Пістунов І.М.

Управління ризиками.

навч. наоч. посіб. Дніпро : НТУ «ДП», 2025. 56 с.

В посібнику розглядаються основні теоретичні положення визначення, розрахунку та запобігання фінансово-економічних ризиків.

Студенти навчаються розраховувати величину ризику, методи компенсації ризику такі як диверсифікація та хеджування, методи врахування ризику при виконанні наперед відомих ризикованих фінансових операцій.

Призначено для студентів спеціальностей 051 «Економіка», 071 «Облік і оподаткування», 072 «Фінанси, банківська справа та страхування», 073 «Менеджмент», 292 «Міжнародні економічні відносини»

Рецензенти:
Васильєва Н.К., завідувачка каф. інформаційних систем ДДАЕУ, д.е.н., проф.
Алексеєв М.О., зав каф. програмних засобів комп'ютерних систем НТУ "ДП", д.т.н., проф.

ЗМІСТ

ТИПИ РИЗИКІВ

Підприємницькі ризики: Ризик, пов'язаний з господарською діяльністю; ризик, пов'язаний з особистістю підприємця; ризик, пов'язаний з недоліком інформації про стан зовнішнього середовища.

Ризик страховий - ймовірна подія або сукупність подій, на випадок настання яких проводиться страхування.

Інвестиційний ризик – це ймовірність виникнення непередбачуваних фінансових втрат у ситуації невизначеності умов інвестування.

Техніко-технологічні ризики пов'язані з факторами, що роблять вплив на техніко-технологічну складову діяльності при реалізації проекту

Економічний ризик пов'язаний з факторами невизначеності, що впливають на економічну складову інвестиційної діяльності в державі та на діяльність суб'єкта економіки.

Політичні ризики пов'язані з факторами невизначеності, що впливають на політичну складову при здійсненні інвестиційної діяльності

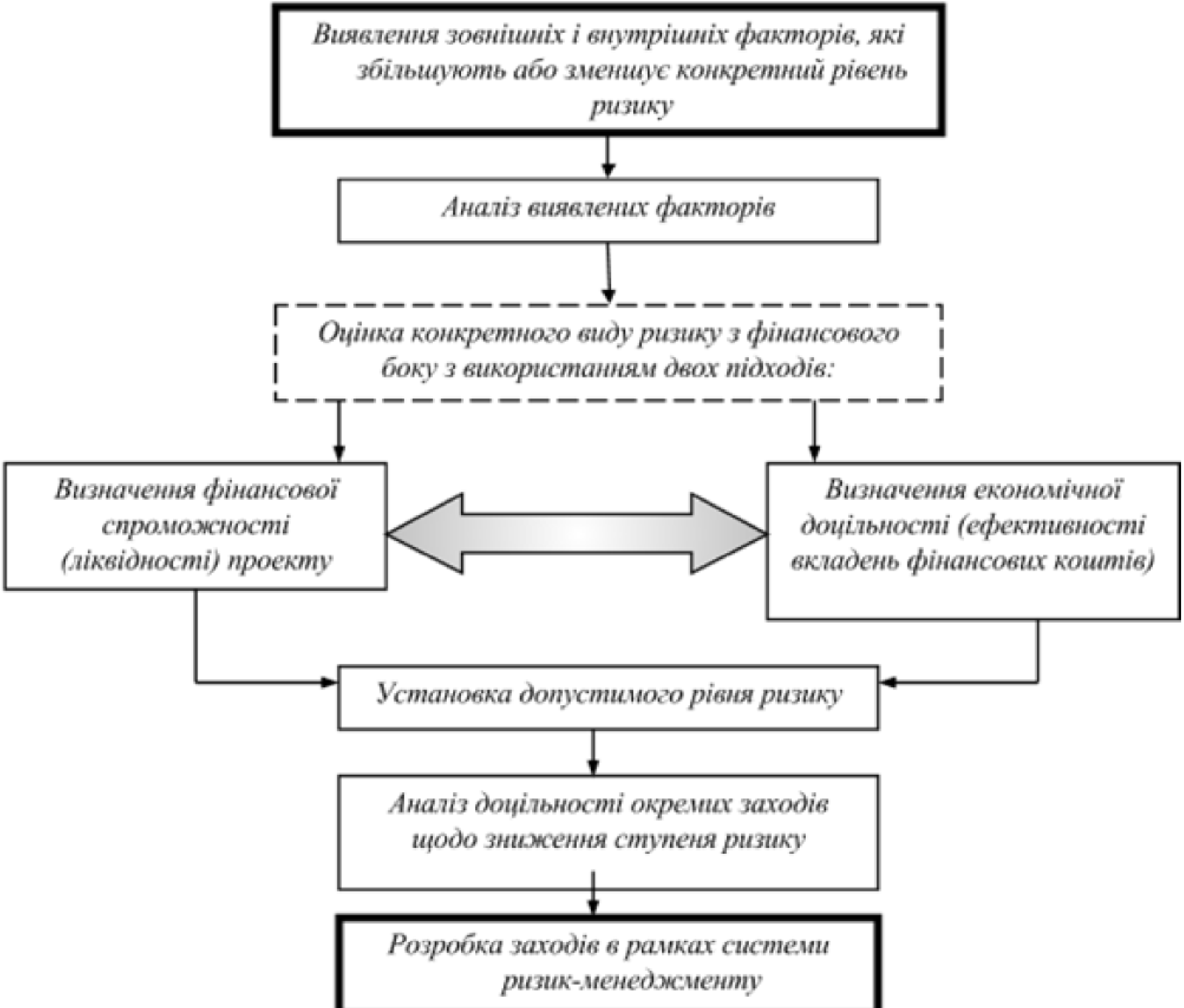
Екологічні ризики пов'язані з факторами невизначеності, що впливають на стан навколишнього середовища

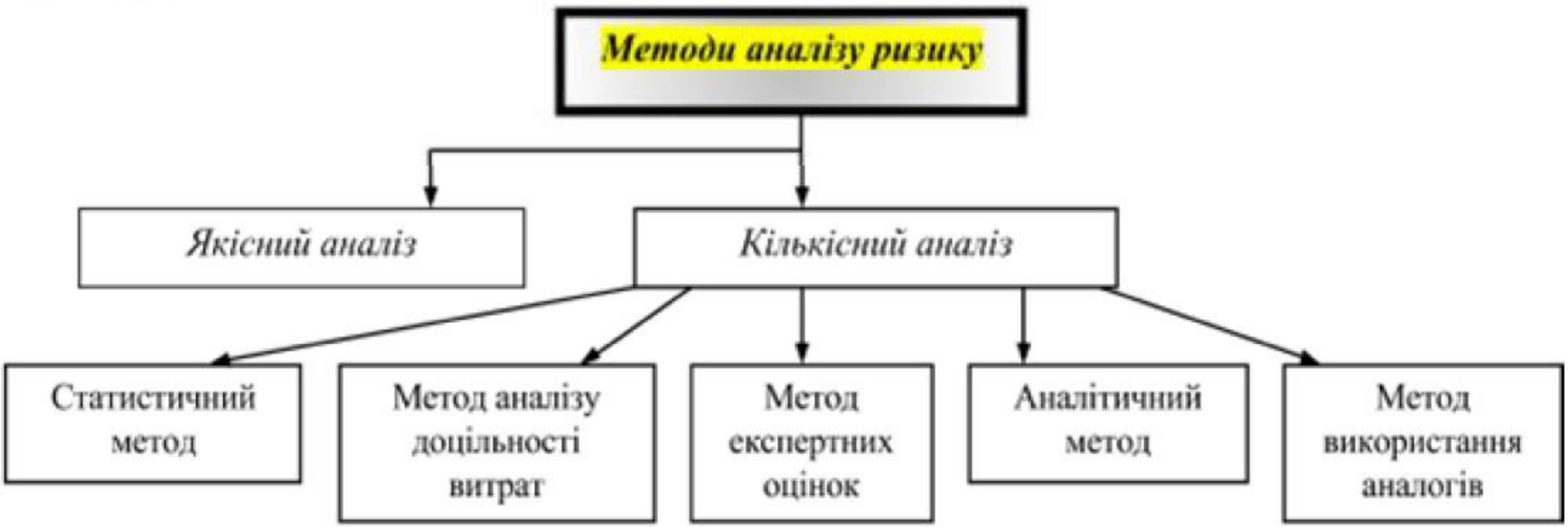

Методи управління ризиками
Ухиляння
Локалізація
Дисипація
Компенсація
Відмова від неперевірених партнерів
Відмова від ризикованих проектів
Страхування господарських ризиків
Пошук гарантів
Створення окремих бізнес-одиниць для виконання ризикованих проектів
Диверсифікація видів діяльності
Диверсифікація збуту та постачання
Диверсифікація інвестицій
Розподіл ризику в часі
Розподіл відповідальності поміж учасниками виробництва
Стратегічне планування
Прогнозування зовнішньої обстановки
Створення системи резервів
Моніторинг соціально-економічного та нормативного середовища

Система факторів, що впливають на рівень ризику

Зовнішні		Внутрішні	
Прямої дії	Непрямої дії	Об’єктивні	Суб’єктивні
Нестабільність, суперечливість законодавства	Нестабільність політичних умов	Непередбачені зміни в про-процесі виробництва (вихід з ладу техніки, її моральне старіння)	Низька якість управлінських робітничих кадрів та фахівців
Непередбачені дії державних органів	Нестабільність соціальних умов	Розробка, впровадження нових технологій, способів організації праці.	Малокомпетентна робота управлінських та інших служб

Зовнішні		Внутрішні	
Прямої дії	Непрямої дії	Об'єктивні	Суб'єктивні
Нестабільність економічної (фінансової, податкової, зовнішньоекономічної політики).	Непередбачені зміни економічного обстановки в регіоні	Стихійні впливи локального характеру	Недотримання договорів з боку керівництва фірми
Непередбачені вимірювання кон'юнктури внутрішнього і зовнішнього ринку	Непередбачені зміни в галузі підприємницької діяльності	Непередбачені зміни у внутрішньогосподарських відносинах	Відсутність у персоналу здатності до ринку
Непередбачувані дії конкурентів	Непередбачувані зміни в міжнародній обстановці	Нестача бізнес-інформації у фірмі	Помилки при прийнятті рішень
Корупція і рекет	Стихійні сили природи і клімат	Відсутність служби маркетингу	Помилки при реалізації ризикових рішень
Революційні скачки в науково-технічному прогресі	Непередбачувані зміни економічної обстановки в країні	Фінансові проблеми всередині фірми	Смерть, хвороба ключових співробітників фірми
Непередбачувані зміни у взаєминах, з господарськими партнерами		Відсутність механізму мотивації	

