

УДК 005.342:658.15

JEL Classification: C15, C81, D40, D81

DOI: [http://doi.org/10.31617/visnik.knute.2021\(138\)02](http://doi.org/10.31617/visnik.knute.2021(138)02)

МАКАРЧУК Іван,
postgraduate at the Department of Management
Kyiv National University
of Trade and Economics
19, Kioto St., Kyiv, 02156, Ukraine

FEDULOVA Iryna,
Doctor of Sciences (Economics), Professor, Professor
at the Department of Management
Kyiv National University of Trade and Economics
19, Kioto St., Kyiv, 02156, Ukraine

E-mail: i.makarchuk@knute.edu.ua
ORCID: 0000-0001-8085-0969

E-mail: i.fedulovai@knute.edu.ua
ORCID: 0000-0002-8802-137X

ЙМОВІРНІСНИЙ ПІДХІД ДО ВИМІРЮВАННЯ ЦІНОВОГО РИЗИКУ ПІДПРИЄМСТВА

Розглянуто використання інструментарію ймовірнісного підходу до оцінки ризику визначення ціни на продукт. Цей метод базується на припущенні, що для аналізу ризику ринкової ціни можна застосовувати нормальний закон розподілу ймовірностей, інтегральну функцію розподілу й ключові показники, які покладені в основу її побудови.

Ключові слова: ризик, аналіз ризику, оцінка ризику, ймовірнісний підхід, інтегральна функція розподілу ймовірностей.

Постановка проблеми. Кожен менеджер у процесі прийняття управлінських рішень стикається з проблемою аналізу і прогнозування показників, які є випадковими величинами, а значить пов'язані з ризиком і невизначеністю. Реалізація цих випадкових величин можлива в майбутньому, але вже сьогодні потрібно розуміти рівень ризику, з яким можна зіткнутись у процесі діяльності та заздалегідь підготуватись до нього.

Іноді повністю уникнути ризику неможливо, і виникає потреба у прийнятті рішення про його допустимий рівень, що робиться на найвищому ступені управління: власником або радою директорів. Але для цього ризик потрібно спочатку оцінити, використовуючи один з багатьох існуючих інструментів оцінки ризику (ОР).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання ОР розглядали зарубіжні та вітчизняні науковці. Зокрема, в працях К. Семенова, К. Тарасова [1], О. Старенької [2], І. Шевченко і Ю. Паламарчук [3], О. Рудич [4], О. Денчик, Д. Бедрій, С. Савченко [5], Ю. Швець [6], О. Коваленко [7], Д. Фройнд, Д. Джонс [8], М. Кроухі, Д. Галай, Р. Марк [9] досліджено питання якісного і кількісного аналізу ризику, методи і моделі, принципи і підходи до ОР. Серед найбільш вживаних інструментів розглянуто у тому числі ймовірнісний підхід до ОР, використання якого базується на теорії ймовірності.

У працях таких науковців, як А. Дука [10], Н. Кузнецова [11], В. Проскура, Р. Білак [12], Н. Скопенко, О. Пьянкова [13], О. Лабурцева [14] проаналізовано стратегічні аспекти ризик-менеджменту, які стосуються врахування окремих стратегічних ризиків у діяльності підприємства.

© Makarchuk I., Fedulova I., 2021

Методи аналізу й оцінки ризику докладно розглянуто в стандарті ISO/IEC 31010:2009 "Ризик-менеджмент. Методи оцінки ризику" (*Risk management – Risk assessment techniques*) [15], в якому подано широкий перелік методів ОР і посилання на інші міжнародні стандарти, в яких більш детально описано застосування конкретних її методів. Цей стандарт містить методи, які успішно застосовуються на практиці, рекомендації щодо вибору і використання конкретних методів оцінки ризику. Проте в ньому не розглянуто конкретні критерії для прийняття рішення з аналізу ризику та не надано вказівки щодо застосування відповідних методів у конкретній ситуації, він також допускає використання інших методів ОР з урахуванням можливості їх застосування в конкретній ситуації.

Попри такий широкий розгляд інструментарію ОР є необхідність уточнити його використання для певних економічних ситуацій, а саме аналізу ризику встановлення ціни, оскільки сучасні українські підприємства недостатньо активно використовують у своїй діяльності оцінку саме стратегічних ризиків, які суттєво впливають на їхню успішність на ринку.

Метою дослідження є розгляд інструментарію ймовірнісного підходу до оцінки ризику. Відповідно до цього підходу ОР здійснюється для показників, які мають нормальний закон розподілу і для яких можна використовувати інтегральну функцію розподілу ймовірності й ключові показники, покладені в основу її побудови.

Матеріали та методи. Методологічною базою аналізу ризику за ймовірнісним підходом є розгляд вихідних даних як сподіваних значень деяких випадкових величин з відомими законами ймовірнісного розподілу. У ситуації виникнення конкретного ризику відомі результати тієї чи іншої альтернативи і ймовірності, з якими дані результати можуть наступити. Якщо відомий ймовірнісний розподіл результатів, то вони можуть бути змодельовані у вигляді випадкової величини із своїм законом розподілу.

Таким чином, усі економічні показники є випадковими величинами із своїми законами розподілу. Згідно з класичним визначенням *випадковою* називається величина, значення якої може змінюватися від досліду до досліду випадково, і в результаті досліду вона прийме тільки одне можливе значення, яке наперед невідоме і залежить від випадкових причин, які заздалегідь не можуть бути враховані.

Закон розподілу випадкової величини вважається заданим, якщо вказані:

- множина можливих значень випадкової величини (в тому числі нескінченна);
- ймовірність попадання випадкової величини в довільну область цієї множини або закон (формула), що дає змогу розрахувати таку ймовірність.

