, сутність ризику як економічної категорії, основні властивості та функції ризику, вплив суб'єктивних факторів на вибір ризику. У роботах [3; 5] розглянуті загальні принципи класифікації ризиків (безризикова зона, зона мінімального ризику, зона малого ризику, зона допустимого ризику, зона критичного ризику, зона катастрофічного ризику), основні види господарських ризиків: політичний, соціальний, екологічний, адміністративно-законодавчі ризики, виробничі (технічні ризики, безпосередньо виробничі, транспортні, реалізаційні (маркетингові та комерційні ризики), фінансові (ризики, пов'язані з купівельною спроможністю грошей, інвестиційний ризик, ризики незабезпечення господарської діяльності необхідним фінансуванням, ризики непередбачених витрат і перевищення кошторису витрат на виробництво), ризики зовнішньоекономічної діяльності. А у роботах [4; 6; 7; 9; 10] – методи аналізу та оцінки ризиків. Ризик можна поділити на два типи: динамічний та статичний. *Динамічний ризик* залежить від зовнішніх умов, наприклад, змінення вартості власного капіталу внаслідок змінення зовнішніх умов (коливання курсу валют тощо). Це можливо внаслідок економічних та політичних змін. *Статичний ризик* можливий внаслідок дій самої фірми. До чинників статичного ризику відносяться: рівень кваліфікації персоналу, прийняття раціональних рішень фірмою, рівень технічного забезпечення фірми тощо.

Існують об'єктивні та суб'єктивні фактори, які впливають на ступінь ризику. Об'єктивні чинники залежать від зовнішнього середовища, а суб'єктивні – від самої фірми. При дослідженні ризику необхідно зробити наступну послідовність дій: 1) виділити об'єктивні та суб'єктивні фактори, що впливають на конкретний вид ризику; 2) зробити аналіз виявлених факторів; 3) оцінити можливість того або іншого проекту з урахуванням різних видів ризику; 4) встановити допустиму верхню межу рівня ризику; 5) забезпечити заходи зниження ризику.



Застосовують як якісний, так і кількісний аналіз ризику. Якісний ризик має на меті визначити чинники й зони ризику та провести ідентифікацію можливих ризиків. При якісному аналізі характерними є два аспекти [3; 11]: I аспект пов'язаний з необхідністю порівнювати очікувані позитивні результати (сприятливі) результати із можливими несприятливими наслідками; II аспект пов'язаний з виявленням впливу рішень, які приймаються в умовах невизначеності та конфліктності, на інтереси суб'єктів господарювання. Основними критеріями розмежування виступають: прибуток, виручка, власні кошти підприємства, втрати, коефіцієнт ризику, коефіцієнт варіації, коефіцієнт можливих втрат. Іноді в межах зони допустимого ризику виокремлюють достатньо допустиму зону та зону підвищеного ризику. Наведемо характеристику основних зон ризику при здійсненні господарських операцій.

1. У безризиковій зоні відсутні будь-які втрати під час здійснення господарських операцій.

2. У зонах мінімального та малого ризику можлива величина втрат менше розміру очікуваного прибутку.

3. У зоні допустимого ризику можлива величина втрат не перевищує розміру очікуваного прибутку. У найгіршому випадку – втрата всього прибутку, за сприятливого збігу обставин – незначний розмір втрат, що припадає на одну ризиковану ситуацію.

4. У зоні критичного ризику можливий розмір втрат перевищує прибуток, але не є більшим за виручку.

5. Зона катастрофічного ризику найбільш небезпечна; можливі втрати перевищують виручку та можуть досягти величини, що дорівнює майну підприємства [1].

Розглядають два основних параметри оцінювання ступеня ризику: ймовірність появи втрат (ймовірність реалізації ризику) – чим вона вища, тим більший ризик; величину втрат (розмір можливого збитку) – чим вона більше, тим більший ризик. Ступінь ризикованості залежить від розмірів підприємства, кількості працівників, величини активів, частки ринку збуту, обсягів продукції.

У процесі підприємницької діяльності ймовірні такі втрати, як фінансові, матеріальні, соціальні, морально-психологічні, збутові, екологічні, втрати часу. Для кожного виду втрат вихідну оцінку їх величини та ймовірності їх виникнення необхідно здійснювати за визначений час. У цілому треба враховувати тільки випадкові втрати, що не піддаються прямому розрахунку та безпосередньому прогнозуванню (якщо втрати можна заздалегідь передбачити, то їх слід розглядати не як збитки, а як неминучі витрати й включати в розрахункову калькуляцію). Залежно від виду підприємницької діяльності доцільно розрізняти втрати від здійснення виробничої, комерційної та фінансової діяльності [2; 10; 11; 12].