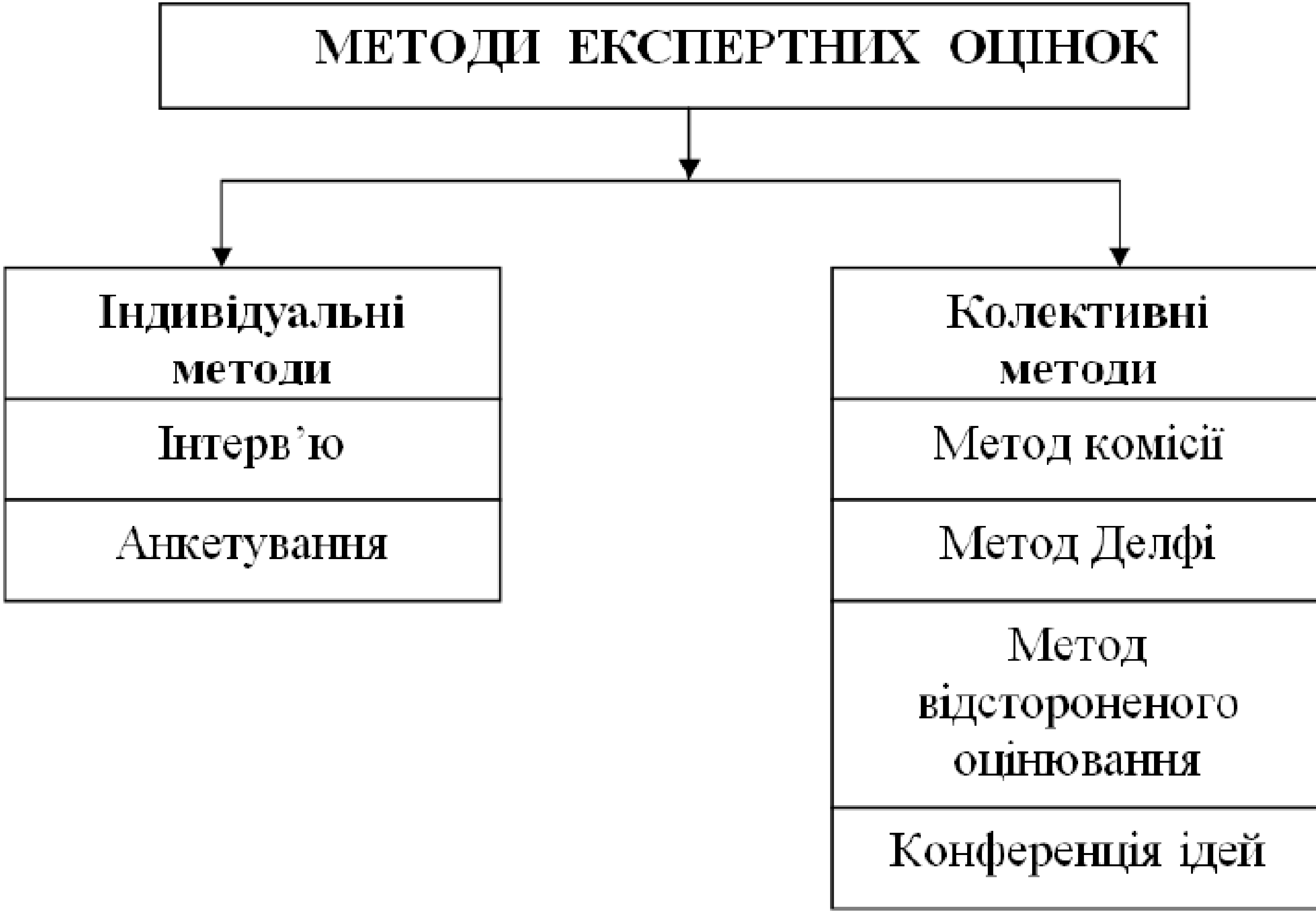

Виявлення зовнішніх і внутрішніх факторів, які збільшують або зменшує конкретний рівень ризику
Аналіз виявлених факторів
Оцінка конкретного виду ризику з фінансового боку з використанням двох підходів:
Визначення фінансової спроможності (ліквідності) проекту
Визначення економічної доцільності (ефективності вкладень фінансових коштів)
Установка допустимого рівня ризику
Аналіз доцільності окремих заходів щодо зниження ступеня ризику
Розробка заходів в рамках системи ризик-менеджменту


Методи аналізу ризику
Якісний аналіз
Кількісний аналіз
Статистичний метод
Метод аналізу доцільності витрат
Метод експертних оцінок
Аналітичний метод
Метод використання аналогів

Методи експертних оцінок

Етапи методу експертних оцінок

- Підбір експертів і формування експертних груп
- Формування питань і складання анкет
- Робота з експертами
- Формування правил і визначення узагальнених оцінок на основі оцінок окремих експертів
- Аналіз і обробка експертних оцінок


МЕТОДИ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК
Індивідуальні методи
Інтерв'ю
Анкетування
Колективні методи
Метод комісії
Метод Делфі
Метод відстороненого оцінювання
Конференція ідей


Способи оцінки компетентності експертів
Об'єктивний
Суб'єктивний
Документальний метод
Експериментальний метод
Самооцінювання
Взаємооцінювання

МЕТОДИ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК

Рівень відповідності експерта

$$k = 0{,}5\left(\frac{\sum_{j=3}^{m} \upsilon_j}{\sum_{j=1}^{m} \upsilon_{j\max}} + \frac{\lambda}{p}\right),$$

де υ_j — вага градації складової характеристики з номером j в анкеті в балах, перекреслeної експертом;

$\upsilon_{j\max}$ — максимальна вага (межа шкали) цієї складової характеристики в балах;

m — загальна кількість складових характеристики в анкеті;

λ — вага чарунки, перекресленої експертом у шкалі самооцінки в балах;

p — межа шкали самооцінки експерта в балах.

Перша умова використовується для визначення максималь ної чисельності експертної групи n_{max} за формулою

$$n_{max} \le \frac{\sum_{i=1}^{n} k_i}{c k_{max}},$$

де c – константа;

k_{max} – максимально можлива компетентність за використанок шкалою компетентності;

k_i – компетентність окремого експерта з номером i.

Далі визначається мінімальна кількість членів експертної групи n_{min}. Це здійснюється шляхом використання умови стабілізації середньої оцінки прогнозної характеристики, яка формулюється у вигляді

$$\frac{B - B'}{B_{max}} < \varepsilon,$$

де B – середня оцінка прогнозної величини в балах, за даними експертної групи;

B' – середня оцінка за даними експертної групи, із якої виведено (або в яку введено) одного експерта;

B_{max} – максимально можлива оцінка прогнозної величини за прийнятою шкалою оцінок;

ε – задана величина зміни середньої похибки при додаванні чи вилучені одного експерта.

Але при наявності співпадаючих значень рангів вищенаведена формула не працює. Тому замість неї використовують коефіцієнт кореляції рангів Кенделла, який порівнює ранги для всіх пар одиниць сукупності, що заздалегідь підпорядковані по значенню познаки x.

$$W = \frac{12\sum_{i=1}^{m}\left(\sum_{j=1}^{d}\rho_{ij} - \frac{d(m-1)}{2}\right)^2}{d^2(m^3 - m)},$$

де d – кількість експертів, m – кількість критеріїв, ρ_{ij} – ранги.

Рівень значущості коефіцієнта Кенделла перевіряється за критерієм Пірсона хі-квадрат. Для цього знаходиться табличне значення критерію за рівнем довірчої ймовірності a та числу ступенів свободи $q = n - 1$. Воно позначається як $\chi^2_{кр}$. Далі розраховується фактичне значення цього критерію

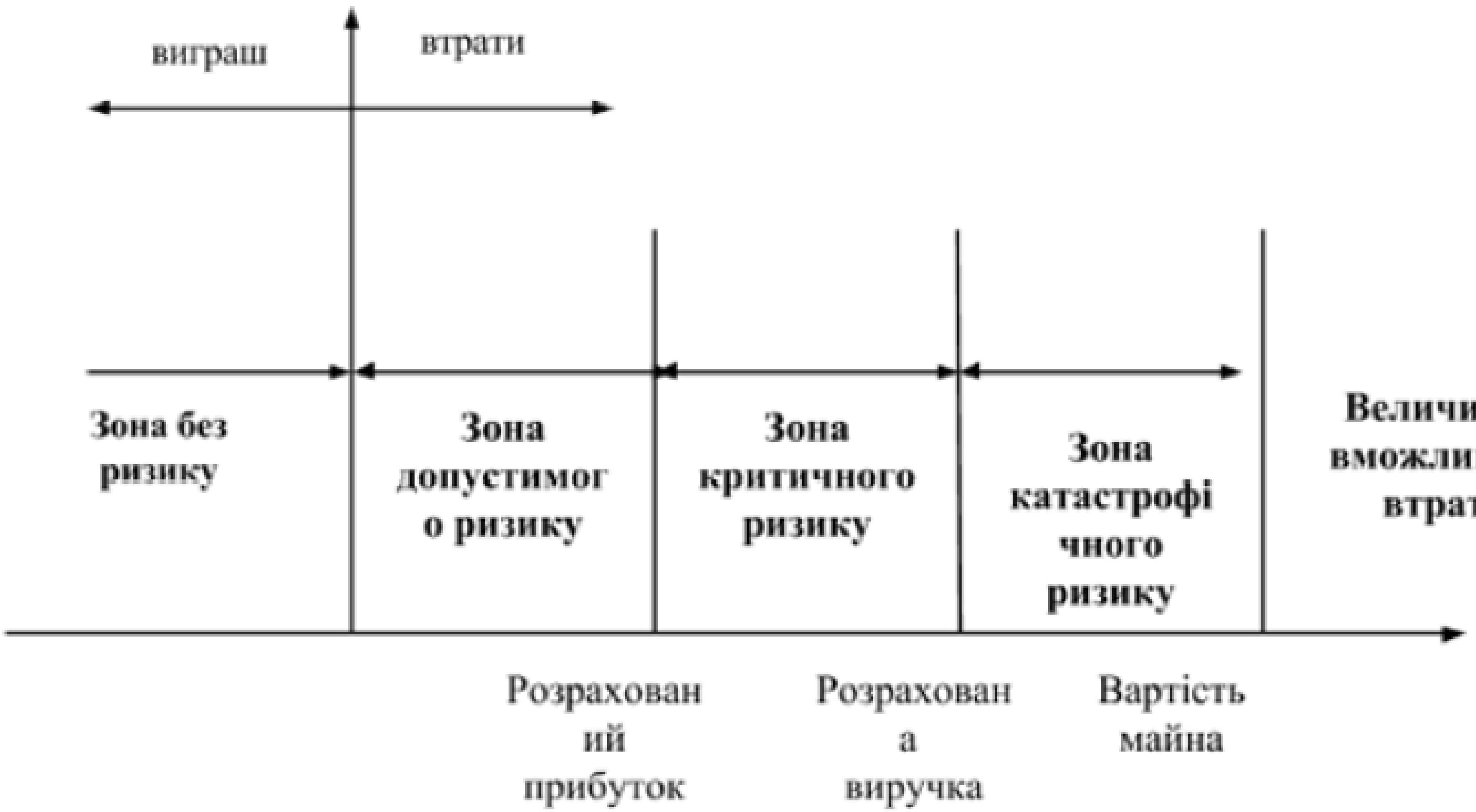
$$\chi^2_{ф} = m(n-1)W,$$

Якщо $\chi^2_{ф} > \chi^2_{кр}$, то к5оефіцієнту конкордації можна довіряти. Висновки, отримані на його основі є достовірними.