В умовах невизначеності потрібно володіти інформацією про наслідки вибору альтернативи при кожному можливому стані. У ризиковій ситуації також необхідно знати ймовірності цих станів і всі можливі

наслідки. А це свідчить про необхідність адекватного вибору і побудови розподілу ймовірностей станів. У деяких випадках це неможливо, і доводиться задовольнятися лише інформацією про кількісні характеристики випадкової величини.

Ймовірнісний підхід до оцінки ризику передбачає використання диференційної та інтегральної функцій розподілу ймовірності. Для використання кожної з них потрібно розуміти логіку прийняття рішень в умовах ризику.

Використовуючи інтегральний підхід до ОР, ми визначаємо ризик як ймовірність того, що випадкова величина буде менше певного визначеного значення, яке розглядається як бажаний цільовий показник або ризик-апетит компанії.

Інтегральною функцією розподілу називають функцію, яку визначають як ймовірність (P) того, що випадкова величина X набуде значення, менше за деяке фіксоване число x , і позначають [16]:

$$F(x) = P\{X < x\} \quad \text{або} \quad F(x) = P\{-\infty < X < x\} \quad (1)$$

При використанні диференційної функції розподілу ризик визначається як ймовірність реалізації певної випадкової величини. Диференційна функція розподілу – це перша похідна інтегральної функції розподілу, тобто вона описує кількість ймовірності, яка припадає на одиницю довжини, коли ця одиниця є нескінченно малою, тобто вона є щільністю розподілу ймовірностей можливих значень випадкової величини на числовій прямій [16]:

$$f(x) = F'(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{F(x + \Delta x) - F(x)}{\Delta x} . \quad (2)$$

Для безперервної випадкової величини, яка розподілена за нормальним законом, функція щільності ймовірності (або "Гауссова крива") аналітично задається формулою [16]:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} , \quad (3)$$

де μ і σ – параметри розподілу; μ – математичне сподівання, що характеризує місце центру розподілу; σ – середньоквадратичне відхилення, розсіювання або варіація щодо цього "центру"; e – математична константа, основа натурального логарифму, його значення приблизно дорівнює 2,71838.

Закон розподілу характеризується декількома показниками, які показують сподіваний результат і величину відхилення від нього, зокрема, це: математичне сподівання, дисперсія, середньоквадратичне відхилення і коефіцієнт варіації.

У випадку, коли всі можливі наслідки події описуються дискретною випадковою величиною $X = X = \{X_1, X_2, \dots, X_i\}$, а розподіл ймовірностей їх настання $P = \{P_1, P_2, \dots, P_i\}$, причому $\sum_{i=1}^n P_i = 1$, величина ризику сподіваного результату знаходиться за формулою математичного сподівання. Математичним сподіванням випадкової величини X називають суму добутків можливих значень величини X на відповідні ймовірності. Для дискретної випадкової величини X формула має вигляд [16]:

$$M(X) = \sum_{i=1}^n X_i P_i \quad (4)$$

Дисперсія (варіація) випадкової величини X – це математичне сподівання квадрата відхилення випадкової величини X від свого математичного сподівання $M(x)$.

Для дискретної випадкової величини X [16]:

$$V(x) = \sigma^2(X) = \sum_{i=1}^n (X_i - M(X))^2 P_i \quad (5)$$

Частіше використовують середньоквадратичне відхилення (σ), яке визначається як квадратний корінь з дисперсії [7]:

$$\sigma(x) = \sqrt{\sigma^2(x)} \quad (6)$$

Цей показник вже можна лінійно комбінувати з математичним сподіванням, оскільки він має ту ж розмірність.

Коефіцієнт варіації показує кількість ризику, яка припадає на одиницю доходу, і визначається за формулою [16]:

$$CV(X^+) = \frac{\sigma^-(X^+)}{M^+(X^+)} \quad (7)$$

В умовах невизначеності розглядається в основному обмежений перелік альтернатив і станів. У випадку ризику може виникнути необхідність приймати рішення як на дискретній множині, так і на неперервних діапазонах. Якщо існує можливість вибору будь-якого значення з такого неперервного діапазону, то це означає існування необмеженої кількості альтернатив.

При врахуванні розподілів ймовірності потрібно зробити деякі припущення про те, за яким законом розподілу ймовірностей розподіляється досліджуваний економічний показник. Часто для опису економічних показників використовують нормальний закон розподілу. Прикладами змінних, які описуються нормальними розподілами, є темпи інфляції, ціни на енергоносії, фінансові показники тощо. Вважається, що, якщо на показник впливає багато різних факторів і неможливо визначити, який з них впливає найбільше, а серед значень показника є такі, які мають найбільшу ймовірність, то такий показник можна описати за допомогою нормального закону розподілу.

Результати дослідження. Ризик розглядається в загальному випадку як ступінь небезпеки для успішної реалізації будь-якої економічної події. Для аналізу можливих небезпек необхідне використання специфічних методів аналізу, спрямованих на оцінку ризикової події як мінімум з точки зору ймовірності її реалізації і значущості для досягнення цілей компанії.

Існуючі методи дослідження ризиків і пов'язані з ними моделі можна класифікувати за такими напрямками [17]:

залученням ймовірнісних розподілів:

- методи без урахування розподілів ймовірностей;
- методи з урахуванням розподілів ймовірностей.

Якщо не враховувати розподіли ймовірностей, то для кожної стохастичної величини беруть лише одне її значення. А при врахуванні розподілу ймовірності ми оперуємо повним діапазоном випадкових величин з їх ймовірностями. Але побудова адекватного ризиковій ситуації закону розподілу ймовірностей для певної випадкової величини може становити складну задачу. А іноді сам побудований закон розподілу може базуватись на певних припущеннях, які також не можуть бути точно визначеними;

відповідно до врахування ймовірності реалізації кожного окремого значення змінної та проведення всього процесу аналізу з урахуванням розподілу ймовірностей:

- ймовірнісні методи;
- вибіркові методи.

Особливістю цього підходу є те, що для кожної стохастичної величини використовують не окреме значення залежної змінної, а розподіл її ймовірностей.

