

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

В. В. Вітлінський, Г. І. Великоіваненко

Ризикологія в економіці та підприємництві

Монографія



ББК 65.011.3
В 54

*Розповсюджувати та тиражувати
без офіційного дозволу КНЕУ заборонено*

Рецензенти:

В. І. Єлейко, д-р екон. наук, проф. (Львівська комерційна академія)
Ю. Г. Лисенко, д-р екон. наук, проф. (Донецький національний університет)

*Рекомендовано до друку Вченою радою КНЕУ
Протокол № 2 від 26.09.2002 р.*

Вітлінський В. В., Великоіваненко Г. І.
В 54 Ризикологія в економіці та підприємстві: Монографія. —
К.: КНЕУ, 2004. — 480 с.
ISBN 966–574–569–7

Пропонована монографія присвячена науці про економічний ризик — ризикології. Автори трактують ризик як економічну категорію, що іманентно притаманна діяльності суб'єктів господарювання і пов'язана із сприйняттям і подоланням невизначеності, конфлікту в ситуаціях цілепокладання, оцінювання, управління, неминучого вибору. Ризик має діалектичну об'єктивно-суб'єктивну структуру. У монографії детально висвітлюються концептуальні аспекти ризикології — якісний та кількісний аналіз ризику, система показників його кількісного оцінювання, основні підходи до моделювання, управління та методів зниження ступеня ризику. Значна частина матеріалу публікується вперше.

Дана праця орієнтована на наукових працівників, аспірантів, викладачів і студентів з економічних спеціальностей вищих навчальних закладів, стане у пригоді практичного застосування фахівцями з економіки, фінансовими аналітиками та зацікавить усіх, хто бажає ознайомитися з цією проблематикою.

ББК 65.011.3

Наукове видання

ВІТЛІНСЬКИЙ Вальдемар Володимирович
ВЕЛИКОІВАНЕНКО Галина Іванівна

РИЗИКОЛОГІЯ В ЕКОНОМІЦІ ТА ПІДПРИЄМНИЦТВІ

Монографія

Редактор *Т. Зарембо*. Художник обкладинки *Т. Зябліцева*.
Технічний редактор *Т. Піхота*. Коректор *А. Бородавко*. Верстка *О. Бабич*

Підд. до друку .3.12.03. Формат 60×84/16. Папір офсет. № 1.
Гарнітура Тип Таймс. Друк офсет. Ум. друк. арк. 27,9
Обл.-вид. арк. 29,52. Наклад 1000 пр. Зам. № 01-2464.

Київський національний економічний університет
03680, м. Київ, просп. Перемоги, 54/1.

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єктів видавничої справи (серія ДК, № 235 від 07.11.2000)
Тел./факс: (044) 458-00-66; 456-64-58

Е-mail: publish@kneu.kiev.ua

ISBN 966–574–569–7

© Вітлінський В. В., Великоіваненко Г. І., 2004
© КНЕУ, 2004

ВСТУП

Жодна жива істота, окрім людини, не спроможна цілком свідомо піти на ризик, навіть смертельний, в ім'я істини і любові. І підтвердженням тому є долі тисяч мучеників усіх часів і народів, що являють собою унікальний феномен даного явища в історії.

Будь-яка сфера людської діяльності, особливо економіка та підприємництво, обтяжені ризиком, який породжується невизначеністю, конфліктами, мінливістю цілей у часі тощо. Проблема невизначеності та конфлікту іманентно притаманна економіці. Це зумовлюється, зокрема, тим, що сам економічний процес націлений у майбутнє. У той же час суспільство складається з багатьох суб'єктів та інституцій, а для людей характерні різна ментальність, відмінні цілі та неоднакова вдача.

В економічній діяльності та підприємстві негаразди нерідко виникають як по горизонталі, так і по вертикалі управління: мають місце суперечності та конфлікти, незбіг інтересів, діють дестабілізуючі чинники, існує множинність цілей, конкуренція та ін. Зазначимо, що постулат стосовно наявності критерію оптимальності функціонування економічної системи (цілепокладання), на нашу думку, має бути доповнений постулатом щодо невизначеності й неєдиності цього критерію, об'єктивної необхідності формування та застосування механізму його уточнення і коригування в процесі функціонування системи.

Економічна наука та практика, поряд з усталеними закономірностями та категоріями, мають справу з системами гіпотез, прогнозами, які дають лише інтервальні оцінки, експертизами, ризиком та іншими «сюрпризами».