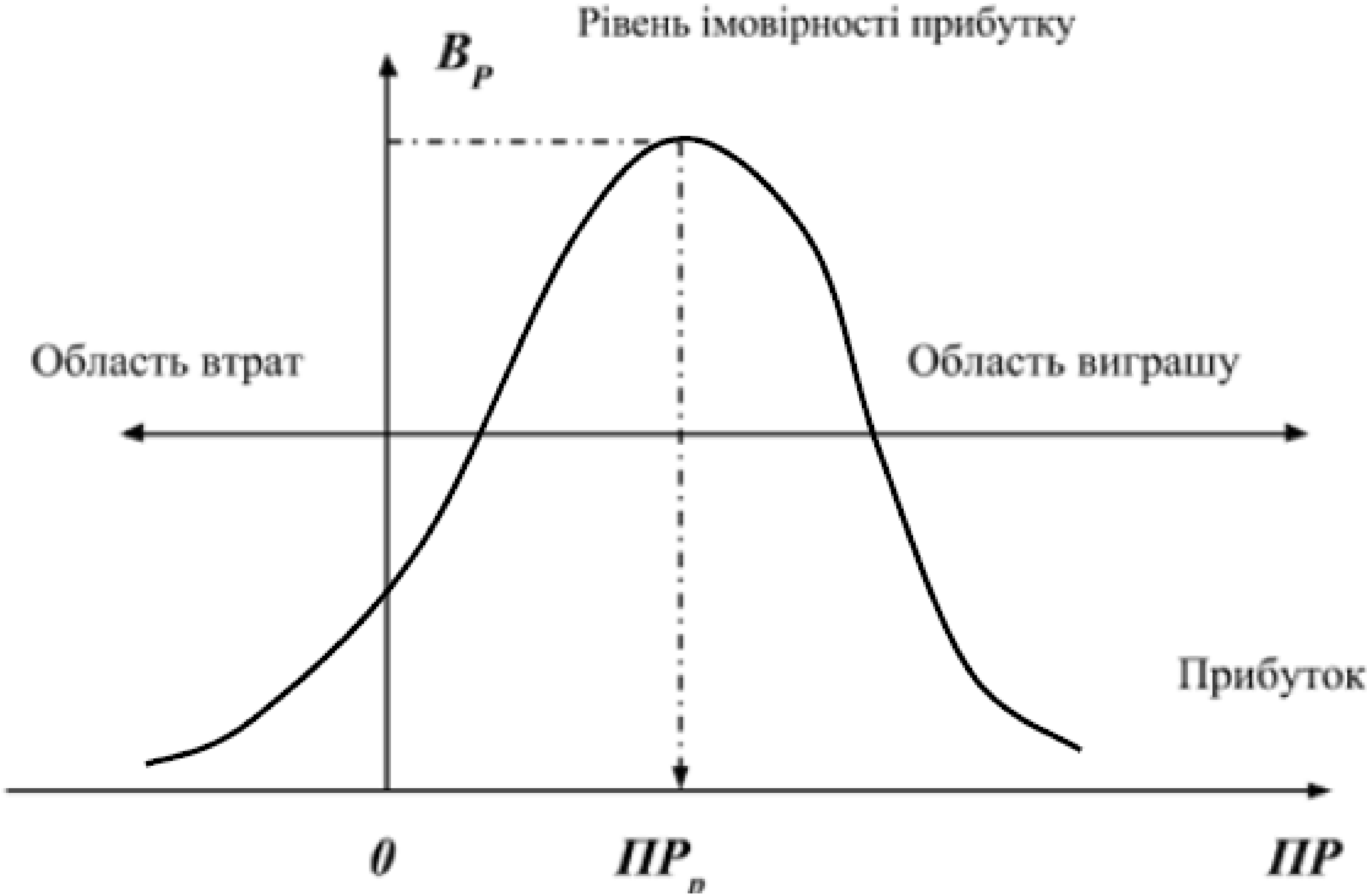
Шкала для коефіцієнтів рангової кореляції

Величина коефіцієнту	**Градація рівня узгодженості**
(0; 0,2)	думки практично неузгоджені
(0,2; 0,4)	слабка узгодженість думок
(0,4; 0,6)	помітна узгодженість думок
(0,6; 0,8)	хороша узгодженість думок
(0,8; 0,9)	сильна узгодженість думок
(0,9; 1)	дуже висока узгодженість, думки практично співпадають

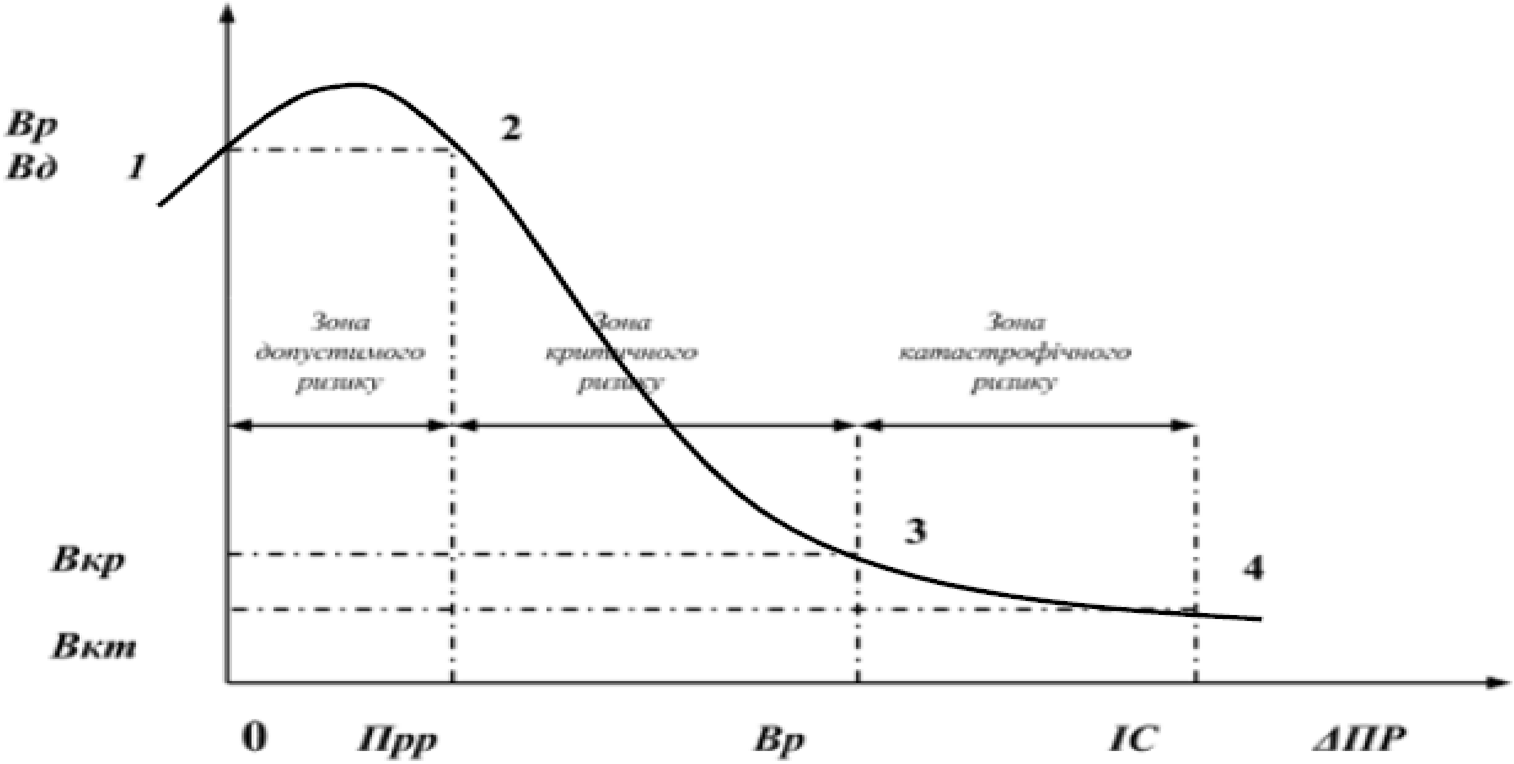
Зони ризику



виграш
втрати
Зона без ризику
Зона допустимого ризику
Зона критичного ризику
Зона катастрофічного ризику
Величина вможливих втрат
Розрахований прибуток
Розрахована виручка
Вартість майна



Типова крива ймовірностей отримання певного рівня прибутку



Перша точка (ΔПР = 0 і В = Вр) визначає ймовірність нульових втрат прибутку. Відповідно до прийнятих допущеннями ймовірність нульових втрат максимальна, хоча, звичайно, менше одиниці.
Друга точка (ΔПР = Прр і В = Вд) характеризується величиною можливих втрат, рівний очікуваного прибутку, тобто повну втрату прибутку, імовірність якої дорівнює ***Вд***.
Точки 1 і 2 є граничними, що визначають положення зони допустимого ризику.
Третя точка (***ΔПР = Вр*** і ***В = Вкр***) відповідає величині втрат, рівних розрахункової виручки ***Вр***. Імовірність таких втрат дорівнює ***Вкр***.
Точки 2 і 3 визначають межі зони критичного ризику.
Четверта точка (***ΔПР = ІС*** і ***В = Вкт*** характеризується втратами, рівними майновому (***ІС***) станом підприємця, імовірність яких дорівнює ***Вкт***.

Методи кількісної оцінки ризику

Q :	q_1	* * *	q_i	* * *	q_n
	p_1		p_i		p_n

де q_i - прибуток p_i - імовірність цього прибутку, n - кількість можливих наслідків цієї операції.

Операцію та випадкову величину, що її представляє, - випадковий прибуток - будемо ототожнювати при необхідності, вибираючи з цих двох термінів більш зручний у конкретній ситуації.

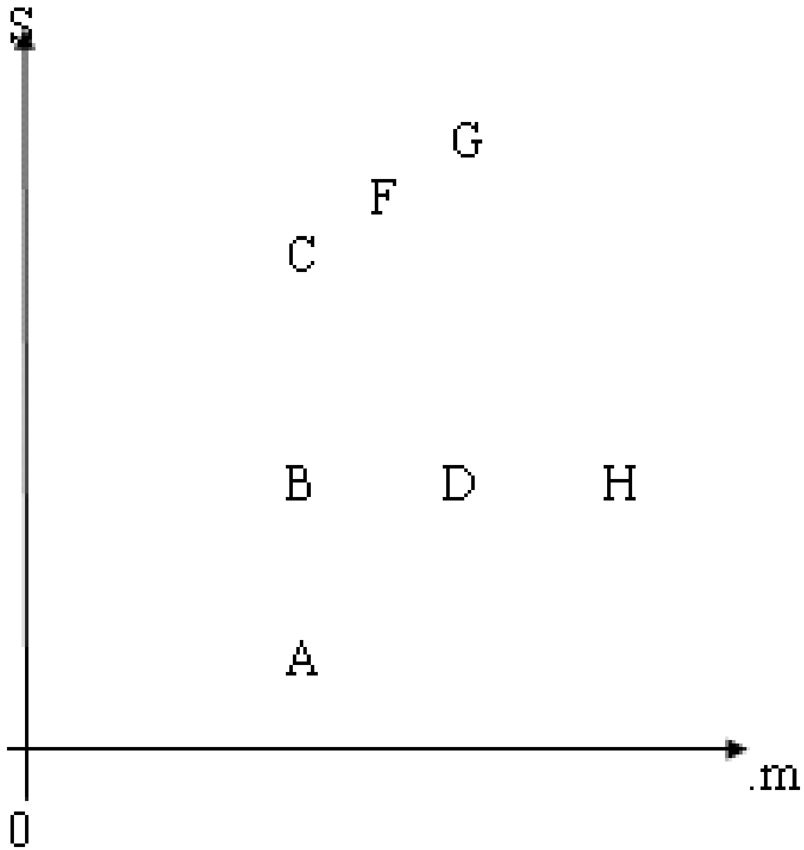
Середній очікуваний прибуток - це математичне сподівання в.в. Q, використовується також назва "ефективність операції".