Ймовірнісні методи припускають, що побудова моделі оцінки і розрахунки за нею здійснюються відповідно до теорії ймовірності, а у випадку вибіркових методів все це проводиться шляхом розрахунків за вибірками. Для цього використовуються статистичні методи моделювання прийняття рішень;

залежно від способів знаходження результуючих показників за побудованою моделлю розрізняють:

- аналітичний метод;
- імітаційний метод.

Аналітичний підхід отримання результатів здійснюється на основі значень екзогенних змінних. Його перевагами є швидкість знаходження рішення, недоліками – необхідність адаптації поставленої задачі до математичного апарату, що є в наявності, аналітичних здібностей управлінців та відносна невелика його "прозорість" для користувачів.

Імітаційний підхід базується на покроковому знаходженні значення залежної змінної завдяки проведенню багатократних дослідів з моделлю. Основною перевагою цього методу є "прозорість" усіх

розрахунків, простота сприйняття та оцінки результатів. До недоліків потрібно віднести суттєві витрати на розрахунки з великим обсягом вихідної інформації, наявність відповідного програмного забезпечення, а також вимоги до кваліфікації управлінців.

В основу використання цього методу покладено припущення, що для аналізу ризику ринкової ціни можна використовувати нормальний закон розподілу ймовірностей. Для цього є всі підстави: ринкова ціна за своєю природою є випадковою величиною, що в умовах кон'юнктури ринку внаслідок угоди купівлі-продажу отримує тільки одне можливе значення, ціна реалізації продукції має найбільш сподіване значення, яке наперед точно невідоме і залежить від багатьох випадкових причин, що заздалегідь не можуть бути всі враховані учасниками угоди; серед чисельних факторів, що впливають на визначення ціни, неможливо визначити, який фактор впливає найбільше.

Аналіз ризику (АР) – це один з найважливіших етапів управління ризиком, мета якого полягає в отриманні необхідної інформації щодо структури та властивостей об'єкта ризику та виявлення й оцінювання основних видів ризиків, що впливають на цей об'єкт. Ризик доцільніше та вигідніше завчасно виявити й попередити, ніж потім впливати на його наслідки. АР дає змогу отримати достовірну інформацію для прийняття рішень стосовно доцільності участі у певній економічній діяльності (проєкті), обробити цю інформацію відповідними інструментами та обґрунтувати вибір заходів захисту від можливих збитків. Його реалізація передбачає використання заздалегідь обраних процедур виявлення факторів ризиків і оцінки їх значущості та ймовірності того, що відбудуться певні небажані події, або не відбудуться певні бажані події і негативно вплинуть на досягнення цілей.

Аналіз ризиків виступає передумовою прийняття рішень щодо вибору напрямів їх оброблення і приведення їх величини до прийнятного рівня. Він використовується під час вирішення таких управлінських завдань:

- прийняття стратегічних, інноваційних, інвестиційних рішень;
- стабілізація портфеля активів компанії після здійснення угод, що впливають на ступінь ризику;
- одержання кредитів та залучення інвестицій;
- прогнозування кон'юнктури ринку;
- маркетингові дослідження ринку (прогноз попиту, аналіз конкуренції, поведінки споживачів або постачальників);
- пошук компромісу в конфліктній ситуації;
- управління інвестиційним портфелем (трастові компанії);
- діяльність у сфері аудиту, консалтингу тощо.

АР є ядром системи ризик-менеджменту, він дає змогу краще зрозуміти небезпеки, з якими може зіткнутись компанія в процесі своєї діяльності, передбачення яких допоможе уникнути в майбутньому

проблем, що можуть виникнути, а можуть і не виникнути. Іноді підприємці надмірно оптимістично ставляться до майбутніх ризиків і не бажають витратити час, зусилля і кошти на їх передбачення, оцінку і пом'якшення. Ймовірнісний підхід надає можливість з мінімальними зусиллями зрозуміти, наскільки ймовірним є отримання бажаного результату, або який результат можна отримати із бажаною ймовірністю і визначити для себе їх прийнятність.

Робота аналітика щодо проведення АР передбачає:

- визначення внутрішніх і зовнішніх факторів, які впливають (збільшують або зменшують) на ступінь ризику;
- аналіз виявлених факторів (у найпростішому вигляді визначення тяжкості наслідків і ймовірності реалізації ризикової події);
- оцінювання ризику;
- встановлення допустимого ступеня ризику (з урахуванням ризик-апетиту, толерантності до ризику, а іноді лімітів ризику);
- аналіз окремих операцій щодо обраного ступеня ризику (якість впливу або можливість впливу на ризик);
- розробка (обґрунтування) заходів щодо зниження ступеня ризику до допустимого рівня.

Ризик розглядається як невизначеність, яку можна кількісно виміряти. Це означає, що особа, яка приймає рішення, знає можливі стани і їх ймовірності, що дає змогу представити (змоделювати) кожну альтернативу у вигляді деякої випадкової величини з відомим розподілом. Тоді завдання вибору оптимальної альтернативи зводиться до порівняння цих випадкових величин. Якщо розуміти ймовірності реалізації певних подій, то можна їх передбачати і визначати рівень небезпеки при цьому.

Розглянемо використання ймовірнісного підходу до ОР на прикладі оцінки ризику встановлення ціни на продукт на ринку. Вирішуючи питання про доцільність своєї роботи на певному ринку, компанія використовує інформацією аналітиків. Аналітичне дослідження ринку показало:

- потенційна річна місткість ринку становить 1 млн од. продукції;
- на ринку працюють ще три компанії аналогічного профілю, які контролюють 80 % його потенційної місткості;
- ціна реалізації одиниці продукції на цей момент на ринку становить 75 грн;
- компанія може зайняти частку цього ринку завдяки зниженню ціни реалізації продукції на 10 %;
- можливий ступінь ризику під час роботи на цьому ринку характеризується виникненням таких ситуацій: відхилення реальної ціни від очікуваної може становити: або + 5 %; або – 10 %;
- за умов браку конкретної інформації перша та друга ситуації можуть виникнути з однаковою ймовірністю, яка також дорівнюватиме ймовірності виникнення такої ситуації, за якої продукція реалізовуватиметься за запланованою ціною.