Детерміновані ситуації, коли відсутній ризик, зустрічаються в економіці нечасто. Більшість чинників, котрі спричиняють ризик, є слабо прогнозованими і неповністю контрольованими; їх неможливо усунути цілком, а тому навіть ефективні, на перший погляд, рішення можуть призвести до невдачі чи відхилення від обраних цілей. Зазначимо, що навіть бездіяльність в економічному бутті обтяжена ризиком — ризиком невикористаних можливостей («закопаних талантів»).

Чим складніше є наше існування, тим дедалі необхіднішим стає розвиток науки про економічний ризик — ризикології, яка виступає однією з важливих прикмет нашого часу, що вирізняє його від попередніх епох. Отже, актуальність досліджень ризику в економіці та підприємництві зумовлюється об'єктивними причинами, зокрема ускладненням соціально-економічного буття, трансформаційними процесами, котрі прискорюються, тобто вимогами практики ринкових перетворень.

Ризик — це передусім вибір, дії, котрі ми повинні здійснити, маючи далеко не повну інформацію, а також залежно від ситуації, від наших уявлень та наявної свободи вибору.

Аналізувати, ідентифікувати, оцінювати та оптимізувати ступінь економічного ризику необхідно:

- перед прийняттям стратегічних, інноваційних, інвестиційних і тактичних рішень;
- для стабілізації структури портфеля;
- для профілактичної діагностики портфеля, котра проводиться одночасно з інвентаризацією, аудитом тощо;
- для управління наданим портфелем (трастові компанії);
- за необхідності одержання чи надання кредитів і залучення інвестиційних коштів;
- здійснюючи прогнозування кон'юнктури ринку та аналізуючи поведінку сторін;
- у маркетингових дослідженнях стосовно товарів і послуг, що виробляються та надаються, у прогнозуванні попиту, в процесі аналізу поведінки споживачів, конкурентів;
- для пошуку аргументів у конфліктних ситуаціях;
- в аудиторській діяльності;
- під час надання консалтингових послуг тощо.

Ризикологія озброює фахівців методологією дійсно економічного (варіантного), ринкового мислення, дає відповідний інструментарій.

Метою даного дослідження є узагальнення та подальша розбудова методологічних засад, методичних аспектів та інструментарію сучасної ризикології.

Пропонується таке визначення (дефініція) ризику, яким обтяжена економічна діяльність.

Ризик — це економічна категорія, яка відображає особливості сприйняття заінтересованими суб'єктами економічних відносин об'єктивно існуючих невизначеності та конфліктності, іманентних процесам цілепокладання, управління, прийняття рішень, оцінювання, що обтяжені можливими загрозами і невикористаними можливостями.

Дослідження ризику доцільно здійснювати за такою концептуальною схемою:

- ◆ виявлення об'єктивних і суб'єктивних чинників, що породжують ризик;
- ◆ аналіз виявлених чинників;
- ◆ оцінка конкретних видів ризику з фінансово-економічних, екологічних, політичних, соціальних позицій;
- ◆ системна й комплексна кількісна оцінка міри ризику за низкою показників;
- ◆ встановлення допустимого ступеня ризику;
- ◆ моделювання ризику економічної діяльності з визначенням системних характеристик і показників економічного ефекту (ефективності);
- ◆ управління ризиком та розробка відповідних заходів і методів зі зниження ступеня ризику.

Зазначимо, що найскладнішим і найвідповідальнішим, на наш погляд, є якісний аналіз ризику, що вимагає наявності знань, умінь, досвіду, розвинутої інтуїції в конкретній сфері економічної діяльності.

Набуває поширення думка про те, що правильне пояснення джерел походження ризиків різних видів, які визначають економічну ефективність організацій і господарюючих суб'єктів, можна здійснити, спираючись на теорію катастроф, в основі якої лежить теза про те, що розвитку будь-якої організації властивий стрибкоподібний, раптовий характер. Однією з рис такого розвитку є так звана дисконтинуація. Про неї йдеться тоді, коли має місце неочікувана різка зміна (біфуркація) об'єкта ризику, незважаючи на те, що чинники, які безпосередньо здатні впливати на це явище, не піддаються таким же різким змінам.

Ризик є характерним феноменом ринкової економіки і потребує здійснення ретельного аналізу впливу надсистеми, множини внутрішніх і зовнішніх чинників на об'єкти (процеси) оцінюван-

ня й управління, а також урахування ставлення до ризику суб'єктів господарювання (суб'єктів ризику).