Дисперсія операції - дисперсія в.в. Q.

Середнє квадратичне відхилення в.в. Q тобто $\sigma[Q] = \sqrt{D[Q]}$, позначається також σ_Q.

$$M_x = \sum_{i=1}^{n} q_i\, p_i \qquad D_x = \sum_{i=1}^{n} q_i^{2}{}_{1} p_i - M_x^{2} \qquad Var_x = \frac{\sigma_x}{M_x}$$

ВИБІР З БІЛЬШ НІЖ ДВОХ ВАРІАНТІВ



З рисунку видно, що серед варіантів А. В і С найбільш привабливий А. Із варіантів В, D і Н слід би вибрати Н. Варіант Н краще за варіанти С і F. Однак порівняльна перевага, наприклад, варіантів А, D, F і G залежить від схильності ОУР до ризику.

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИ ЗМЕНШЕННЯ РИЗИКІВ

Диверсифікація

Твердження 1. Нехай Q_1 ... Q_n некорельовані операції з ефективністю e_1 ... e_N і ризиками r_1 ... r_N Тоді операція «середнє арифметичне» $Q = (Q_1 + ... + Q_n)/n$ має ефективність $e = (e_1 + ... + e_N)/n$ і ризик $r = \sqrt{(r_1^2 + ... + r_n^2)}\,/n$.

Наслідок 1. Нехай операції некорельовані і $a \le e_i$ і $b \le r_i \le c$ для всіх $i = 1,.., n$. Тоді ефективність операції «середнє арифметичне» не менше а (тобто найменшої з ефективностей операцій), а ризик задовольняє нерівності $b/\sqrt{n} \le r \le c/\sqrt{n}$ і, таким чином, при збільшенні n зменшується. Отже, при збільшенні числа некорельованих операцій їх середнє арифметичне має ефективність з проміжку ефективності цих операцій, а ризик однозначно зменшується.

Хеджування

При хеджуванні (від англ. Hedge - огорожа) ОУР підбирає або навіть спеціально конструює нові операції, щоб, проводячи їх спільно з основною, зменшити ризик - для цього підбираються операції, жорстко пов'язані з основною, але, так би мовити, іншого знаку, кажучи більш точно, негативно корельовані з основною операцією.

Дійсно, нехай O_1 - основна операція, її ризик r_1, O_2 - деяка додаткова операція, її ризик r_2. O - операція-сума, тоді дисперсія цієї операції $D = r_1^2 + r_2^2 + 2\, r_1\, r_2 k_{12}$ де k_{12} - коефіцієнт кореляції ефективності основної і додаткової операцій. Ця дисперсія може бути меншою дисперсії основної операції, тільки якщо цей коефіцієнт кореляції негативний, точніше, має бути $r_2^2 + 2\, r_1\, r_2 k_{12} < 0$, тобто $k_{12} < - r_2/(2\, r_1)$.

Формула Вільсона

Введемо наступні позначення: A – витрати на розміщення і виконання замовлення; S – річна потреба в ресурсах; q – розмір одноразової поставки; r – процентна ставка на зберігання ресурсів (ставка дисконтування); p – ціна одиниці закуповуваних ресурсів, $C_{св}$ – сумарні витрати за певний період часу (для спрощення розрахунків, період часу зазвичай приймається рівним одному року); C_p - витрати на розміщення замовлення; C_x - витрати на зберігання ресурсів, $C_з$ – витрати на закупівлю ресурсів.

Загальні витрати на матеріал потік визначаються за такою відомою формулою:

$$C_{св} = C_p + C_x + C_з.$$

У розгорнутому вигляді формула буде наступною:

$$C_{св} = \frac{AS}{q} + \frac{rpq}{2} + Sp.$$

Для того щоб стверджувати про знаходження екстремальної точки, перша похідна функції повинна мати рішення, а точка, в якій перша похідна дорівнює нулю, повинна бути стаціонарною. Формула має такий вигляд:

$$-\frac{AS}{q^2} + \frac{rp}{2} = 0$$

Відповідно точка екстремуму функції, мінімум витрат і оптимальний розмір поставки будуть знаходитися в точці $q_{опт}$. Вирішуючи рівняння щодо q, одержимо:

$$q_{опт} = \sqrt{\frac{2AS}{rp}}$$

ОПТИМАЛЬНИЙ ЗАПАС ПРОДУКЦІЇ ТОРГОВОЇ ФІРМИ

Нехай ми маємо вибірку значень випадкової величини $X = x_1, x_2, \ldots x_n$, з кількістю спостережень – N. Розіб`ємо весь діапазон можливих значень спостережень випадкової величини на d однакових ділянок. Знайдемо значення випадкової величини на правій межі кожної ділянки як

$$d_{\max}(i) = x_{\min} + \frac{(x_{\max} - x_{\min})i}{d},$$

де, i – номер ділянки [1; d]; x_{max}, x_{min} – відповідно найбільше та найменше значення випадкової величини у вибірці. Права межа i-ї ділянки водночас є лівою межею $i+1$ ділянки. Ліва межа для 1-ї ділянки – це x_{min}. А права межа останньої ділянки – це x_{max}.

Орієнтовно, кількість цих ділянок може бути визначена як

$$d_{op} = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{1 + 3,332 \cdot \ln N},$$

але ця формула не є обов'язковою для використання. Дослідник може прийняти рішення про розбиття діапазону на довільну кількість ділянок.

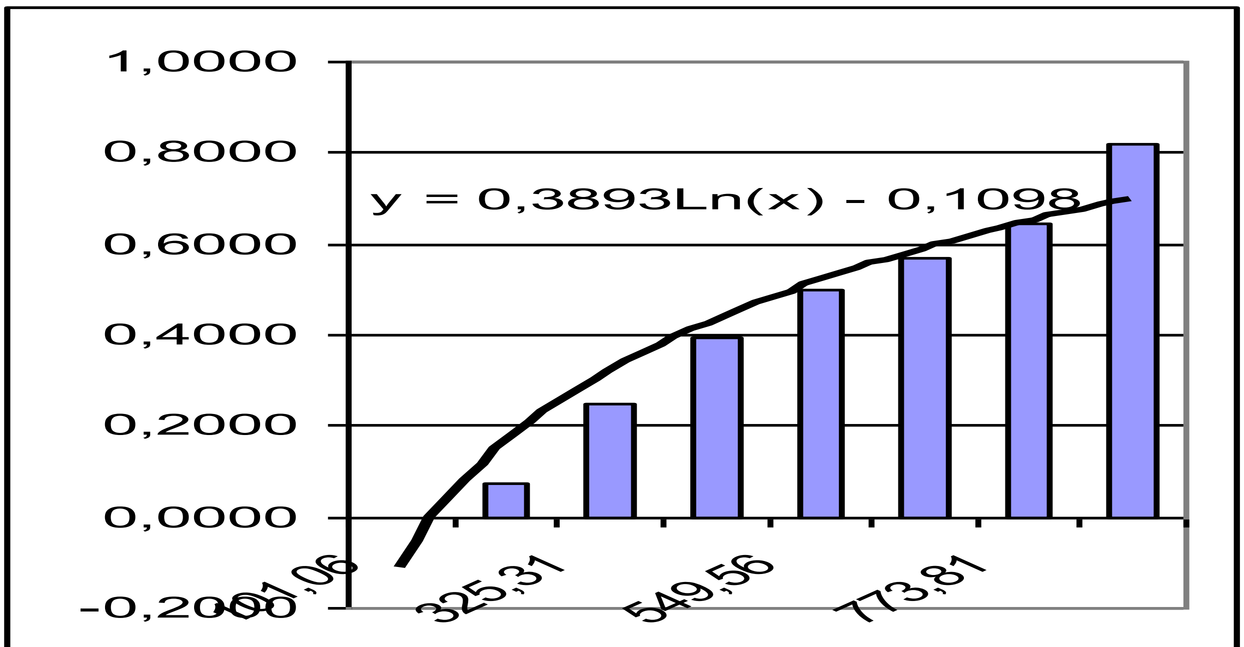
Визначимо кількість значень випадкової величини, що попали в ту чи іншу ділянку як K_i. Це число називається “**частотою**”. “**Відносною частотою**” називається число

$$k_i = \frac{K_i}{N}.$$

Нехай Θ - ринковий попит на продукт торгової фірми для фіксованого періоду (день, тиждень, місяць), a - запас продукту на деякий період, k_1 - собівартість плюс додаткові витрати на зберігання 1 кг продукту, який не був проданий у встановлений час, оскільки попит на нього виявився меншим від того, що прогнозується; k_2 - утрата прибутку на 1 кг продукту, зумовлена відсутністю товару, попит на який перевищив замовлену кількість, $F(\Theta)$ - функція апріорного спостереження розподілу попиту, $f(a)$ - щільність в точці а апостеріорного розподілу попиту, $F(a_0)$ - функція апостеріорного розподілу попиту Θ на продукт.

Тоді оптимальний запас товару на складі буде знайдено з формули

$$\boldsymbol{F(a_0) = k_2 / (k_1 + k_2).}$$



Оптимальний обсяг замовлення статистичним методом.

	Вид товару		
	1	2	3
q	936	1281	389

Оптимальний обсяг замовлення за Вільсоном.

	Вид товару		
	1	2	3
q	316	361	271

Виходячи з даних на табл. 2.8. бачимо, що оптимальний обсяг поставки за Вільсоном дорівнює 316 мішків для першого, 361 для другого та 271 для третього відповідно що є економічно оправданим, тому їх було використано для побудови економіко-математичної моделі. Розрахунки робились з урахуванням кількості робочих днів в одному році, а саме – 275.

Визначення ефективності інвестиційного проекту

За значеннями припливів та відтоків фінансів визначається чистий приведений доход (*NPV* – net present value) дозволяє одержати найбільш узагальнену характеристику результату інвестування.

Цей параметр може бути приведений:

як на кінець інвестиційного проекту

$$NPV = \sum_{t=1}^{T} \frac{П_t - B_t}{(1 + E_t)^t}$$

так і на початок інвестиційного проекту

$$NFV = \sum_{t=1}^{T} (П_t - B_t)(1 + E_t)^t$$

де *Et* – дисконтна ставка, яка в загальному вигляді може бути різною для кожного кроку розрахунку.

Індекс прибутковості (*ІП*) – сума приведених ефектів до величини капітальних вкладень:

$$ІП = \frac{NPV}{К}$$

де *К* – загальна сума капіталовкладень у проект.

Внутрішня норма прибутковості (позначається як *ВНП* або *IRR*) – це така норма дисконту (*Е*), при якій величина приведених ефектів дорівнює приведеним капіталовкладенням.

$$\sum_{t=1}^{T} \frac{П_t - В_t}{(1 + ВНП)^t} = 0$$

Період окупності інвестиційного проекту

$$T_{ОК} = \frac{K}{\sum_{t=1}^{T} \frac{П_t - В_t}{(1 + E_t)^t t}}$$

Розрахунок норми дисконту

$$E_t = ВК + ПР + I_t,$$

де *ВК* – вартість капіталу, залученого до виконання інвестиційного проекту, *ПР* – премія за ризик, I_t – індекс інфляції на момент *t*.