Оскільки ризик є економічною категорією, на його ступінь можна впливати через формування та реалізацію стратегії, через створення механізму управління ризиками – *ризик-менеджменту*, який передбачає розробку стратегічних і тактичних рішень та включає наступні етапи: оцінку господарської ситуації на підприємстві та виникнення ризиків; кількісний та якісний аналіз; регулювання



ступеня ризику (вибір напрямів і методів регулювання, їх реалізацію); оцінку отриманих результатів та їх коригування [13].

Основними методами регулювання ступеня ризику виступають:

- 1) уникнення ризику (відмова від ненадійних партнерів, постачальників; відмова від прийняття ризикованих проектів, рішень);
- 2) компенсація ризику (стратегічне планування діяльності; прогнозування зовнішньої економічної ситуації; моніторинг соціально-економічного та правового середовища; активний цілеспрямований маркетинг);
- 3) збереження ризику (відмова від будь-яких дій, спрямованих на компенсацію збитку (без фінансування); створення спеціальних резервних фондів у натуральній або грошовій формі (фондів самострахування або фондів ризику); залучення зовнішніх джерел (отримання кредитів та позик, державних дотацій для компенсації збитків та відновлення виробництва);
- 4) передача ризику (страхування; через укладання договорів факторингу, поручительства; через укладання біржових угод (хеджування));
- 5) зниження ризику (диверсифікація; здобуття додаткової інформації; лімітування) [4-10].

Задачею дослідження ризику є застосування методів якісного та кількісного аналізу ступеня ризику, зокрема використання системи показників на базі статистичного методу та практичне застосування комплексної кількісної оцінки ризику з визначенням типу ризику з метою прийняття найбільш обґрунтованих управлінських рішень. Що вкрай актуально в умовах нестабільності через воєнний стан, бо саме від вирішення цих задач в значній мірі залежить економічна безпека країни.

Постановка питання.

Припустимо, задано m стратегій та n станів природи. Задана матриця прибутковості (збитків) $A = (a_{ij})_{m \times n}$, де a_{ij} – прибуток (втрати) від реалізації i -ї стратегії при j -му стані природи, q_j – ймовірність настання j -го стану природи,

$$j = 1, \dots, n; \sum_{j=1}^n q_j = 1.$$

Необхідно: 1) розрахувати оцінки ризику діяльності ІТ-компанії, яка розглядає інвестиції у проекти гейм-індустрії, та розробити програму на MS Excel; 2) дослідити ефективність кожної стратегії, реалізації кожної яких залежить від станів зовнішньоекономічних умов; 3) дослідити ризикованість кожної стратегії на основі показників варіації; 4) зробити інтервальну оцінку ефективності кожної стратегії та визначити тип ризику кожної з них; 5) зробити висновок, у яку стратегію (проект) доцільно інвестувати ІТ-компанії та чому.

Теоретичне обґрунтування.

Система показників кількісної оцінки ризику на базі статистичного методу включає показники варіації, які складаються з абсолютних величин (математичного сподівання ефективності, дисперсії, середнього квадратичного відхилення, семіваріації, семіквадратичного відхилення, сподіваної величини сприятливих та несприятливих відхилень відносно запланованого значення



економічного показника, середнього лінійного відхилення, коефіцієнта асиметрії, коефіцієнта ексцесу, розмаху варіації) та відносних (ймовірності виникнення збитків або недоотримання доходів порівняно з прогнозованим варіантом, квадратичного коефіцієнта варіації, коефіцієнта ризику, коефіцієнта семіваріації, лінійного коефіцієнта варіації, коефіцієнта сподіваних збитків, коефіцієнта варіації асиметрії, коефіцієнта варіації ексцесу, коефіцієнта осциляції, коефіцієнта відносного ризику).

Крім того, робиться *інтервальна оцінка* ефективності кожної стратегії, знаходиться розмах варіації та визначається тип ризику кожної стратегії.

Для кількісної оцінки ризику необхідно визначити всі можливі наслідки окремої події (стратегії) та ймовірності їх настання. Абсолютна величина ризиків характеризується розміром прогнозованих (можливих) втрат (збитків) у матеріально-речовинному чи вартісному вираженні. Розглянемо обчислення системи показників кількісної оцінки ризику суб'єкта господарювання, діяльність якого характеризується найбільш важливим показником – прибутком (збитками).

I. Розглянемо кількісну оцінку ризикованості стратегій на основі показників варіації, що складаються з абсолютних і відносних величин [2; 3; 4; 6].

Абсолютні показники.