Необхідно визначити ступінь ризику встановлення ціни та його вплив на результати діяльності компанії з урахуванням ризику. Також виникає необхідність оцінити ризик компанії на цьому ринку, з огляду на те, що компанія прагне отримати дохід 14 млн грн, який визначає своїм цільовим показником.

Вирішуючи питання щодо визначення цільової аудиторії при роботі на ринку, компанія визначає обсяг продаж з урахуванням її частки на ринку і загальної потенційної місткості ринку:

$$1 \text{ млн од. прод.} \cdot (1 - 0.8) = 200\,000 \text{ од. прод.}$$

Наступним кроком визначається ціна реалізації одиниці продукції, з якою компанія може вийти на ринок і забезпечити собі 20 % його потенційної місткості відповідно до інформації аналітиків:

$$75 \cdot 0.9 = 67.5 \text{ грн.}$$

Можливе зменшення ціни під час роботи на цьому ринку може мати наслідком одну з двох ситуацій: ціна може або зрости на 5 %, або зменшитись на 10 %; відповідні значення ціни становлять:

$$67.5 \cdot 1.05 = 70.875 \text{ грн.}$$

$$67.5 \cdot 0.9 = 60.75 \text{ грн.}$$

У *табл. 1* наведено приклад закону розподілу ймовірностей ціни на одиницю продукції, яку планується вивести на ринок з урахуванням обставин, які прогножуються аналітиками.

Таблиця 1

Закон розподілу ймовірностей ціни одиниці продукції

Ціна, грн	67.5	70.875	60.75
Ймовірність	0.33	0.33	0.33

Джерело: побудовано авторами.

Маючи інформацію про закон розподілу ймовірностей ціни одиниці продукції, можна оцінити основні показники ризику, а саме: математичне сподівання, середньоквадратичне відхилення і коефіцієнт варіації, з урахуванням того, що ймовірності для всіх трьох ситуацій (ціна визначиться запланованою, зросте на 5 %, зменшиться на 10 %) показані в *табл. 2*.

Таблиця 2

Основні показники оцінки ризику встановлення ціни одиниці продукції

Показник	Значення
Математичне сподівання, грн	66.375
Середньоквадратичне відхилення, грн	5.16
Коефіцієнт варіації, %	7.77

Джерело: розраховано авторами.

Тепер визначимо сподіваний дохід, який отримає компанія при роботі на цьому ринку, використовуючи значення сподіваної ціни і можливий обсяг реалізації продукції:

$$66.375 \cdot 200\,000 = 13\,275\,000 \text{ грн.}$$

Компанія для себе визначає за необхідне за таких умов досягти дохід 14 млн грн, але відповідно до розрахунків її сподіваний дохід менше цієї величини. Проте це не означає, що дохід 14 млн грн не можна отримати, питання в тому, з якою ймовірністю він може бути досягнутий. На ринку, місткість якого для нашої компанії становить 200 000 од. продукції, можна отримати дохід 14 000 000 грн, якщо її продавати за такою ціною:

$$14\,000\,000 : 200\,000 = 70 \text{ грн.}$$

Відповідно виникає питання, яким є ризик того, що ціна, яка пов'язана з ризиком, буде принаймні не менше за 70 грн. Для цього скористаємось можливостями *Excel* щодо побудови інтегральної функції розподілу ймовірності, яка дасть змогу визначити ймовірність того, що ціна буде меншою за 70 грн за одиницю продукції. Для цього робимо важливе припущення, що ціна має нормальний закон розподілу ймовірності.

На *рис. 1* показано інтегральну функцію розподілу ймовірностей ціни, яка показує ймовірність того, що ціна буде менше, ніж певний рівень.

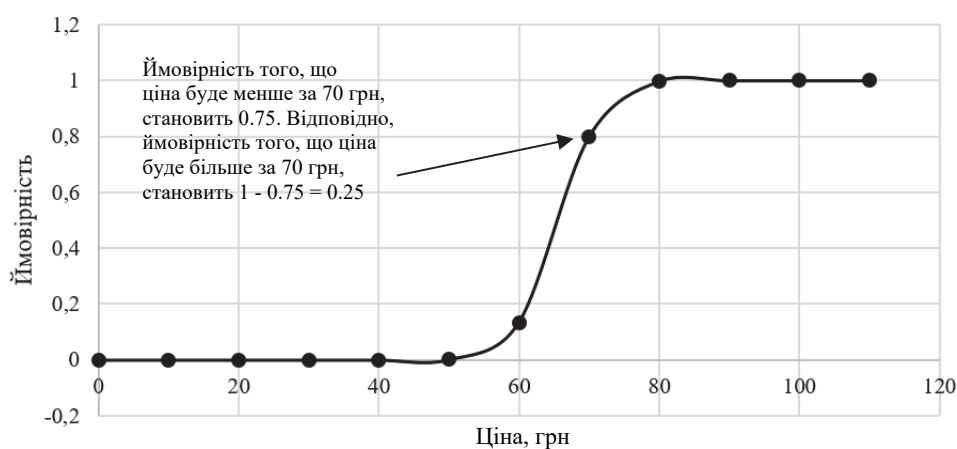


Рис. 1. Інтегральна функція розподілу ймовірності ціни

Джерело: побудовано авторами.

Таким чином, ймовірність того, що ціна одиниці продукції буде вищою за 70 грн, становить 0.25. Це свідчить про високий ризик, і, відповідно, компанії потрібно переглянути свій ризик-апетит щодо встановлення цільового значення доходу.