Наведене вище визначення економічного ризику передбачає також необхідність урахування існуючої діалектичної об'єктивно-суб'єктивної структури ризику в процесі здійснення його якісного чи кількісного аналізу, визначення кількісної оцінки його міри і моделювання, врахування та управління ним. Наголосимо, що міра ризику є векторною величиною, одна група компонент якої характеризує ризик як об'єктивну категорію, решта — як суб'єктивну, оскільки необхідно враховувати ставлення до ризику його суб'єктів, міру їх поінформованості, схильності чи нехильності до ризику. Значна увага приділяється проблемам моделювання та управління ризиком.

Цим і деяким іншим аспектам ризикології й присвячено дану монографію.

РОЗДІЛ 1

ПИТАННЯ ЕТИМОЛОГІЇ, ОНТОЛОГІЇ ТА ГНОСЕОЛОГІЇ РИЗИКУ

1.1. ЕТИМОЛОГІЯ РИЗИКУ

Для пізнання ризику в економіці та підприємстві, розробки сучасної його теорії, зокрема дослідження методів ефективного управління ним, необхідно визначитися щодо етимології, онтології та гносеології ризику.

Міжнародний інститут дослідження ризику виявив, що недостатній рівень розвитку базової економічної науки зумовив відсутність окремих необхідних базових дефініцій і понять. До них, зокрема, належить і ризик. Етимологічно слово «ризик» у різних мовах пов'язується насамперед з появою непевності та небезпеки в різних сферах господарювання та соціально-економічного буття, на що вказує розвиток термінології [150]. Так, у словниках європейських народів слово «ризик» вживається у наближено подібних формах і семантиці, наприклад, в англійській мові «*risk*», албанській «*rezik*», болгарській «*риск*», чеській «*risiko*», у фінській «*riski*», французькій «*risque*», італійській «*rischio*», німецькій «*risiko*», іспанській «*riesgo*», у румунській «*risk*». Подібність у виразі цього поняття в різних мовах свідчить про єдиний корінь походження слова «ризик». Як стверджується у спеціальній літературі, це слово є звulгаризованою формою латинського терміна «*resesum*», котре в перекладі означає «небезпека» або «скеля». Такий зв'язок не випадковий, бо, як відомо, зіткнення з прибережною скелею у мореплавців вважалося найбільшою небезпекою. У грецькій мові термін «ризик» співзвучний з терміном «*ріса*», що давньогрецькою означає «корінь», який, виступаючи над поверхнею ґрунту, може стати небезпечною перешкодою на шляху. Отже, походження терміна «ризик» у багатьох європейських мовах Вольф-Рудігер Гейльман інтерпретує як відчуття небезпеки. На його думку, це — момент зіткнення з небезпекою (наприклад, як у китайському виразі ризику «*WEI — Ji*», де поєднані два самостійних слова: «*WEI*» — «нещастя» і «*Ji*» — «шанс». Зазначимо, що ієрогліфічний знак китайського слова «*WEI*» майже ціл-

ком відповідає значенню японського терміна «*KI*», взятого з виразу «*KI-KEN*» — «випадок, шанс». Обидва ієрогліфічні знаки мають семантичне насичення «ризик», тобто небезпека, нещастя [319]).

На наш погляд, ризик як історична категорія виник на зорі цивілізації — тоді, коли у людини з'явилося усвідомлення щодо можливості виникнення несприятливих ситуацій, холоду, голоду, мору тощо. Таким чином, незважаючи на окремі нюанси та синтаксичні відмінності терміна «ризик» у різних мовах, його походження на побутовому рівні так чи інакше пов'язане з розумінням небезпеки, можливих збитків, загрози, ненадійності, незнання, невизначеності тощо. Отже, про ризик, зокрема економічний, відомо з давніх-давен.