1. За математичним сподіванням ефективності (найімовірнішою величиною прибутку або втрат) $M_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot q_j$ i -ї стратегії, $i = \overline{1, m}$. Чим більше (менше) цей показник, тим більш ефективна відповідна i -а стратегія.

2. За дисперсією $D_i = \sum_{j=1}^n (a_{ij} - M_i)^2 \cdot q_j$ або $D_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}^2 \cdot q_j - M_i^2$, $i = \overline{1, m}$.

Дисперсія – середнє зважене з квадратів відхилень значень прибутку (втрат) a_{ij} від математичного сподівання ефективності i -ї стратегії M_i , і характеризує розсіювання значень прибутку (збитків) a_{ij} , що відповідає i -й стратегії відносно M_i цієї стратегії, $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$. Чим більше дисперсія, тим більший є ризик, що притаманний відповідній стратегії.

3. За середнім квадратичним відхиленням $\sigma_i = \sqrt{D_i}$, $i = \overline{1, m}$. Середнє квадратичне відхилення показує розсіювання значень прибутку (збитків) a_{ij} , що відповідає i -й стратегії відносно математичного сподівання ефективності M_i цієї стратегії, $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$, і має ту ж одиницю виміру, що і прибуток (збитки). Чим менше цей показник, тим надійнішою є стратегія.

4. За семіваріацією $SV_i = \sum_{j=1}^n \alpha_j \cdot q_j \cdot (a_{ij} - M_i)^2$, де α_j – індикатор відхилення від порогових значень M_i , $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$, де M_i – математичне сподівання ефективності i -ї стратегії. При розрахунках додатної семіваріації SV_i^+



приймають $\alpha_j = 1$, якщо $a_{ij} > M_i$, і $\alpha_j = 0$, якщо $a_{ij} \leq M_i$, $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$. Додатна семіваріація SV_i^+ характеризує дисперсію тих значень прибутку (збитків) a_{ij} , які більші від математичного сподівання ефективності i -ї стратегії M_i , $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$. Тобто, чим більше додатна семіваріація, тим більшим є очікуваний від реалізації відповідної стратегії прибуток (збитки). При розрахунках від'ємної семіваріації SV_i^- навпаки – $\alpha_j = 1$, якщо $a_{ij} \leq M_i$, і $\alpha_j = 0$, якщо $a_{ij} > M_i$, $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$. Від'ємна семіваріація SV_i^- характеризує дисперсію тих значень прибутку (збитків) a_{ij} , які не більші від математичного сподівання ефективності i -ї стратегії M_i , $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$. Тобто, чим менша від'ємна семіваріація, тим менші прогнозовані зменшення прибутку (збитків) від реалізації відповідної стратегії.

5. За семіквадратичним відхиленням $SSV_i = \sqrt{SV_i}$. Очевидно, що розраховуються додатне і від'ємне семіквадратичні відхилення: SSV_i^+ і SSV_i^- : $SSV_i^+ = \sqrt{SV_i^+}$, $SSV_i^- = \sqrt{SV_i^-}$, $i = \overline{1, m}$. Додатне семіквадратичне відхилення SSV_i^+ характеризує середнє квадратичне відхилення тих значень прибутку (збитків) a_{ij} , які більші від математичного сподівання ефективності i -ї стратегії M_i , $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$. Або кажуть, що додатне семіквадратичне відхилення характеризує відхилення абсолютної величини очікуваного прибутку (збитків) (можливе збільшення прибутку або збільшення збитку). Тобто, чим більше додатне семіквадратичне відхилення, тим більшим може виявитись абсолютне значення фактичного очікуваного прибутку (збитків) при реалізації відповідної стратегії. Від'ємне семіквадратичне відхилення SSV_i^- характеризує середнє квадратичне відхилення тих значень прибутку (збитків) a_{ij} , які не більші від математичного сподівання ефективності i -ї стратегії M_i , $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$. Чим менше від'ємне семіквадратичне відхилення, тим менші прогнозовані зменшення прибутку (збитків) від реалізації відповідної стратегії.

6. За сподіваною величиною сприятливих та несприятливих відхилень відносно запланованого значення економічного показника Z або відносно математичного сподівання ефективності ($Z = M_i$) (умовними математичними сподіваннями щодо відхилень) $V_{Zi} = \sum_{j=1}^n \alpha_j \cdot q_j \cdot (a_{ij} - Z)$, де α_j – індикатор відхилення від порогових значень Z , $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$. При розрахунках додатного умовного математичного сподівання щодо відхилень V_{Zi}^+ приймають $\alpha_j = 1$, якщо $a_{ij} > Z$, і $\alpha_j = 0$, якщо $a_{ij} \leq Z$, $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$. Чим більше V_{Zi}^+ , тим



більшим є очікуваний прибуток (втрати) для матриці прибутку (збитків) від реалізації відповідної стратегії. При розрахунках від'ємного умовного математичного сподівання щодо відхилень V_{Zi}^- навпаки – $\alpha_j = 1$, якщо $a_{ij} \leq Z$, і $\alpha_j = 0$, якщо $a_{ij} > Z$, $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$. Чим менше $|V_{Zi}^-|$, тим менші прогнозовані зменшення прибутку (збитків) для матриці прибутків (збитків) від реалізації відповідної стратегії.