Однак зовнішнє середовище не є незмінним. Постійно змінюється кон'юнктура ринку, особливо це може стосуватись загострення конкуренції. Так, аналітики під час дослідження конкурентного середовища отримали інформацію про можливість появи в наступному році на цьому ринку нового конкурента. Його поява змінить структуру ринку. Дослідження показали, що структура ринку може бути такою:

- три компанії аналогічного профілю тепер будуть контролювати 70 % його потенційної місткості;
- новий конкурент може зайняти в першому році 20 % ринку;
- для нашої компанії залишиться решта – 10 % ринку.

Показники роботи компанії на ринку можуть змінитися тепер таким чином:

- потенційна місткість ринку не зміниться;
- компанія займе частку цього ринку завдяки зниженню прогнозованої ціни реалізації продукції на 12 %;
- ступінь ризику під час роботи на цьому ринку характеризується виникненням таких ситуацій: відхилення реальної ціни від очікуваної становитиме або + 5 %; або – 10 %;
- ймовірності виникнення ситуацій прогнозуються такі: ймовірність, за якої продукція реалізуватиметься за запланованою ціною, становить 0.4; ймовірність, за якою ціна зросте на 5 %, – 0.25; ймовірність, за якою ціна зменшиться на 10 %, – 0.35.

Виникає необхідність уточнити оцінку ризику встановлення ціни на цьому ринку, але з урахуванням нових обставин. Компанія тепер прагне отримати дохід удвічі менший – 7 млн грн, тобто обсяг продукції, який компанія може продати на цьому ринку, становить:

$$1 \text{ млн од. прод.} \cdot 0.1 = 100\,000 \text{ од. прод.}$$

Ціна реалізації одиниці продукції, що пов'язана з ризиком, може бути такою:

$$\begin{aligned} \text{прогнозна ціна } & 75 (1 - 0.12) = 66 \text{ грн з ймовірністю } 0.4; \\ \text{ціна збільшена на } & 5\% - 66 \cdot 1.05 = 69.3 \text{ грн з ймовірністю } 0.25; \\ \text{ціна зменшена на } & 10\% - 66 \cdot 0.9 = 59.4 \text{ грн з ймовірністю } 0.35. \end{aligned}$$

У табл. 3, 4 відображено новий закон розподілу ціни одиниці продукції та показники для оцінки ризику встановлення відповідної ціни у таких умовах.

Таблиця 3

**Закон розподілу ймовірностей ціни одиниці продукції
за умов появи нового конкурента**

Ціна, грн	66	69.3	59.4
Ймовірність	0.4	0.25	0.35

Джерело: розраховано авторами.

Таблиця 4

Основні показники оцінки ризику встановлення ціни одиниці продукції за умов появи нового конкурента

Показник	Значення
Математичне сподівання, грн	64.515
Середньоквадратичне відхилення, грн	3.97
Коефіцієнт варіації, %	6.15

Джерело: розраховано авторами.

Визначимо сподіваний дохід, який отримає компанія при роботі на цьому ринку з урахуванням того, що обсяг реалізації її продукції тепер становитиме 100 000 од. продукції:

$$64.515 \cdot 100\,000 = 6\,451\,500 \text{ грн.}$$

І в цьому випадку компанія не досягає необхідного значення доходу від реалізації продукції. Дохід 7 млн грн на ринку, місткість якого для нашої компанії становить 100 000 од. продукції, можна отримати, якщо продавати продукцію за такою ціною:

$$7\,000\,000 : 100\,000 = 70 \text{ грн.}$$

Використовуючи інтегральну функцію розподілу ймовірності ціни, знов визначимо ймовірність того, що ціна буде більше за 70 грн за одиницю (рис. 2).

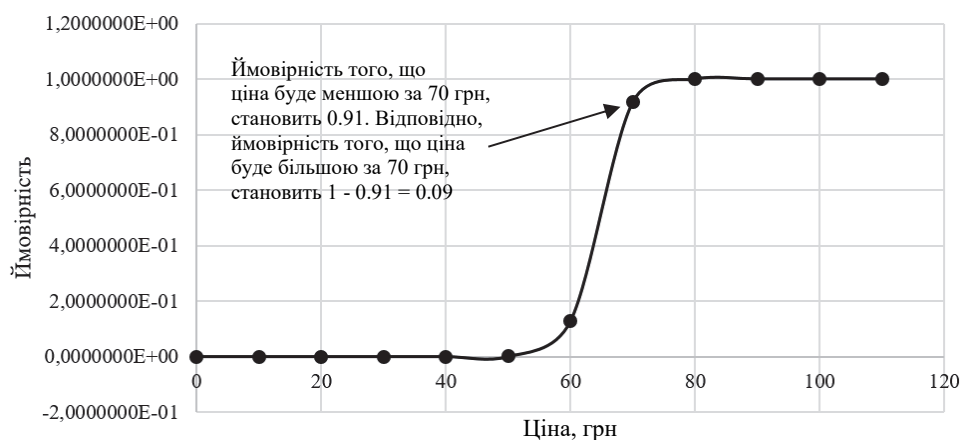


Рис. 2. Інтегральна функція розподілу ймовірності ціни за умов появи нового конкурента

Джерело: побудовано авторами.

Тепер ймовірність того, що ціна буде вищою за 70 грн за одиницю продукції, становить 0.09, що свідчить про ще більший ризик і необхідність уточнення цільового показника діяльності компанії, який і без того зменшений удвічі.

Проте подальший збір інформації надав можливість визначити ймовірність виходу нового конкурента на ринок як 0.2, відповідно, ймовірність того, що конкурент у цьому році не вийде на цей ринок – 0.8.

Таким чином, потрібно побудувати новий закон розподілу ймовірності ціни одиниці продукції з урахуванням ймовірності виходу на ринок нового конкурента (табл. 5).