Ураховуючи онтологічні та етимологічні принципи дослідження, хотілося б почати з Біблії — Книги книг, яка подає передусім вчення релігійного та метафізичного спрямування, котре містить не тільки ряд глибинних семантичних шарів, але й людські знання, і вся етико-соціальна, розумова діяльність знаходять у ній невичерпні багатства й досі. Наведемо лише кілька з багатьох цитат, які, на нашу думку, стосуються проблем економічного ризику. У розділі 41 книги Буття, де Йосип тлумачить сни фараона про семеро корів гарних і семеро корів худих, зокрема, пишеться: «Нехай учинить фараон, і нехай призначить урядників над краєм, і нехай за сім літ достатку збирає п'ятину врожаю єгипетської землі. І нехай вони позбирають усю їжу тих добрих років, що приходять, і нехай вони позбирають збіжжя під руку фараонову, на їжу по містах, і нехай бережуть. І буде та їжа на запас для краю на сім літ голодних, що настануть в єгипетській землі, — і край не буде знищений голодом». Тут ідеться, зокрема, про запаси як один із способів зниження ступеня ризику.

У 25-му розділі Євангелії від Матвія, у притчі про таланти (талант — вага срібла, приблизно 26—35 кг), пишеться: «Так само один чоловік, як відходив, покликав своїх рабів і передав їм добро своє. І одному він дав п'ять талантів, а другому два, а тому один, — кожному за спроможністю його. І відійшов. А той, що взяв п'ять талантів, негайно пішов і орудував ними, — і набув він п'ять інших талантів. Так само і той, що взяв два — і він ще два інших набув. А той, що один узяв, пішов та й закопав його в землю, — і сховав срібло пана свого». Зрозуміло, що сутність (семантика) цієї притчі має кілька шарів. Але якщо розглядати вчинок третього раба лише з економічного погляду, то неважко помітити, що ідеться тут також і про ризик невикористаних можливос-

тей, за що цей лукавий раб і був покараний своїм хазяїном, коли останній повернувся додому.

Більшість істориків стверджують, що в XVI—XVII століттях, в епоху великих географічних відкриттів і морських подорожей, прибутки від торговельних операцій (якщо останні закінчувались успішно) були величезними і прямо пропорційними ступеню ризику. Фахівці висловлюють думку, що підставу вважати ризик предметом турботи ще античного світу дає *М. І. Фінленд*, автор книги «Античне господарство» [103].

Наукові ж уявлення щодо ризику склалися поетапно. Це явище почали вивчати статистики, економісти, юристи, математики [96]. На думку польського економіста *Здїслава Шиманського*, взаємозамінне вживання термінів «ризик» і «надзвичайний випадок» не завжди виправдане, оскільки останній термін має ширшу сферу охоплення, а тому не досить точний [346].

Вперше наукове, математичне визначення поняття «ризик» було сформульоване понад 200 років тому німецьким математиком *Йоганном Ніколаусом Тетенсом* (1736—1807) у праці «Вступ до розрахунку життєвої ренти і право на її отримання», виданій ще у 1786 р. в Лейпцігу. Цим самим він започаткував основи нового наукового напрямку — ризикології, науки про ризик в економіці, яка знайшла практичне застосування у багатьох сферах економіки, зокрема страхуванні життя. Дослідники його творчості наголошують, що навіть за відсутності на той час необхідного емпіричного матеріалу він усе ж дуже часто інтуїтивно робив правильні висновки. З цього приводу йому приписують каламбурний вислів: «... Навіть коли відсутня теорія, то все ж добре видно, як вона повинна бути застосована»*. Й. Тетенс запропонував узяти мірою ризику половину величини середньоквадратичного відхилення, вважаючи його обсягом очікуваного збитку страхового закладу, який виникає за умовами договору страхування [334]. Відповідно до цього виникла поширена теза, згідно з якою ймовірність є лише мірою величини ризику, але не може бути ним самим.

Відомий усім видатний англійський економіст *Адам Сміт* на зорі промислової революції вважав за необхідне включати в прибуток щось подібне до страхової премії як компенсацію ризику, на який відважилась особа, вклавши свої капітали у певну, обтяжену ризиком справу, тобто в А. Сміта ризик є чинником частки одер-

* «Man sieht nicht besser, was der Theorie noch fehlt wenn man sie zur Anwendung bringen muss» // *Versicherungswirtschaft*. — 1985. — № 10. — S. 664.

жаного прибутку [16]. Приблизно півсторіччя згодом *Г. фон Тюнен* вводить відмінність між застрахованим ризиком, який має покриватись передусім статтею «накладні витрати», і ризиком, що не може бути застрахованим і якому повинна відповідати частка прибутку, тобто котрий означає, наприклад, можливість банкрутства компанії (фірми).

Зростання питомої ваги ризиків, спричинених науково-технічним прогресом, привело наприкінці XIX століття до подальшого зростання наукового значення терміна «ризик».