7. За середнім лінійним відхиленням $d_i = \sum_{j=1}^n |a_{ij} - M_i| \cdot q_j$, $i = \overline{1, m}$. Чим менше середнє лінійне відхилення, тим більш надійнішою є відповідна стратегія.

8. За коефіцієнтом асиметрії $As_i = \frac{1}{\sigma_i^3} \sum_{j=1}^n (a_{ij} - M_i)^3 \cdot q_j$, $i = \overline{1, m}$. Якщо коефіцієнт асиметрії дорівнює нулю, то графік функції щільності ймовірностей випадкової величини є симетричним відносно її сподіваної величини. Якщо $As_i > 0$ ($As_i < 0$), то асиметрія є правосторонньою (лівосторонньою). Якщо $|As_i| < 0,1$, то розподіл майже симетричний; якщо $0,1 \leq |As_i| < 0,3$, то асиметрія є незначною; якщо $0,3 \leq |As_i| < 0,5$, то асиметрія є помірною; якщо $0,5 \leq |As_i|$, то асиметрія є значною. Чим більше значення коефіцієнта асиметрії для матриці прибутків (збитків), тим менший (більший) ризик відповідної стратегії.

9. За коефіцієнтом ексцесу $Ex_i = \frac{1}{\sigma_i^4} \sum_{j=1}^n (a_{ij} - M_i)^4 \cdot q_j - 3$, $i = \overline{1, m}$. Якщо $Ex_i \geq 0$ ($Ex_i < 0$), то розподіл вважається гостроверхим (плосковерхим). Чим більше значення коефіцієнта ексцесу (концентрація значень показника ефективності поблизу його сподіваного значення) для матриці прибутків (збитків), тим більш надійна відповідна стратегія.

10. За розмахом варіації $R_i = \max_j a_{ij} - \min_j a_{ij}$, $i = \overline{1, m}$. Чим більше розмах варіації, тим більший ризик притаманний відповідній стратегії.

Відносні показники.

11. За квадратичним коефіцієнтом варіації $V_{\sigma i} = \frac{\sigma_i}{M_i}$, $i = \overline{1, m}$. Чим менше значення квадратичного коефіцієнту варіації для матриці прибутків, тим краще співвідношення між ризиком та ефективністю стратегії.

12. За коефіцієнтом ризику $K_{Ri} = \frac{SSV_i^-}{SSV_i^+}$, $i = \overline{1, m}$. Цей коефіцієнт для матриці прибутків (збитків) показує, у скільки разів можливе зменшення прибутку (збитків) може перевищити можливе збільшення прибутку (збитків). Чим менший (більший) коефіцієнт ризику K_{Ri} , тим меншим є ризик вибору стратегії відповідно для матриці прибутків (збитків).



13. За коефіцієнтом семіваріації $K_{Si} = \frac{SSV_i^-}{M_i}$ або $K_{Si} = \frac{SSV_i^+}{M_i}$ $i = \overline{1, m}$.

Коефіцієнт семіваріації відповідає відношенню від'ємної семіваріації (для матриці прибутків) або додатної семіваріації (для матриці збитків), які враховують лише негативні відхилення від сподіваної величини, до сподіваної величини. Чим менший коефіцієнт семіваріації, тим менш ризикована стратегія.

14. За лінійним коефіцієнтом варіації $V_{di} = \frac{d_i}{M_i}$, $i = \overline{1, m}$. Чим менше значення лінійного коефіцієнту варіації для матриці прибутків, тим краще співвідношення між ризиком та ефективністю стратегії.

15. За коефіцієнтом сподіваних збитків $K_{Zi} = \frac{|V_{Zi}^-|}{V_{Zi}^+ + |V_{Zi}^-|}$ – для матриці прибутків або $K_{Zi} = \frac{V_{Zi}^+}{V_{Zi}^+ + |V_{Zi}^-|}$ – для матриці збитків, $i = \overline{1, m}$. Цей коефіцієнт показує відношення обсягу сподіваних збитків до суми сподіваних прибутків та сподіваних збитків. $K_{Zi} \in [0; 1]$, причому якщо $K_{Zi} = 0$, то відсутні сподівані додаткові збитки; якщо $K_{Zi} = 1$, то відсутні сподівані додаткові прибутки.