Таблиця 5

Визначення закону розподілу ймовірності ціни одиниці продукції з урахуванням ймовірності виходу на ринок нового конкурента

Показник	Новий конкурент не вийде на цей ринок (ймовірність цієї події 0.8; обсяг реалізації продукції підприємством 200 000 од.)			Новий конкурент вийде на цей ринок (ймовірність цієї події 0.2; обсяг реалізації продукції підприємством 100 000 од.)		
Ціна, грн	67.5	70.875	60.75	66	69.3	59.4
Ймовірність	0.33	0.33	0.33	0.4	0.25	0.35
Ймовірність, скоригована на ймовірності того, що новий конкурент на ринок не вийде /вийде	$0.33 \cdot 0.8 = 0.264$	$0.33 \cdot 0.8 = 0.264$	$0.33 \cdot 0.8 = 0.264$	$0.4 \cdot 0.2 = 0.08$	$0.25 \cdot 0.2 = 0.05$	$0.35 \cdot 0.2 = 0.07$
Дохід, тис. грн	13 500	14 175	12 150	6 600	6 930	5 940

Джерело: розраховано авторами.

Оскільки обсяг реалізованої продукції на ринку за умов відсутності нового конкурента становить 200 000 од. продукції, а за умов його виходу – 100 000, доцільно оцінювати ризик отримання доходу (табл. 6).

Таблиця 6

Основні показники ризику доходу

Показник	Значення
Математичне сподівання, грн	11 804 100
Середньоквадратичне відхилення, грн	2 834 863.48
Коефіцієнт варіації, %	24.02

Джерело: розраховано авторами.

Альтернативною можливістю отримання сподіваного доходу є побудова дерева рішень щодо отримання доходу від реалізації продукції на ринку з урахуванням усіх обставин роботи ринку, які виявлені аналітиками (рис. 3).

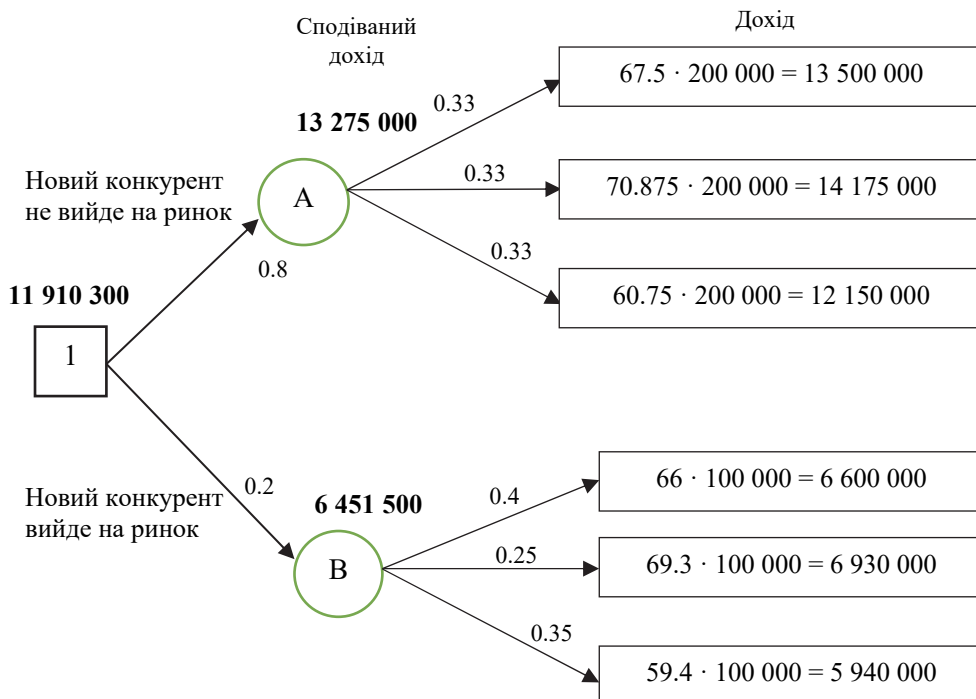


Рис. 3. Дерево рішень отримання доходу від реалізації продукції

Джерело: побудовано авторами.

Для оцінки ризику отримання різних сум доходів можна побудувати інтегральну функцію розподілу ймовірностей доходу (рис. 4). Результат розрахунків показує, що ймовірність того, що дохід буде більше за 14 млн грн, становить 0.22, а того, що дохід буде більше за 7 млн грн – 0.95. Отже, компанія може уточнити свій ризик-апетит і визначити величину ризику, на який може погодитись.

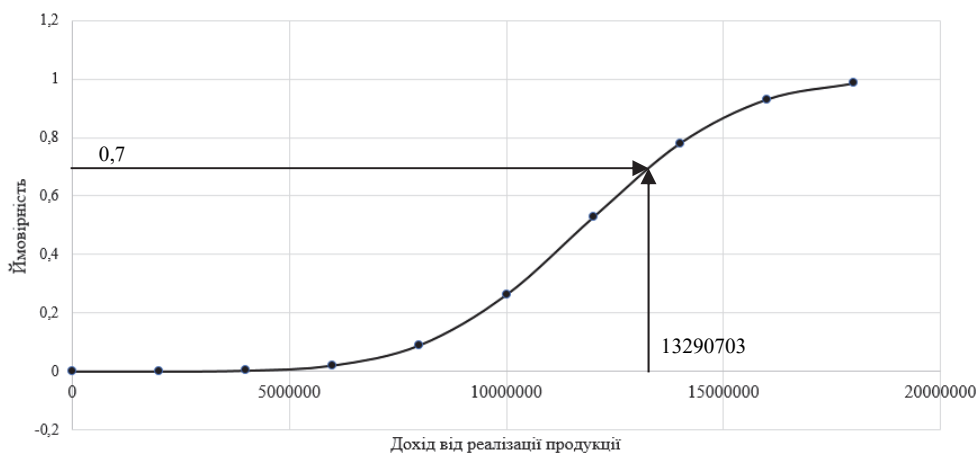


Рис. 4. Інтегральна функція розподілу ймовірності доходу

Джерело: побудовано авторами.