Найпоширенішим, але й надто суперечливим у теорії ризику є погляд, згідно з яким ризик є непевністю. Понятійний тандем виявився настільки тісним, що, як зауважив відомий польський учений, професор *Оскар Ланге*, ще економісти неокласичної школи (кінець XIX—початок XX століття) протягом тривалого часу здебільшого замість терміна «ризик» вживали термін «непевність» [329].

Наукова дискусія навколо обґрунтованості трактування поняття «ризик» через «непевність» точиться вже понад 100 років [150]. Уперше спробу висвітлити з цього погляду економічний аспект ризику зробив американський вчений *Алан Віллетт* у праці «Економічна теорія ризику і страхування», виданій у 1901 р. Він виходив з концепції, що хоча термін «ризик» і вживається в різних значеннях, але все ж панує загальна думка, що він якимось чином пов'язується з поняттям непевності. Останнє може характеризувати кожную ситуацію, в якій неможливо абсолютно точно уявити процес діяльності та його наслідки, тобто там, де неможливо виявити причинно-наслідковий (детерміністичний) зв'язок між елементами цього процесу. Тому свій погляд на співвідношення ризику і непевності А. Віллетт сформулював, виходячи з принципу загального детермінізму, тобто з того, що всі очевидні явища, зокрема й випадкового характеру, обов'язково є явищами причинно-наслідкового характеру і тому виступають як наслідки інших явищ-причин. Але незнання повної групи передумов призводить до ефекту випадковості, тож, у людей виникає стан непевності.

Таким чином, згідно з А. Віллеттом ризик є об'єктивним, але зкорельованим із суб'єктивною непевністю або об'єктивним корелянтом суб'єктивної непевності [352]. Зазначимо, що непевність, невизначеність теж сприймаються неоднозначно, а саме як:

- непевність об'єктивна;
- непевність суб'єктивна (або психологічна);
- непевність, яка виникає у процесі прийняття рішень.

Концептуалізоване на цій основі поняття ризику теж сприймається трояко:

1. Ризик як відображення об'єктивної непевності. Тут об'єктивна непевність сприймається як свідомо інтерпретація непевності суб'єкта оцінювання, управління.

2. Визначення ризику як непевності через її психологічне сприйняття. У цьому розумінні ризик є комбінацією азарту та цілеспрямованих дій і вимірюється за допомогою показника ймовірності (ступеня, міри) переконаності особи. Разом з тим ризик супроводжує процес пізнання людиною світу.

3. Зв'язок «ризик — непевність» можна трактувати як суто психологічне явище, що проявляється лише в розрізі людських відчуттів і людського досвіду (поведінки суб'єкта). Послідовники психологічного підходу спираються на існуючий тісний зв'язок між суб'єктивними переживаннями людини та об'єктивною дійсністю. Згідно з такою позицією величина ризику повинна змінюватися відповідно до психології та свідомості особи, яка наражається на щось невідоме.

Як бачимо, тут існує досить широкий діапазон у діаді «об'єктивне—суб'єктивне». Однак у міру відходу від об'єктивізації непевності й переходу до її суб'єктивного сприйняття для визначення на її підґрунті рівня ризику теоретична цінність таких спроб та отриманих результатів дедалі знижується, оскільки зменшуються можливості кількісної оцінки (квантифікації) ступеня ризику.

Серед низки варіантів уживання слова «ризик» можна виокремити певний семантичний інваріант, пов'язаний, по-перше, з констатацією невизначеності, недетермінованості, випадковості результатів ризикованої діяльності і, по-друге, з оцінковим судженням щодо несприятливості, загрози можливих результатів такої діяльності.

Дійсно, вже у відомому «Этимологическом лексиконе русского языка» П. Рейфа, що отримав у 1836 р. премію «Императорской Академии Наук полной премии Демидова», для слова «ризик» подаються французькі аналоги: *hasard* (випадок) і *danger* (загроза) [229]. Подібне трактування дієслову «ризикувати» дає і знаменитий мовознавець В. Даль (1882 р.): «Рисковать ... подвергаться случайности ... опасности ... неудаче» [111]. Семантика цих слів залишається практично незмінною на рубежі XIX—XX століть.

Отже, на нашу думку, можна вважати цілком обґрунтованим уживання слова «ризик» та похідних від нього для опису ситуа-

ції, коли має місце невизначеність, для котрої характерною є наявність багатоваріантності, і коли одночасно не всі варіанти однаковою мірою є сприятливими.