16. За коефіцієнтом варіації асиметрії $VAs_i = \frac{lAs_i}{M_i}$, $i = \overline{1, m}$, де $lAs_i = \begin{cases} 1/(As_i + 1), & As_i > 0; \\ 1 - As_i, & As_i \leq 0. \end{cases}$ Чим менше цей коефіцієнт, тим менш (більш) ризикована стратегія відповідно для матриці прибутків та матриці збитків.

17. За коефіцієнтом варіації ексцесу $VEx_i = \frac{lEx_i}{M_i}$, $i = \overline{1, m}$, де $lEx_i = \begin{cases} 1/(Ex_i + 1), & Ex_i > 0; \\ 1 - Ex_i, & Ex_i \leq 0. \end{cases}$ Чим менше цей коефіцієнт, тим менш ризикована стратегія для матриці прибутків.

18. За коефіцієнтом осциляції $V_{Ri} = \frac{R_i}{M_i}$, $i = \overline{1, m}$. Чим менший цей коефіцієнт, тим менш ризикована відповідна стратегії для матриці прибутків.

19. За коефіцієнтом відносного ризику – відношення розміру збитків до конкретної бази залежно від специфіки та виду оцінюваного ризику.

II. Розглянемо інтервальну оцінку ефективності стратегій та визначення типу ризику кожної з них. Для інтервальної оцінки розраховують граничну i -ту похибку Δ_i , яка є абсолютним показником оцінки ризику.

$$\Delta_i = \frac{t_\gamma \cdot \sigma_i}{\sqrt{n}}, \text{ якщо } n > 30, \text{ і } \Delta_i = \frac{t_\gamma \cdot s_i}{\sqrt{n}}, \text{ якщо } n \leq 30, \text{ де } \sigma_i - \text{ середнє}$$



квадратичне відхилення, s_i – виправлене середнє квадратичне відхилення:

$$s_i = \sigma_i \cdot \sqrt{\frac{n}{n-1}}, \quad i = \overline{1, m}. \quad t_\gamma = t(\alpha = 1 - \gamma, \nu = n - 1) \text{ знаходиться за таблицею}$$

критичних точок розподілу Стюдента для двосторонньої критичної області залежно від надійності γ та обсягу вибірки n , α – рівень значущості, ν – число степенів вільності. γ – надійність того, що фактичний прибуток (збитки) буде знаходитись у відповідному надійному інтервалі.

Гранична похибка свідчить, як гранично із заданою надійністю може змінюватись ефективність кожної стратегії. Чим меншою є гранична похибка (граничне відхилення), тим безпечнішою і надійнішою є стратегія. Додавши та віднявши граничну похибку Δ_i до (від) математичного сподівання ефективності i -ї стратегії M_i , отримаємо граничні межі, в яких буде коливатись фактичний прибуток (збитки) по кожній стратегії: $a_i^{\max} = M_i + \Delta_i$, $a_i^{\min} = M_i - \Delta_i$, $i = \overline{1, m}$. У випадку, коли a_i^{\min} приймає від'ємне значення, замість очікуваного прибутку (збитку) маємо обсяг утрат (прибуток). Чим менше значення граничної похибки (граничного відхилення), тим безпечніша й надійніша стратегія. Для оцінки ризику використовують розмах варіації, що розраховується на основі граничних меж a_i^{\min} та a_i^{\max} : $R_i^v = a_i^{\max} - a_i^{\min}$, $i = \overline{1, m}$. Чим більший розмах варіації, тим більш ризикованою є стратегія.

Розглянемо визначення *типу ризику*. Один з методів визначення типу (рівня, зони) ризику ґрунтується на оцінці коефіцієнта можливих втрат від реалізації стратегії, як відношення мінімального значення ефективності i -ї стратегії a_i^{\min} до

$$\text{математичного сподівання ефективності } i\text{-ї стратегії } M_i: K_{vi} = \frac{a_i^{\min}}{M_i}, \quad i = \overline{1, m}.$$

Якщо $K_{vi} \geq 0,9$, то ризик мінімальний; якщо $0,75 \leq K_{vi} < 0,9$, то ризик малий; якщо $0 \leq K_{vi} < 0,75$, то ризик допустимий; якщо $-0,3 \leq K_{vi} < 0$, то вважають, що ризик критичний (виправданий); а якщо ж $K_{vi} < -0,3$, то ризик оцінюють як катастрофічний (неприйнятний), $i = \overline{1, m}$.