Вартість капіталу – це

ВК = ВВК + ВЗК, або

$$ВК = \frac{\sum_{i=1}^{n} ВК_i S_i}{\sum_{i=1}^{n} S_i}$$

де ВВК – вартість власного капіталу, яка є процентом прибутковості від власного виробництва або ставкою по депозитам у банку, ВЗК – вартість залученого капіталу, тобто це ставка по кредитам у банку або обіцяна норма прибутковості акцій, випущених для реалізації цього проекту.

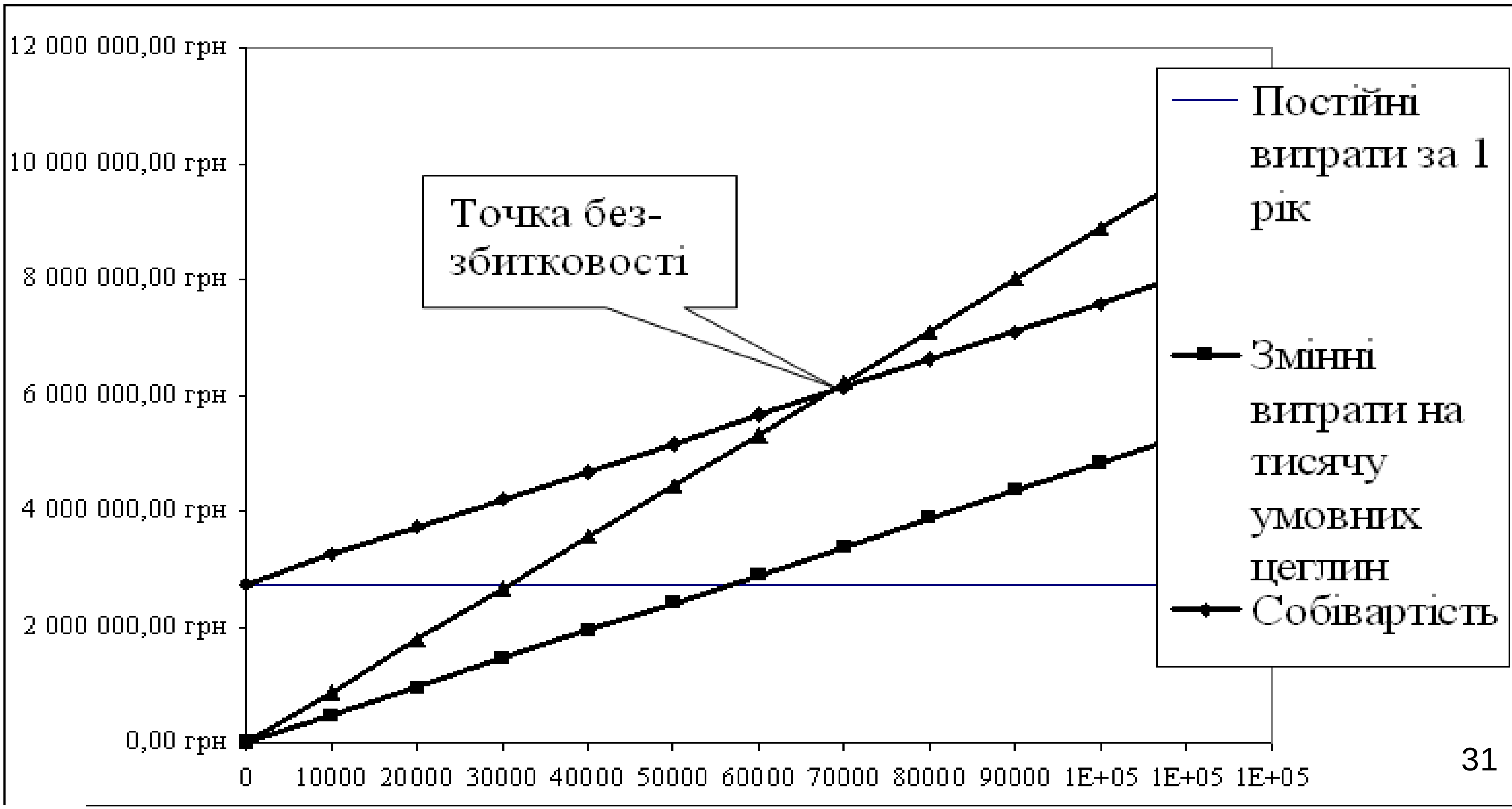
Рекомендований розмір премії за ризик

Група інвестицій	Премія за ризик (*ПР*)
Інвестиції, що заміщають – категорія 1 (нові машини й устаткування, транспортні засоби і т.д., що будуть виконувати в основному ті ж функції, що і старе устаткування, що заміняється)	0
Інвестиції, що заміщають – категорія 2 (нові машини й устаткування, що замінять старе устаткування, але є технологічно більш зробленими, вимагають більш високої кваліфікації працівників, інших виробничих підходів і т.п.)	0,03
Інвестиції, що заміщають – категорія 3 (нові потужності, що заміщають старі потужності, нові заводи на тому ж чи іншому місці)	0,06
Нові інвестиції – категорія 1 (нові потужності чи схоже на старе устаткування, за допомогою якого будуть вироблятися чи продаватися ті продукти, що уже вироблялися)	0,05
Нові інвестиції – категорія 2 (нові потужності чи машини для виробництва чи продажу виробничих ліній, що тісно зв'язані з існуючими виробничими лініями)	0,08
Нові інвестиції – категорія 3 (нові потужності чи машини або поглинання (придбання) інших форм для виробництва чи продажу виробничих ліній, що не зв'язані з первісною діяльністю компанії	0,15
Інвестиції в НДР – категорія 1 (прикладні НДР, спрямовані на визначені специфічні цілі)	0,10
Інвестиції в НДР – категорія 2 (фундаментальні дослідження, мета яких може бути поки що точно не визначена, і результат точно не відомий)	0,20

Точка і рівень беззбитковості

Для однопродуктового виробництва, тобто такого, яке випускає тільки один вид продукції, точка беззбитковості

$$T_Б = \frac{B_П}{Ц - B_V}$$



Запас безпеки, також, може бути знайдено для всіх початкових даних інвестиційного проекту. Для цього формулюється задача оптимізації вигляду

$$NPV(ПД) \rightarrow 0$$

$$ПД \geq 0$$

де *NPV*(*ПД*) – функціональна залежність чистого приведеного доходу від конкретного пункту *ПД* – початкових даних.

Початкові дані	Точка беззбит-ковості	Початкові значення	Запас стій-кості
Тривалість проекту	6 років	6 років	
Загальний обсяг інвестицій (млн. грн.)	85	45	-40
Частка інвестицій в основні засоби	85%	80%	-5%
Залишкова вартість основних засобів	11%	12%	1%
Частка власного капіталу в структурі фінанс.	30%	45%	15%
Вартість власного капіталу	27%	30%	3%
Вартість позикового капіталу	21%	20%	-1%
Виторг (доход) підприємства в перший рік	220,37	142,86	-77,51

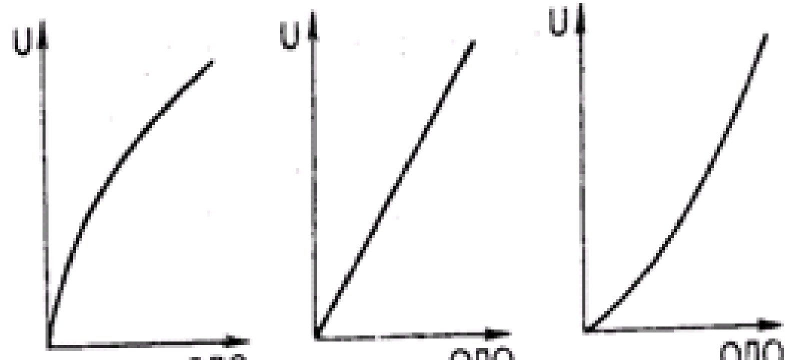
ФУНКЦІЯ КОРИСНОСТІ НЕЙМАНА-МОРГЕНШТЕРНА

Безумовним грошовим еквівалентом (БГЕ) гри називається максимальна сума грошей, яку ОУР готова заплатити за участь у грі (лотереї), або, що те ж, та мінімальна сума грошей, за яку він готів відмовитися від гри. Кожний індивід має свій БГЕ.

Крок 1. Привласнюються довільні значення корисності виграшам для гіршого і кращого виходів, причому першій величині (гірший вихід) ставиться у відповідність менше число. Корисність виходу навіть для одного індивіда визначається не однозначно, а з точністю до монотонного перетворення. Нехай, наприклад, маємо x_1 x_2..., x_n - корисності, що приписуються n очікуваним значенням виграшів: $\alpha+\beta x_1$ $\alpha+\beta x_2$..., $\alpha+\beta x_n$ (де $\beta > 0$) також будуть корисністю. Якщо в задачі 1 при розрахунку корисності відкинути останні нулі, це буде еквівалентно лінійному перетворенню функції корисності при $\alpha = 0$ і β=0,001.

Крок 2. Гравцеві пропонується на вибір: отримати деяку гарантовану грошову суму m, що знаходиться між кращим і гіршим значеннями S і s, або взяти участь у грі, тобто отримати з імовірністю p найбільшу грошову суму S і s імовірністю $(1 - p)$ - найменшу суму s. При цьому ймовірність потрібно змінювати (знижувати або підвищувати) доти, поки ОУР стане байдужим у відношенні до вибору між отриманням гарантованої суми і грою. Нехай вказане значення ймовірності рівне p_0. Тоді корисність гарантованої суми визначається як середнє значення (математичне сподівання) корисності найменшої і найбільшої сум, тобто

$$U(v) = p_0U(S) + (1-p_0)U(s)$$



а б в

Типи функцій корисності Неймана-Моргенштерна для ОУР, не схильної до ризику (а), байдужої до ризику (б), схильної до ризику (в)

<u>Максимальна плата за ризик.</u> Нехай корисність виражається логарифмічною залежністю $U(W) = ln(W)$. Визначимо, яку максимальну суму S_{max} побажає заплатити ОУР, щоб уникнути гри, в якій з імовірністю p вона виграє W_1 і з імовірністю $1\text{-}p$ виграє W_2. Значення очікуваної корисності гри становить $E(U)=p\,U(W_1)+(1\text{-}p)U(W_2)$, що відповідає гарантованому виграшу $W_r = exp(U_0)$. З іншого боку, сума очікуваного виграшу у разі гри ОГО=$p\,W_1+(1\text{-}p)\,W_2$, тоді, щоб уникнути гри, ОУР погодиться заплатити максимальну суму, рівну S_{max} =ОГО-$E(U)$.