Протягом усього XIX століття готовність іти на ризик виступає одним з пояснень утворення і привласнення прибутку. Цього погляду дотримувались французькі вчені *Ж.-Б. Сей*, *Сурсель-Сеней* [8, 16]. Поняття ризику починає застосовуватись в економічних, військових, демографічних, біологічних та інших дисциплінах. У СРСР у 20-ті роки XX століття таке поняття, як ризик, було нормативно закріплено у ряді законодавчих актів стосовно виробничої і раціоналізаторської діяльності. Проте вже з середини 30-х років воно характеризується як буржуазне. Встановлення командно-адміністративної системи управління невідворотно сприяло формуванню стереотипу поступового відмирання економічного ризику в міру зміцнення планового господарства. Вважалося, що соціалістична плановість та ризик — явища несумісні. Тож у СРСР важлива економічна категорія набагато десятиліть майже (але не зовсім) зникла з поля зору науки та практики управління економікою.

Двадцять-тридцять років XX століття в західній політичній економії вважаються «роками високої теорії» — періодом, що характеризується «надзвичайною концентрацією інтелектуальних зусиль і появою низки нових теоретичних концепцій» [192, 224]. Власне в цей період були опубліковані «Трактат про гроші» (1930) і «Загальна теорія зайнятості, відсотка і грошей» (1936) Дж. М. Кейнса, «Економічна теорія недосконалої конкуренції» (1933) Дж. Робінсона, «Торгівля і кредит» (1928) Р. Хоутра, «Гроші» (1922) і «Банківська політика і рівень цін» (1926) Д. Робертсона, кілька праць Дж. Мілля, Л. Робінса і Дж. Шекла, «Вартість і капітал» Дж. Р. Хікса та ін. У 1928—1931 рр. Дж. Р. Хікс опублікував у часописі «Економіка», який видається в США, низку статей, присвячених умовам формування заробітної плати в будівництві. У цих працях існування капіталістичного прибутку виводиться з невизначеності, яка характеризує операції підприємця, та зумовленого нею ризику. А поняття «прибуток» в економічній теорії і на практиці асоціюється з поняттями «ризик» і «невизначеність». Заслуга щодо цього належить також і американському вченому *Ф. Найту*, який опублікував у 1921 р. в Нью-Йорку свою працю [327].

Ф. Найт наводить відмінність між ризиком, величину (ступінь) якого можна обчислити методами теорії ймовірностей і математичної статистики, і невизначеністю, величина якої в прин-

ципі не піддається обчисленню. Відповідно до концепції Ф. Найта власне невизначеність є джерелом виникнення чистого прибутку чи збитків. Прибутки (збитки) є різницею між попередньою оцінкою величини затрат і доходів та реальними затратами і доходами. При цьому така різниця — прямий наслідок впливу на процес відтворення некерованої невизначеності. Значним доробком концепції Ф. Найта є якісний аналіз неконтрольованих чинників, які ведуть до утворення прибутків. Однак, як зазначається в [16], з Ф. Найтом важко погодитися в тому, що нібито весь прибуток — результат впливу лише абсолютно невимірюваної невизначеності. Зазначається також, що певною мірою концепція Ф. Найта шкідлива, оскільки породжує пасивність і непередбачливість підприємців: коли в основі прибутку перебуває певна невизначена подія, будь-яка спроба прогнозу (передбачення) недоцільна. Врешті-решт використання такої концепції призводить до парадоксу: виходить, що спроби підприємця здобути необхідну інформацію, його ініціатива щодо зменшення невизначеності й одночасного розширення області керованого ризику повинні призвести до зниження шансу одержання високих прибутків. На жаль, концепції недоцільності оцінки «сподіваних» величин і застосування математичних методів для оцінки ризику притримується ще дехто з економістів (наприклад, Р. Дамарі [112]). Не варто, однак, нехтувати встановленою Ф. Найтом кореляційною залежністю між прибутком і неконтрольованими подіями. Важливість цього підтверджує наявність такого феномену, як несподіваний прибуток. Проте необхідно мати на увазі, що сучасна теорія ризику містить способи (інструментарій), що дають змогу враховувати здатність і здібність менеджерів управляти ризиком.