Другий метод визначення типу ризику ґрунтується на величині квадратичного та лінійного коефіцієнтів варіації згідно наступної шкали: $[0; 0,1)$ – мінімальний ризик; $[0,1; 0,25)$ – малий ризик; $[0,25; 0,5)$ – допустимий ризик; $[0,5; 0,75)$ – критичний ризик; $[0,75; 1]$ – катастрофічний ризик.

Типи ризику також отримують таким чином:

- а) для безризикової зони: $H = 0$;
- б) для зони мінімального ризику $Vm < Pr$, $H \in (0; 0,1]$;
- в) для зони малого ризику $Vm < Pr$, $H \in (0,1; 0,25]$;
- г) для зони допустимого ризику: $Vm \leq Pr$, $H \in (0,25; 0,5]$;
- д) для зони критичного ризику: $Vm > Pr$, $Vm \leq Vr$, $H \in (0,5; 0,75]$;



е) для зони катастрофічного ризику: $Vm > Vr$, $Vm \leq Vk$, $H \in (0, 75; 1]$,

де Pr – прибуток, Vr – виручка, Vm – втрати, Vk – власні кошти підприємства, H – коефіцієнт ризику (відношення можливих утрат до розміру власних коштів підприємства).

Оцінювання господарського ризику передбачає необхідність побудови кривої ризику – кривої розподілу ймовірностей виникнення певного рівня втрат/прибутку (це складна задача, тому часто оцінюють ризик за кількісними показниками). Процес побудови кривої ризику включає такі етапи: 1) встановлення зон ризику, в рамках яких утрати не перевищують визначеного рівня; 2) визначення залежності утрат від їх рівня; 3) побудова типової кривої розподілу ймовірностей одержання певного рівня прибутку; 4) побудова кривої ризику на основі кривої ймовірностей отримання певного рівня прибутку та зон ризику. Для кількісного визначення ступеня ризику на підприємстві практичного застосування набули такі методи, як [4; 6; 7; 9; 10]: статистичний, метод експертних оцінок, аналітико-розрахунковий метод, нормативний метод, метод аналізу доцільності витрат, метод аналогів, метод “дерева” рішень, рейтинговий метод.

Прийняття рішень за невизначеності, конфліктності і зумовленого ними ризику ґрунтується найчастіше на концепції теорії корисності та статистичних рішень теорії гри. Використовуються методи теорії нечітких множин і теорії нечіткої логіки при комплексному оцінюванні ризиків, а також нейронних мереж, теорії хаосу, теорії катастроф тощо. Застосовуються наступні методи кількісного оцінювання ризиків інвестиційних проектів: метод коригування норми дисконту, аналіз чутливості, метод сценаріїв, метод “дерева” рішень, імітаційне моделювання. Кількісна оцінка ризиків і факторів, які їх зумовлюють, може бути здійснена на основі аналізу варіабельності прибутку. До спеціальних методів оцінювання ризику відносяться: процедура оцінювання агрегованого ризику діяльності підприємства на основі даних фінансової звітності, методи оцінювання фінансово-інвестиційних ризиків.

Практична реалізація методики оцінки ризику.

Розглянемо реалізацію наведеної методики оцінки ризику на базі статистичного методу. ІТ-компанія розглядає інвестиції в проекти гейм-індустрії, аналізуючи бізнес-плани цих проектів. Альтернативні варіанти вкладень задано певними стратегіями. Стани зовнішньоекономічних умов (наприклад, соціально-економічний стан держави або соціально-економічні показники), які впливатимуть на показники ефективності кожної i -ї стратегії, мають певні ймовірності настання q_j ($i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$). Прибутки (виграші) a_{ij} за реалізації кожної стратегії A_i та ймовірності станів зовнішньоекономічних умов B_j наведено в таблиці 1 (в млн. гр. од.) ($i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$, $m = 6$, $n = 5$).

Використовуючи вище наведені формули обчислення абсолютних та відносних показників, отримуємо таблиці показників (табл. 2 – 4).



Таблиця 1 - Прибутки при реалізації стратегій за станом зовнішньоекономічних умов

$A_i \backslash B_j$	Прибуток за станом зовнішньоекономічних умов				
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
A_1	21	19	16	12	10
A_2	17	20	18	17	8
A_3	22	15	13	19	12
A_4	19	16	14	20	10
A_5	18	22	17	14	8
A_6	23	17	14	16	11
q_j	0,14	0,28	0,15	0,18	0,25

Авторська розробка.