Визначення міри ризикованості при розрахунку ліміту товарного кредиту

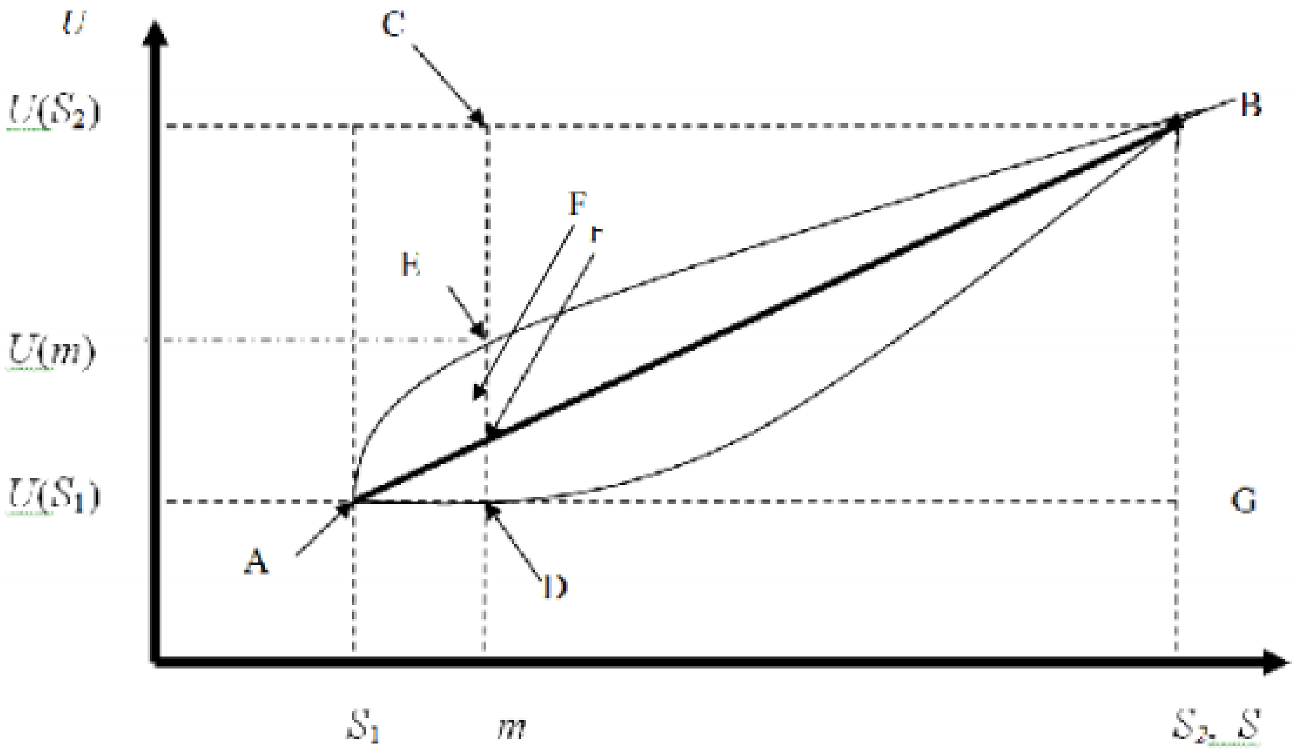


Рис. 5.8 – Визначення функції корисності особи, яка ухвалює рішення

$$p_A = \frac{m - S_1}{S_2 - S_1}.$$

СТРАТЕГІЧНА ГРА

Гравець 2 / Гравець 1	B_1	B_2	………	B_n	α_i
A_1	a_{11}	a_{12}	………	a_{1n}	α_1
A_2	a_{21}	a_{22}	………	a_{2n}	α_2
………	………	……	………	………	………
A_m	a_{m1}	a_{m2}	………	a_{mn}	α_m
β_j	β_1	β_2	………	β_n	

Підхід гравця 1. Він має отримати максимальний гарантований результат при найгірших умовах. Значить, при виборі відповідаючої цим умовам своєї чистої стратегії він повинен вибрати гарантований результат в найгірших умовах, тобто найменше значення свого виграшу a_{ij}, яке визначимо як

$$\alpha_i = \min_j a_{ij}$$

Щоб цей гарантований ефект в найгірших умовах був максимальним, треба з усіх α_i, вибрати найбільше значення. Визначимо його α і назвемо чистою нижньою ціною гри («максимін»):

$$\alpha = \max_i \alpha_i = \max_i \min_j a_{ij}$$

Підхід гравця 2. Своїми оптимальними стратегіями він прагне зменшити виграш гравця 1, тому при кожній j-й чистій стратегії він відшукує величину свого максимального програшу як

$$\beta_j = \min_j a_{ij}$$

в кожному j-му стовпці, тобто визначає максимальний виграш гравця 1, якщо гравець 2 застосує j-у чисту стратегію. З усіх своїх n j-х чистих стратегій він відшукує таку, при якій гравець 1 отримає мінімальний виграш, тобто визначає чисту верхню ціну гри («мінімакс»):

$$\beta_j = \max_j \beta_j = \min_j \max_i a_{ij}.$$

Змішані стратегії

$$S_1 = \begin{pmatrix} A_1 & A_2, & \ldots, & A_m \\ p_1 & p_2, & \ldots, & p_m \end{pmatrix} \qquad S_2 = \begin{pmatrix} B_1 & B_2, & \ldots, & B_n \\ q_1 & q_2, & \ldots, & q_n \end{pmatrix}$$

$$M(A, \overline{p}, \overline{q}) = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} a_{ij} p_i q_j \to \max$$

$$\sum_{j=1}^{n} q_j = 1, q_j \ge 0$$

$$\sum_{i=1}^{m} p_i = 1, p_i \ge 0$$

Кооперативна (біматрична) гра

$$A=\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1j} & \cdots & a_{1n} \\ . & . & . & . & . & . \\ a_{i1} & a_{i2} & \cdots & a_{ij} & \cdots & a_{in} \\ . & . & . & . & . & . \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mj} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix};\; B=\begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1j} & \cdots & b_{1n} \\ . & . & . & . & . & . \\ b_{i1} & b_{i2} & \cdots & b_{ij} & \cdots & b_{in} \\ . & . & . & . & . & . \\ b_{m1} & b_{m2} & \cdots & b_{mj} & \cdots & b_{mn} \end{pmatrix}. \quad C=\begin{pmatrix} (a_{11},b_{11}) & (a_{12},b_{12}) & \cdots & (a_{1j},b_{1j}) & \cdots & (a_{1n},b_{1n}) \\ . & . & . & . & . & . \\ (a_{i1},b_{i1}) & (a_{i2},b_{i2}) & \cdots & (a_{ij},b_{ij}) & \cdots & (a_{in},b_{in}) \\ . & . & . & . & . & . \\ (a_{m1},b_{m1}) & (a_{m2},b_{m2}) & \cdots & (a_{mj},b_{mj}) & \cdots & (a_{mn},b_{mn}) \end{pmatrix}$$

$$M_1^i \le M_1,\; i=\overline{1,m}; \qquad M_2^j \le M_2,\; j=\overline{1,n},$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} y_j \le \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_i y_j,\; i=\overline{1,m}; \quad \sum_{i=1}^{m} b_{ij} x_i \le \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} b_{ij} x_i y_j,\; j=\overline{1,n}.$$

$$\begin{cases} \sum\limits_{i=1}^{m} x_i = 1;\; x_i \ge 0,\; i=\overline{1,m}; \\ \sum\limits_{j=1}^{n} y_j = 1;\; y_j \ge 0,\; j=\overline{1,n}. \end{cases}$$

ІГРИ З ПРИРОДОЮ

$$A=\begin{pmatrix} & \Pi_1 & \Pi_2 & \dots & \Pi_n \\ \hline A_1 & a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ A_2 & a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_m & a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

Матриця ризиків $R = ||r_{ij}||_{m,n}$ або матриці упущених можливостей. Величина ризику - це розмір плати за відсутність інформації про стан середовища. Матриця R може бути побудована безпосередньо з умов задачі або на основі матриці виграшів A. Ризиком r_{ij} гравця при використанні ним стратегії A_i і при стані середовища Π_j будемо називати різницю між виграшем, який гравець отримав би, якби він знав, що станом середовища буде Π_j, і виграшем, який гравець отримає, не маючи цієї інформації.

$$A=\begin{pmatrix} & \Pi_1 & \Pi_2 & \Pi_3 & \Pi_4 \\ \hline A_1 & 1 & 4 & 5 & 9 \\ A_2 & 3 & 8 & 4 & 3 \\ A_3 & 4 & 6 & 6 & 2 \end{pmatrix}$$

$$r = \begin{array}{ccccc} & \Pi_1 & \Pi_2 & \Pi_3 & \Pi_4 \\ A_1 & 3 & 4 & 1 & 0 \\ A_2 & 1 & 0 & 2 & 6 \\ A_3 & 0 & 2 & 0 & 7 \end{array}$$

Ігри з природою

Прийняття рішень при відомих ймовірностях стану природи

$$\alpha = \max_i \sum_{j=1}^{n} a_{ij} p_j$$

В деяких випадках імовірності настання певних станів природи подаються обумовлені, що точність визначення цих імовірностей менше 100%. Частіше, для кожного стану природи Π_j вказується своя точність розрахунку ймовірності його стану t_j, яка як і ймовірність змінюється в діапазоні від 0 до 1 (від 0% до 100%). У цьому випадку , вибір оптимальної стратегії активного гравця визначається із залученням матриці ризиків r_{ij}

$$\alpha = \max_i \left(\sum_{j=1}^{n} a_{ij} p_j t_j - \sum_{j=1}^{n} r_{ij} p_j (1 - t_j) \right),$$

Матриця R може бути побудована безпосередньо з умов задачі або на основі матриці виграшів A. Ризиком r_{ij} гравця при використанні ним стратегії A_i і при стані середовища Π_j будемо називати різницю між виграшем, який гравець отримав би, якби він знав, що станом середовища буде Πj, і виграшем, який гравець отримає, не маючи цієї інформації.

Ігри з природою

в умовах повної невизначеності

$$A = \begin{pmatrix} & \Pi_1 & \Pi_2 & \dots & \Pi_n \\ \hline A_1 & a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ A_2 & a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_m & a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

$$R_{ij} = \max_i a_{ij} - a_{ij}$$

Критерії максимакса $M = \max\limits_{1 \le i \le m} \max\limits_{1 \le j \le n} a_{ij}$.

Максимінний критерій Вальда $W = \max\limits_{1 \le i \le m} \min\limits_{1 \le j \le n} a_{ij}$.

Критерій мінімаксного ризику Севіджа $S = \min\limits_{1 \le i \le m} \max\limits_{1 \le j \le n} r_{ij}$

Критерій песимізму-оптимізму Гурвіца

$$H_A = \max_{1 \le i \le m} \{p \min_{1 \le j \le n} a_{ij} + (1\text{-}p) \max_{1 \le j \le n} a_{ij}\},$$

Вибір рішень за допомогою дерева рішень

Етап 1. *Формулювання задачі.* Передусім необхідно відкинути чинники, що не відносяться до проблеми, а серед множини, що залишилася, виділити істотні та неістотні. Це дозволить привести опис задачі прийняття рішення до форми, що піддається аналізу. Повинні бути виконані наступні основні процедури: визначення можливостей збору інформації для експериментування та реальних дій; складання переліку подій, які з певною ймовірністю можуть статися; встановлення тимчасового порядку розташування подій, у виходах яких міститься корисна й доступна інформація, і тих послідовних дій, які можна зробити.