Компанія встановила свій ризик-апетит у вигляді допустимого ступеня ризику з точки зору ймовірності отримання доходу на рівні 0.7. Тоді з урахуванням усіх обставин ведення бізнесу і ймовірності появи на ринку нового конкурента на рівні 0.2 можна прогнозувати, що з ймовірністю 0.7 буде отримано максимальний дохід на рівні 13 290 703 грн (рис. 4).

Таким чином, компанія може визначити для себе допустимий рівень ризику у вигляді ймовірності реалізації бажаної події і встановити результат, який можна отримати із бажаною ймовірністю.

Висновки. У процесі прийняття управлінських рішень часто доводиться аналізувати і прогнозувати показники, які є випадковими величинами, а отже, пов'язані з ризиком і невизначеністю. Важливою частиною аналізу є визначення того, яким чином можна подолати цю невизначеність. Саме для цього і може бути використаний ймовірнісний підхід до оцінки ризику. Він дає змогу з мінімальними зусиллями зрозуміти ймовірність отримання бажаного результату, який пов'язаний з ціллю розвитку підприємства, або який результат можна отримати з бажаною ймовірністю і визначити для себе їх прийнятність.

Ризик – це проблема, яка може реалізуватись, а проблема – це ризик, який вже реалізувався. Тому подальше дослідження підприємства має бути спрямоване на розроблення управлінських впливів, якими можна обмежити або пом'якшити прогнозований ризик. Також інструменти аналізу й оцінки ризику мають бути використані для уточнення цільових показників діяльності підприємства, які покладені в основу формування його стратегії розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Семенова К., Тарасова К. Ризики діяльності промислових підприємств: інтегральне оцінювання: монографія. Одеса: ФОП Гуляєва В. М., 2017. 234 с.
2. Старенька О. Оцінка ризиків як компонент системи внутрішнього контролю підприємства. *Науковий вісник ОНЕУ*. 2019. № 9-10 (272-273). С. 127-145.
3. Шевченко І., Паламарчук Ю. Аналіз кількісних та якісних методів оцінки фінансових ризиків на підприємстві. *Наукове забезпечення технологічного прогресу XXI сторіччя*. 2020. Т. 1. С.15-20.
4. Рудич О. Теоретико-методичні підходи до оцінки ризиків сільськогосподарського підприємства. *Агросвіт*. 2017. № 23. С. 39-44.
5. Денчик О., Бедрій Д., Савченко С. Аналіз ризиків проектів в агропромисловому комплексі. *Вісник Черкаського державного технологічного університету*. 2017. № 1. С. 100-109.
6. Швець Ю. Ризики в діяльності промислових підприємств: види, методи оцінки та заходи подолання ризику. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2018. Вип. 17. Ч. 2. С. 131-135. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство.

7. Коваленко О. Методи якісного аналізу та кількісної оцінки ризиків розробки програмного забезпечення. *Системи управління, навігації та зв'язку: зб. наукових праць*. 2018. Т. 3 (49). С. 116-125.
8. Freund J., Jones J. Measuring and Managing Information Risk. A FAIR Approach. Waltham. 2015. 392 p.
9. Crouhy M., Galai D., Mark R. The Essentials of Risk Management: The Definitive Guide for the Non-risk Professional Hardcover, McGraw-Hill, 2006. 416 p.
10. Дука А. Картографування ризиків у системі інтегрованого ризик-менеджменту організації. *Ефективна економіка*. 2017. № 10. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5794> (дата звернення: 09.10.2019).
11. Кузнєцова Н. Фінансовий ризик-менеджмент з урахуванням інформаційних ризиків. *Реєстрація, зберігання і обробка даних*. 2018. Т. 20. № 1. С. 30-39.
12. Проскура В., Білак Р. Методологічні підходи до управління ризиками. *Економіка і суспільство*. 2017. № 9. С. 599-607.
13. Скопенко Н., Пьянкова О. Теоретико-методологічні засади ризик-менеджменту як інструменту управління господарським ризиком підприємства. *Економіка і організація управління*. 2014. №1-2. С. 238-245.
14. Лабурцева О. Управління маркетинговими ризиками торговельних підприємств. *Економіка України*. 2016. № 4. С. 79-91.
15. ISO/IEC 31010:2009 Risk management – Risk assessment techniques, 2009. URL: http://tnpa.by/tnpa/TnpaFiles/pdf/stb_ISO_IEC_310_10_txt.pdf.
16. Вітлінський В., Великоіваненко П. Ризикологія в економіці та підприємстві: монографія. Київ: КНЕУ. 2004. 480 с.
17. Вяткин В., Гамза В., Хэмптон Дж. Дж. Управление риском в рыночной экономике. М.: Экономика, 2002. 195 с.

Стаття надійшла до редакції 30.04.2021.

Makarchuk I., Fedulova I. Probabilistic approach to measuring price risk of the enterprise.

Background. Every manager faces analyzing problem and forecasting indicators in the process of making management decisions that are random variables, and therefore they are associated with risk and uncertainty. Their realization is possible in the future, but today we need to understand the risk level that can be encountered in the activity process and prepare for it in advance.

Analysis of recent research and publications has shown that probabilistic approach is the most commonly used tool for risk assessment and it is based on probability theory.

The **aim** of the article is to consider the tools of the probabilistic approach to risk assessment. According to this approach, risk assessment is carried out for products price that have a normal law distribution and for which we can use an integrated probability distribution function and the key indicators that underlie its structure.

Materials and methods. The methodological basis of risk analysis by the probabilistic approach is the consideration of the initial data as expected values of some random variables with known laws of probability distribution.