Таблиця 2 - Абсолютні показники

M_i	D_i	σ_i	SV_i^+	SV_i^-	SSV_i^+	SSV_i^-	V_{zi}^+	V_{zi}^-	d_i	As_i	Ex_i	R_i
15,320	17,438	4,176	8,378	9,060	2,894	3,010	1,928	-1,928	3,855	-0,063	-1,661	11
15,740	21,332	4,619	6,356	14,977	2,521	3,870	1,935	-1,935	3,870	-0,933	-0,842	12
15,650	12,168	3,488	7,665	4,502	2,769	2,122	1,492	-1,492	2,984	0,650	-1,040	10
15,340	13,304	3,648	5,906	7,398	2,430	2,720	1,536	-1,536	3,072	-0,273	-1,295	10
15,750	27,448	5,239	11,881	15,567	3,447	3,945	2,253	-2,253	4,505	-0,327	-1,244	14
15,710	13,906	3,729	7,921	5,985	2,814	2,446	1,434	-1,434	2,868	0,539	2,614	12

Авторська розробка.

Таблиця 3 - Відносні показники

V_{σ_i}	K_{R_i}	K_{S_i}	V_{d_i}	K_{z_i}	VAs_i	VEx_i	V_{R_i}
0,2726	1,0399	0,1965	0,2516	0,5000	0,0694	0,1737	0,7180
0,2934	1,5351	0,2459	0,2459	0,5000	0,1228	0,1170	0,7624
0,2229	0,7664	0,1356	0,1907	0,5000	0,0387	0,1304	0,6390
0,2378	1,1192	0,1773	0,2003	0,5000	0,0830	0,1496	0,6519
0,3326	1,1447	0,2505	0,2860	0,5000	0,0843	0,1425	0,8889
0,2374	0,8692	0,1557	0,1826	0,5000	0,0413	0,0176	0,7638

Авторська розробка.

Таблиця 4 - Інтервальна оцінка

$t_{0,99}$	S_i	Δ_i	a_i^{\min}	a_i^{\max}	R_i^v	K_{v_i}	Тип ризику
4,6041	4,6687	9,6130	5,7070	24,9330	19,2259	0,3725	допустимий
4,6041	5,1639	10,6325	5,1075	26,3725	21,2649	0,3245	допустимий
4,6041	3,8999	8,0300	7,6200	23,6800	16,0600	0,4869	допустимий
4,6041	4,0781	8,3968	6,9432	23,7368	16,7935	0,4526	допустимий
4,6041	5,8574	12,0605	3,6895	27,8105	24,1210	0,2343	допустимий
4,6041	4,1692	8,5845	7,1255	24,2945	17,1690	0,4536	допустимий

Авторська розробка.

Значення $Z = M_i$. В таблицях 2 – 4 виділені значення показників, яким відповідають кращі стратегії. За математичним сподіванням трохи



ефективнішою є стратегія A_5 . Що стосується ризику, то значно краща стратегія A_3 , а потім A_6 і A_5 . Інші стратегії – більш ризиковані. За другим методом визначення типу ризику за квадратичним коефіцієнтом варіації стратегії A_3, A_4, A_6 відповідають малому ризику, а стратегії A_1, A_2, A_5 – допустимому ризику; згідно лінійного коефіцієнта варіації стратегії A_2, A_3, A_4, A_6 відповідають малому ризику, а стратегії A_1, A_5 – допустимому ризику.

ІТ-компанії рекомендується робити інвестиції у третій проект.

Наведена методика оцінки ризиків ефективно була реалізована за допомогою табличного процесора MS Excel. Початковими даними є статистичні дані, які відповідають стратегіям інвестування, бізнес-плану тощо. Комп'ютерна реалізація наведеної методики дає можливість проводити кількісний аналіз ризику – обчислювати абсолютні та відносні показники ризику та якісний аналіз – отримувати інтервальну оцінку ефективності стратегії та тип ризику, який розраховується для більшої надійності за різними методами.

Висновки.

Були висвітлені задачі та методи аналізу ризику, наведені характеристика зон ризику та методи регулювання ступеня ризику при підприємницькій діяльності. Проведена систематизація системи показників кількісної оцінки підприємницьких ризиків на базі статистичного методу, які складаються з абсолютних та відносних величин варіації. Наведена методика побудови інтервальної оцінки ефективності кожної стратегії та визначення типу ризику кожної з них за різними методами.

Наведено приклад результатів роботи програми на MS Excel при оцінці ризику діяльності ІТ-компанії, яка розглядає інвестиції у проекти гейм-індустрії, реалізуючи бізнес-план цих проектів. За даними розрахунків показників *досліджено*: ефективність та ризикованість кожної стратегії на основі використання системи абсолютних та відносних статистичних показників варіації. Зроблена інтервальна оцінка ефективності кожної стратегії та визначено тип ризику кожної з них за різними методами. Робиться висновок про доцільність інвестування ІТ-компанії в дану стратегію (проект). Наведена методика та її комп'ютерна реалізація може бути адаптована, зокрема, під потреби митної служби та в інформаційних технологіях за рахунок вибору абсолютних та відносних показників або використання цих показників та методики багатокритеріального аналізу альтернатив, що дає можливість визначити ризики, які виникають у митній справі та інформаційних технологіях. Керуючись отриманими результатами, за вказаною методикою можливо оцінювати та керувати ризиками з метою прийняття ефективних управлінських рішень у різних сферах діяльності.