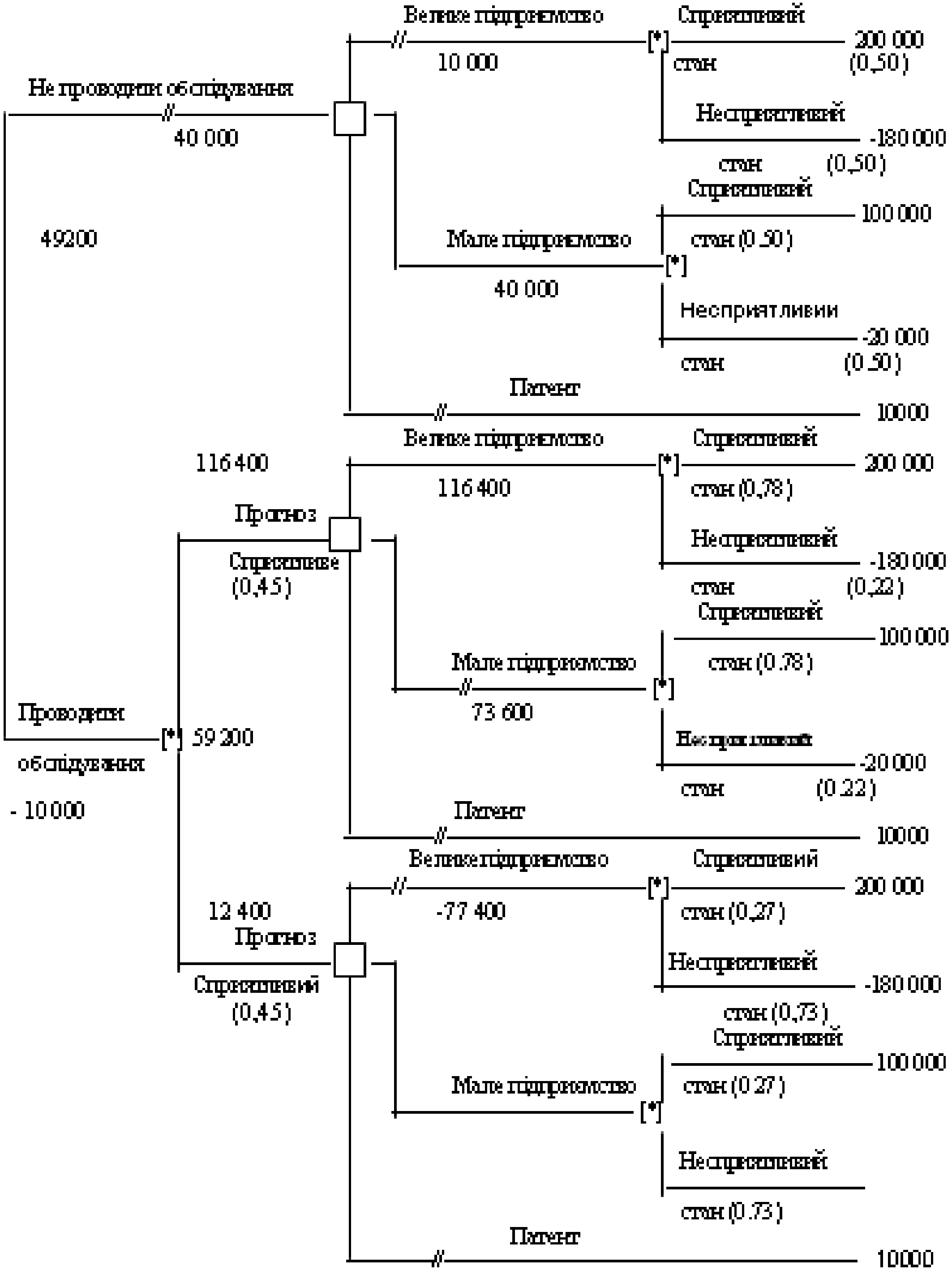
Етап 2. *Побудова дерева рішень.*

Етап 3. *Оцінки ймовірностей станів середовища,* тобто зіставлення шансів виникнення кожної конкретної події. Потрібно зазначити, що вказані ймовірності визначаються або на основі наявної статистики, або експертним шляхом.

Етап 4. *Встановлення виграшів (*або програшів, як виграшів зі знаком мінус) для кожної можливої комбінації альтернатив (дій) і станів середовища.

Етап 5. *Рішення задачі.*

Дерево рішень без додаткового обстеження кон'юнктури ринку: рішення (рішення приймає гравець): [*] - випадок (рішення "приймає" випадок); // - знехтуване рішення



Якщо точна інформація про істинний стан ринку буде сприятлива (ОГО = 200 000 дол., приймається рішення будувати велике виробництво; якщо несприятлива, то найбільш доцільне рішення - продаж патенту (ОГО=10 000 дол.). Враховуючи, що ймовірності сприятливої та несприятливої ситуацій рівні 0,5, значення $ОГО_{ті}$ (ОГО точної інформації) визначається виразом: $ОГО_{ті}$ = 0,5 * 200 000 + 0,5 * 10 000 = 105 000 дол.

Тоді очікувана цінність точної інформації є:

$ОЦ_{ті} = ОГО_{ті} - ОГО$ = 105 000 - 40 000 = 65 000 дол.

Портфелі акцій

Модель Марковіца.

За цією моделлю може бути знайдено оптимальне рішення за допомогою методів лінійного програмування для:

– максимуму доходів при заданому значенні ризику

$$\begin{cases} m_p = \sum_i x_i d_i \to \max \\ \sum_i \sum_j x_i x_j v_{ij} = r_p \\ \sum x_i = 1 \end{cases}, \qquad (6.44)$$

– мінімуму ризику при заданому значенні доходності портфелю цінних паперів

$$\begin{cases} v_p = \sum_i \sum_j x_i x_j v_{ij} \to \min \\ \sum_i x_i d_i = m_p \\ \sum_i x_i = 1 \end{cases}, \qquad (6.45)$$

Модель Шарпа.

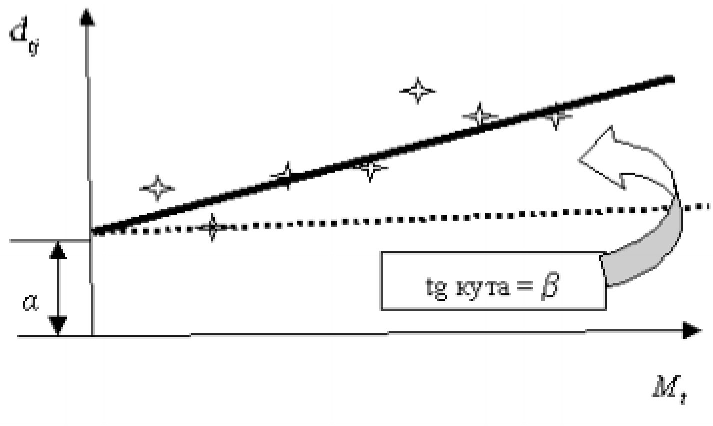


Рис. 2.2. Графічний зміст коефіцієнтів α та β

$$\begin{cases} R_f + \sum_{j=1}^{N}(\alpha_j \cdot W_j) + (R_m - R_f)\cdot \sum_{j=1}^{N}(\beta_{pj} W_j) \to \max; \\ \sqrt{\left(\sum_{j=1}^{N}(\beta_{pj} W_j)\right)^2 \cdot \rho_m^2 + \sum_{j=1}^{N}(\rho_j^2 W_j^2)} \le \rho_{req}; \\ W_j \ge 0; \\ \sum_{j=1}^{N} W_j = 1. \end{cases},$$

Модель Пістунова - Сітнікова.

$$\begin{cases} \dfrac{\sqrt{\sum_i x_i^2 v_i^2} + \sum_i \sum_j x_i x_j v_{x_i x_j}}{\sum_i x_i d_i} \to \min \\ \sum_i x_i = 1 \\ x_i \ge 0 \end{cases}$$

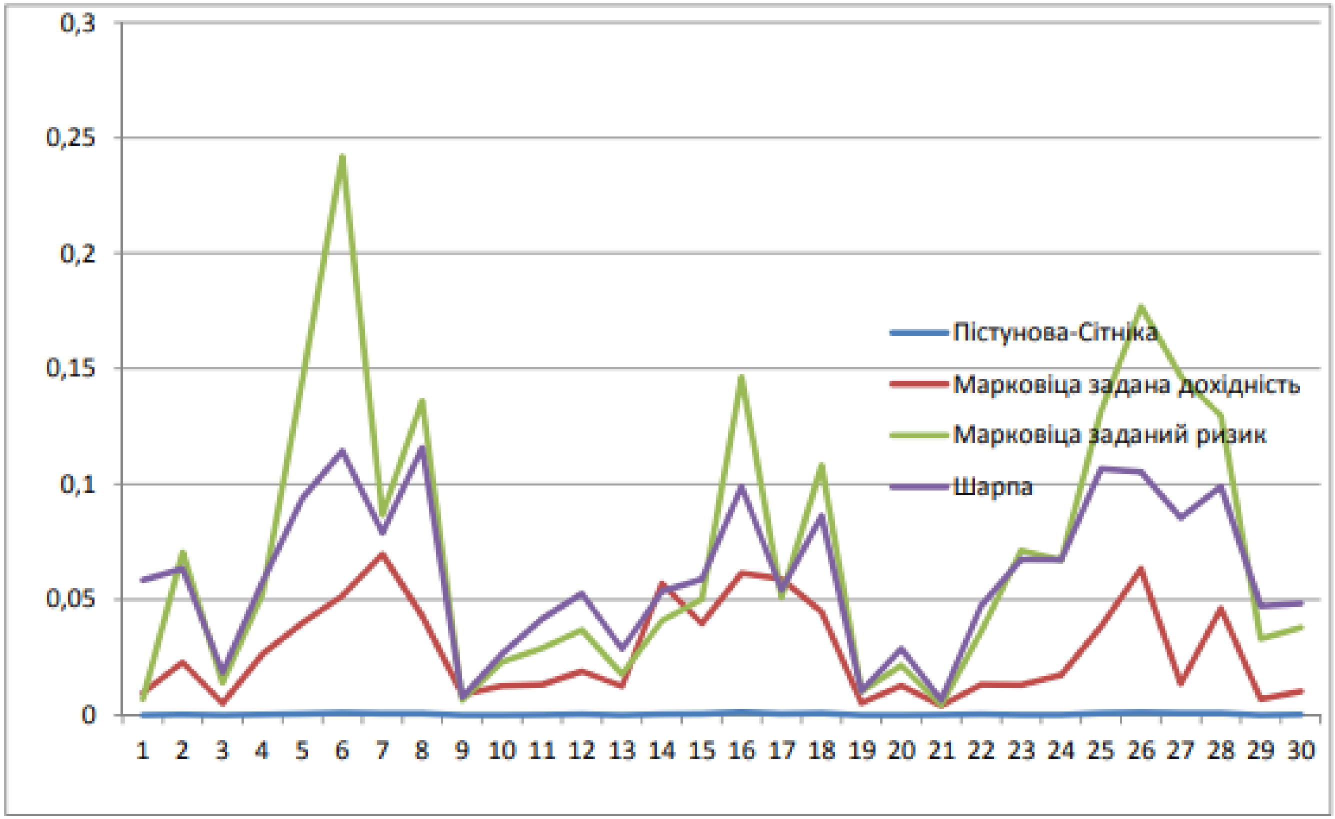


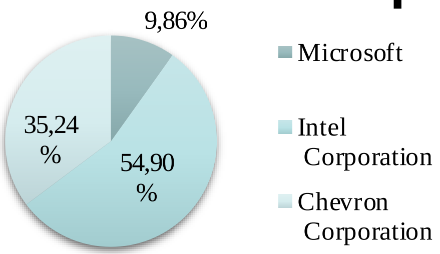
Рис. 6.7 – Відносна ризиковість портфелів цінних паперів, побудованих за різними моделями на однакових даних

Синтетична модель

$$\begin{cases} \dfrac{\sqrt{\sum\limits_{i} x_i^2 \sigma_i^2} + \sum\limits_{i=1}^{N} \sum\limits_{j=1}^{N} x_i x_j v_{ij}}{(\sum\limits_{j=1}^{N} \alpha_j x_j + R_m \sum\limits_{j=1}^{N} \beta_j x_j) \cdot \sum\limits_{j=1}^{N} d_j x_j} \to \min \\ \sum\limits_{j=1}^{N} x_j = 1 \\ x_j \geq 0,\ j = 1,..,N \end{cases}$$

Порівняння моделей Пістунова І.М.