Results. The use of tools of probabilistic approach to risk assessment of product pricing is considered. It is based on the assumption that a normal probability distribution law, an integral probability distribution function, and the key indicators that underlie its construction can be used to analyze market price risk.

Conclusion. Probabilistic approach allows with minimal effort to understand the probability of obtaining the desired result, which is related to the purpose of the enterprise, or which result can be obtained with the desired probability and determine their acceptability.

Keywords: risk, risk analysis, risk assessment, probabilistic approach, integral probability distribution function.

REFERENCES

1. Semenova, K., & Tarasova, K. (2017). *Ryzyky dijital'nosti promyslovyh pidpryjemstv: integral'ne ocinjuvannja [Risks of industrial enterprises: integrated assessment]*. Odesa: FOP Guljajeva V. M. [in Ukrainian].
2. Staren'ka, O. (2019). Ocinka ryzykiv yak komponent systemy vnutrishn'ogo kontrolju pidpryjemstva [Risk assessment as a component of the internal control system of the enterprise]. *Naukovyj visnyk ONEU – Scientific Bulletin of ONEU*, 9-10 (272-273), 127-145 [in Ukrainian].
3. Shevchenko, I. & Palamarchuk, Ju. (2020). Analiz kil'kisnyh ta jakisnyh metodiv ocinky finansovyh ryzykiv na pidpryjemstvi [Analysis of quantitative and qualitative methods of financial risk assessment at an enterprise]. *Naukove zabezpechennja tehnologichnogo progresu XXI storichchja – Scientific support of technological progress of the XXI century*. (Vol. 1), (pp.15-20) [in Ukrainian].
4. Rudych, O. (2017). Teoretyko-metodychni pidhody do ocinky ryzykiv sil's'kogospodars'kogo pidpryjemstva [Theoretical and methodological approaches to risk assessment of an agricultural enterprise]. *Agrosvit – Agrosvit*, 23, 39-44 [in Ukrainian].
5. Denchyk, O., Bedrij, D., & Savchenko, S. (2017). Analiz ryzykiv projektiv v agropromyslovomu kompleksi [Projects risk analysis in the agro-industrial complex]. *Visnyk Cherkas'kogo derzhavnogo tehnologichnogo universytetu – Bulletin of Cherkasy State Technological University*, 1, 100-109 [in Ukrainian].
6. Shvec', Ju. (2018). Ryzyky v dijital'nosti promyslovyh pidpryjemstv: vydy, metody ocinky ta zahody podolannja ryzyku [Risks in the activities of industrial enterprises: types, assessment methods and measures to overcome the risk]. *Naukovyj visnyk Uzhgorods'kogo nacional'nogo universytetu – Scientific Bulletin of Uzhhorod State University*. Issue 17. Part 2, 131-135. Serija: Mizhnarodni ekonomichni vidnosyny ta svitove gospodarstvo [in Ukrainian].
7. Kovalenko, O. (2018). Metody jakisnogo analizu ta kil'kisnoi' ocinky ryzykiv rozrobky programnogo zabezpechennja [Methods of qualitative analysis and quantitative risk assessment of software development]. *Systemy upravlinnja, navigacii' ta zv'jazku – Control, Navigation and Communication Systems: Collection of Scientific Papers*. (Vol. 3 (49), (pp. 116-125) [in Ukrainian].
8. Freund, J., & Jones, J. (2015). *Measuring and Managing Information Risk. A FAIR Approach*. Waltham [in English].
9. Crouhy, M., Galai, D., & Mark, R. (2006). *The Essentials of Risk Management: The Definitive Guide for the Non-risk Professional* Hardcover, McGraw-Hill [in English].
10. Duka, A. (2017). Kartografuvannja ryzykiv u systemi integrovanogo ryzyk-menedzhmentu organizacii' [Risk mapping in the system of integrated risk management of the organization]. *Efektivna ekonomika – Efektivna Ekonomika*, 10. Retrieved from <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5794> (accessed on 09 October 2019) [in Ukrainian].
11. Kuznjecova, N. (2018). Finansovyj ryzyk-menedzhment z urahuvannjam informacijnyh ryzykiv [Financial risk management taking into account information risks]. *Rejestracija, zberigannja i obrobkadanyh – Registration, storage and data processing*. (Vol. 20), 1, 30-39 [in Ukrainian].

12. Proskura, V., & Bilak, R. (2017). Metodologichni pidhody do upravlinnja ryzykamy [Methodological approaches to risk management]. *Ekonomika i suspil'stvo – Economy and Society*, 9, 599-607 [in Ukrainian].
13. Skopenko, N., & P'jankova, O. (2014). Teoretyko-metodologichni zasady ryzyk-menedzhmentu jak instrumentu upravlinnja gospodars'kym ryzykom pidpryjemstva [Theoretical and methodological principles of risk management as a tool for managing economic risk of the enterprise]. *Ekonomika i organizacija upravlinnja – Economics and Organization of Management*, 1-2, 238-245 [in Ukrainian].
14. Laburceva, O. (2016). Upravlinnja marketyngovymy ryzykamy tovgovel'nyh pidpryjemstv [Marketing risks management of trade enterprises]. *Ekonomika Ukrainy – Economy of Ukraine*, 4, 79-91 [in Ukrainian].
15. ISO/IEC 31010:2009. Risk management – Risk assessment techniques, 2009. Retrieved from http://tnpa.by/tnpa/TnpaFiles/pdf/stb_ISO_IEC_310_10_txt.pdf [in English].
16. Vitlins'kyj, V., & Velykoivanenko, P. (2004). *Ryzykologija v ekonomici ta pidpryjemnyctvi [Riskology in economics and trade business]*. Kyiv: KNEU [in Ukrainian].
17. Vjatkin, V., Gamza, V., & Hjempton, Dzh. Dzh. (2002). *Upravlenie riskom v rynochnoj jekonomike [Risk management in market economy]*. Moscow: Jekonomika [in Russian].