Жоден з абсолютних і відносних статистичних показників окремо не є тією об'єктивною вичерпною характеристикою, яка може свідчити про ризикованість рішення. Вони повинні використовуватись системно, оскільки взаємопов'язані та взаємодоповнюючі і враховувати конкретну специфіку задачі, важливість



статистичних показників, систему ризиків підприємства. Необхідна подальша розбудова концепції системи кількісних показників ступеня ризику, яка б давала змогу адекватно відобразити його багатогранність та неоднозначність, побудова та адекватне використання економіко-математичних методів і моделей ризику, створення програмних комплексів оцінювання, аналізу та управління ризиком для прийняття ефективних управлінських рішень у різних сферах соціально-економічної та інформаційно-технічної діяльності.

Література:

1. Савченко С. Сутність ризику як економічної категорії Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.spilnota.net.ua/ua/article/id-3496>. Дата звернення: 10.09.2022.
2. Музалевский А. Управление риском. – М.: РГГМУ, 2020. – 56 с.
3. Регин Ю., Бабушкин А. Рискология в 2-х чч. Ч. 1. – М.: ООО «Издательство ЮРАЙТ», 2020. – 255 с.
4. Эйвазов И. Методы анализа и оценки рисков предприятий малого и среднего бизнеса // «Вестник Московского университета им. С. Ю. Витте». – 2020. – № 3(34). – С.81-87.
5. Адаменко А. А., Петров Д. В., Маркелов В. В. Классификация факторов риска предпринимательской деятельности // ЕГИ. – 2020. – № 2 (28). – С. 10-15.
6. Артамонов Н. А., Кургиян Д. Г., Содиков А. Х. Анализ методов управления финансовым риском // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». – 2019. – № 2. – С. 330-334.
7. Гужин А. А., Ежкова В. Г. Риск-менеджмент и методы управления рисками // Инновации и инвестиции. – 2017. – № 2. – С. 185-189.
8. Киселева И. А. Риск-менеджмент в бизнесе // Проблемы современной науки и образования. – 2017. – № 13 (95). – С.62-65.
9. Методические основы анализа и оценки предпринимательских рисков, их учета и раскрытия информации в составе бухгалтерской отчетности: монография / И. А. Зуева, В. В. Гребеник, В. И. Корнейчук, А. С. Жидков. – М.: изд. «МУ им. С.Ю. Витте», 2018. – 214 с.
10. Наточеева Н. Н., Гуриева Л. К., Кузнецова В. И. Оценка финансовых рисков в организации // Научен вектор на Балканите. – 2020. – № 1 (7). – С. 92-97.
11. Сургаева В. Е. Оценка финансовых рисков коммерческой организации // Journal of Economy and Business. – 2020. – Vol. 5-3. – С. 211-215.
12. Малков С. Ю., Максимов А. А. О рисках информационного общества // Проектирование будущего. Проблемы цифровой реальности: труды 1-й Международной конференции (8-9 февраля 2018 г., Москва). – М.: ИПМ им. М. В. Келдыша, 2018. – С. 129-135.
13. Чорній В., Гринчук Д. Застосування ризик-менеджменту у конкурентоспроможності підприємства // Бізнес, інновації, менеджмент: проблеми та перспективи: Збірник тез доповідей II Міжнародної науково-практичної конференції м. Київ, 22 квітня 2021 року. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – С.120-121.



Abstract. Nowadays in the country and world, there is an extremely unstable economic situation with a high measure of vagueness through martial law and battle operating on the territory of Ukraine. Such a situation can gravely threaten its safety, that is why the role of the process of management risks is extremely important in such conditions. In the current article, the statistical method of analysis and estimation of risks of business processes is presented on IT- enterprises, as a management risks - one of the major tasks, a decision of that is a key moment in the successful functioning of managing subject. For any enterprise, it is important to estimate and analyse risks to their appearance. The sequence of actions in risk analysis and estimation of risks is presented in the paper. The methodology of applying of statistical method for the quantitative and qualitative analysis of risks of business processes is considered in the paper, as well as it is presented an example of the realization of methodology for IT-company.

Keywords: analysis of risks, minimization of risk, analysis of the business process, risk estimation, IT-companies.