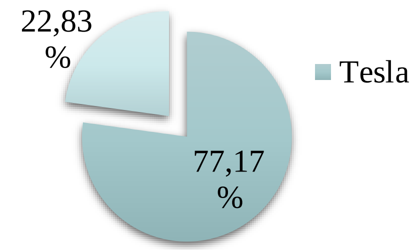
з моделями Марковіца та Шарпа за критерієм відношення ризиковості портфеля до дохідіності

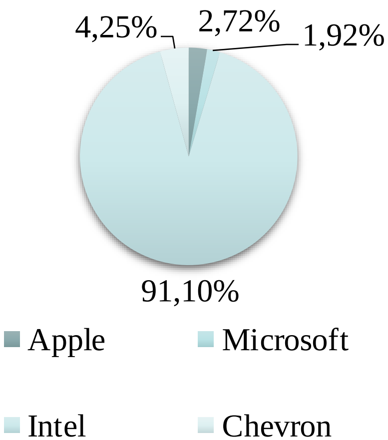


Моделі Марковіца

мінімальний ризик

максимальна дохідність

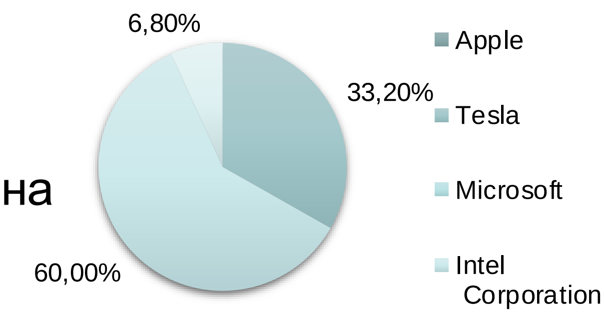




Моделі Пістунова

Ризиково-дохідна

Синтетична



Модель	Ризик (%)	Доходність(%)
Мінімального ризику Марковіца	1,34	0,21
Максимальної доходності Марковіца	5	0,65
Пістунова-Сітнікова	5,64	0,7
Обєднана модель Шарпа та Пістунова-Сітнікова	5,7	0,79

Інвестиційний портфель	Коефіцієнт Шарпа
Мінімального ризику за Марковіцом	-0,184
Максимальної доходності за Марковіцом	0,3
За моделлю Пістунова-Сітнікова	0,35
Об'єднана модель Шарпа та Пістунова-Сітнікова	0,41

Модель оптимального розподілу фінансових активів інвестора з урахуванням його схильності до ризику

Якщо інвестор нейтральний до ризику, тоді його оптимальний план переформування фінансового портфелю є результат розв'язку такої задачі лінійного програмування

$$\left.\begin{array}{c} z = \sum d_j\,(a_j - x_j + y_j) - (1+r)v + (1+s)w \rightarrow max, \\ \sum(-p_j x_j + q_j y_j) - v + w = I, \\ 0 \le x_j \le a_j,\ y_j \ge 0,\ j = 1,n,\ v,w \ge 0, \end{array}\right\} \qquad (6.61)$$

де через z – загальний доход фінансового портфеля інвестора, який розраховується за правилом обрахування середнього значення суми випадкових величин.

$$\left.\begin{array}{c} z = \sum d_j\,(a_j - x_j + y_j) - (1+r)v + (1+s)w \rightarrow max, \\ \sigma^2 = \sum\sum r_{ij}\,\sigma_i\,\sigma_j\,(a_i - x_i + y_i)\,(a_j - x_j + y_j) \rightarrow min\ (max), \\ \sum(-p_j x_j + q_j y_j) - v + w = I, \\ 0 \le x_j \le a_j,\ y_j \ge 0,\ j = 1,n,\ v,w \ge 0, \end{array}\right\}$$

Визначення ризику при видаванні кредиту клієнту, що не має кредитної історії

Перелік показників, за якими визначається надійність клієнта

Умовне позначення показника	Найменування показника	Чисельне значення показника
X_1	Відношення заборгованості по кредитним картам і кредитним лініям (окрім іпотек і авто у кредит), до загальної суми кредитних лімітів.	процент
X_2	Вік позичальника	цілий
X_3	Кількість прострочених платежів в межах 30-59 днів за останні 2 роки	цілий
X_4	Відношення щомісячних платежів позичальника (житло, аліменти та ін.) до його місячного заробітку	процент
X_5	Місячний дохід позичальника	речовинний
X_6	Кількість діючих кредитів (автомобілі, іпотека) та платежі з-кредитних карток.	цілий
X_7	Кількість випадків, коли позичальник прострочив платіж більше, ніж на 90 днів.	цілий
X_8	Кількість іпотек та кредитів під нерухомість.	цілий
X_9	Кількість випадків, коли позичальник прострочив платіж в межах 60-89 днів за останні 2 роки	цілий
X_{10}	Кількість утриманців в сім'ї (діти, батьки, чоловік, дружина, тощо)	цілий

Тоді, ймовірність того, що клієнт не поверне кредит за кількісними показниками можна знайти з виражения

$$P_1 = \frac{X_3 + X_7 + X_9}{X_6 + X_8 + X_3 + X_7 + X_9}. \qquad (3)$$

ймовірність неповернення кредиту P_d для клієнта з відомою кредитною історією можна знайти з виразу

$$P_d = \left[1 - \left(1 - \frac{X_3 + X_7 + X_9}{X_6 + X_8 + X_3 + X_7 + X_9}\right)(1 - X_1)\right].$$

Етап 2. Далі необхідно визначити найбільш значимі відносно знайденої ймовірності фактори X_1, X_2, X_5, X_{10} методом кореляційного аналізу і відкинути не значимі.

Етап 3. Побудувати залежність ймовірності від значимих факторів. Вид залежності може варіюватися від лінійної до степеневої, логарифмічної, тригонометричної, тощо.

$$P_d = f(X_1, X_2, X_5, X_{10}) .$$

Етап 4. Перевірити прогнозуючі властивості отриманої залежності.

Етап 5. Логічним вважати прийнятним розраховану величину ймовірності неповернення кредиту для клієнта, що не має кредитної історії, на рівні статистики неповернення кредитів для конкретного банку.

$$P_н = \frac{K_н S_н}{KS} ,$$

де $P_н$ – імовірність неповернення кредитів конкретного банку, розрахована за фактичними результатами діяльності банку, K – загальна кількість виданих кредитів, S – загальна сума виданих кредитів, $K_н$ – загальні кількість неповернений вчасно кредитів, $S_н$ – загальні сума неповернених вчасно кредитів.

Фрагмент розрахунків ймовірності неповернення кредитів за формулою (3) особами, які мають кредитну історію

X_3	X_4	X_6	X_7	X_8	X_9	P_d
2	0,8	13	0	4	0	0,011579
4	0,01	2	3	0	2	0,19
3	0,01	2	0	0	2	0,292857
1	0,02	2	3	0	1	0,3
1	0,1	2	3	0	0	0,4
2	0,01	2	1	0	0	0,406
3	0,14	5	2	0	2	0,498333
2	0,1	4	2	0	1	0,5
3	0,11	7	2	0	0	0,629167
1	0,01	2	0	0	0	0,67
3	0,02	8	0	1	1	0,698462
0	0,11	2	1	0	0	0,703333
2	0,15	10	1	0	0	0,803846
1	0,12	6	0	0	0	0,874286
1	0,18	18	0	1	0	0,959

$$P_d = 0.33985 - 1,4 \cdot 10^{-7} X_2 - 2,6 \cdot 10^{-7} X_5 + \frac{1,2 \cdot 10^{-7} X_5}{X_{10} + 1} + 0,71498 X_5^2 - 5,9 \cdot 10^{-9} X_2 X_5 .$$

Міра перевищення визначається як

$$\Delta P = P_d - P_н .$$

Шкала перевищення $P_н$ над P_d (ΔP)

Рівень ризику	Перевищення ΔP
Наднизький ризик	0,03
Низький ризик	0,06

Рівень ризику	Перевищення ΔP
Ризик, що викликає занепокоєння	0,05
Тривожний ризик	0,08
Критичний ризик	0,10
Високий ризик	0,15
Надзвичайно високий ризик	0,20

Рекомендовані джерела інформації

1. Пістунов І.М. Визначення та управління фінансово-економічними ризиками [Електронний ресурс]: навч. посібн. / І.М. Пістунов, М.І. Пістунов; Нац. гірн. ун–т. – Електрон. текст. дані. – Д. : НГУ, 2015. – 180 с.

2. Пістунов І.М., Пістунова К.І. Оптимальні рішення в інвестиційному проектуванні : Навч. посібник. - Д.: НГУ, 2007.- 108 с.

3. Пістунов І.М., Пістунов М.І. Визначення міри ризикованості при розрахунку ліміту товарного кредиту агропідприємств // Економіка: проблеми теорії і практики. –2009. –том І. –випуск 253 – С. 134-138.

4. Пістунов І.М. Визначення ймовірності неповернення кредиту особами, що не мають кредитної історії / І.М. Пістунов, М.І. Пістунов // Економічний вісник НГУ. – №2, 2014. – С. 101 - 108.

5. Pistunov I.M. Statistical and Wilson EOQ models conjunction for order quantity optimization/ I.M. Pistunov, I.A. Bielkina, O.Yu.Churikanova // Naukovyi Visnyk NHU – № 2, 2018 р. – P. 163-168.

6. Тищенко І.В., Пістунов І.М. Оптимізація запасів підприємства за допомогою статистичного методу /І.В.Тищенко , І.М.Пістунов // Східна Європа: економіка, бізнес, управління. - 2019. - вип. 4(21). Режим доступу до ресурсу: http://www.easrernuerope-abm.in.ua. - С. 336-340

7. Пістунов І.М., Малахова М.Д. Визначення міри ризикованості клієнта// ВЧЕНІ ЗАПИСКИ ТАВРІЙСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ В. І. ВЕРНАДСЬКОГО Серія: Економіка і управління Том 31 (70). № 4, 2020 Частина 1. - Київ: Гельветика, 2020 - С.141-145.

8. Пістунов І.М. Використання корпоративної функції корисності для визначення прийнятної суми страхування бізнесу Економічний аналіз 2021. No 3, Том 31. С.83-89.