У [282, с. 278], аналізуючи поняття «норма відсотка» і полемізуючи з Дж. М. Кейнсом, Дж. Р. Хікс пише, що: «...відсоток на реальні цінні папери повинен бути частково зумовленим існуючим ризиком, який, у свою чергу, зумовлений можливою несплатою боргу; певною мірою це стосується цінних паперів з довгостроковим погашенням — невизначеністю майбутніх грошових відсоткових ставок».

Полярність «невизначеність — ризик» широко використовується в науковій економічній літературі наших днів. І справа тут не лише й не стільки в тому, що більшість дослідників схильні вживати готову термінологію, яка підтримується певною науковою школою. На нашу думку, полярній діаді «ризик — невизначеність» сприяє глибока реальна відмінність, притаманна ситуаціям, що описуються полюсами цієї діади. Більше того, власне в

наші часи, коли відбувається переосмислення практично всіх теорій поведінки економічних суб'єктів, виокремлення ситуацій, що передбачають наявність імовірнісних оцінок, і ситуацій, для котрих звичні числові ймовірності неприйнятні, набувають особливого значення.

У період прискореного розвитку економіки індустріальних країн Заходу (1950—1975 рр.) категорія економічного ризику дещо втратила свою практичну гостроту. Але і в цей час були зроблені значні кроки щодо розвитку теорії економічного ризику [330, 331, 349]. Оцінюючи вартість активів компаній (корпорацій), її пов'язують з поняттям ризику, притаманного ринковій економіці. Визнається, що ризик — це невизначеність щодо одержання доходу взагалі або одержання в очікуваному обсязі норми доходу від інвестицій, на який розраховує інвестор. Домінуюче положення акціонерного капіталу, розвиток фінансових ринків, активізація грошового обігу, з одного боку, і банкрутства невеликих компаній, з іншого, вимагали поглибленого дослідження питань оцінки вартості компанії (фірми) з погляду одержання нею необхідного стабільного доходу.

Основний принцип на ринку цінних паперів у країнах з розвинутою ринковою економікою відповідає побутовій мудрості: «Ніколи не клади всі яйця до одного кошика». Стосовно ринку це означає, що інвестор не повинен купувати цінні папери лише одного виду. Необхідні різноманітність, диверсифікація вкладень. У противному разі інвестор приречений або на низьку ефективність вкладу, або на надто високий ступінь ризику. Вклавши гроші в акції однієї компанії, інвестор виявиться залежним від коливань її курсової вартості. Але якщо він вкладе свій капітал в акції кількох компаній, то ефективність, звичайно, теж залежатиме від курсових коливань, але не кожного курсу, а усередненого. Власне тому досвідчений інвестор виступає власником не одного якогось певного виду цінних паперів, а кількох видів, які складають так званий портфель інвестора.

Важливим є завдання вибору структури портфеля цінних паперів. Приймається гіпотеза, що будь-яке конкретне значення ефективності операції купівлі-продажу цінних паперів — це реалізація випадкової величини, за яку послуговує ефективність. Ця гіпотеза дозволяє використовувати для вивчення властивостей портфеля цінних паперів правила теорії ймовірностей і математичної статистики. Теоретична концепція та економіко-математична модель задачі обрання оптимальної структури портфеля фінансових активів уперше була запропонована *І. Марковіцем*

[330, 331]. Другий відомий американський економіст, Дж. Тобін, узагальнив цю задачу, показавши, що оптимальна структура портфеля, до якого залучені також і майже безризикові цінні папери (короткострокові державні векселі), не залежить від схильності інвестора до ризику [349]. Теорія портфеля стала поширеною під впливом робіт ряду інших американських економістів, зокрема В. Шарпа [343]. Дж. Р. Хікс пропонував дещо модифікувати концепцію портфеля, враховуючи ліквідність та інші фінансово-економічні показники [282].

Дослідження того, як взаємодія попиту і пропозиції призводить до рівноваги на конкурентному ринку, є однією з головних проблем економічної науки. Але класична теорія рівноваги ринку капіталів, що дістала широкого розповсюдження, непридатна для вивчення процесів на ринку цінних паперів в основному тому, що не враховує ролі невизначеності як чинника ризику. Разом з тим урахування ризику (його суб'єктивна оцінка) і визначає поведінку суб'єктів на ринку, обрання ними обґрунтованих, раціональних рішень, а отже, цінової політики на ринку. Власне праці таких учених, як Шарп, Літнер, Моссін, створили основи теорії та відповідних математичних моделей щодо ціноутворення на ринку капіталів (*Capital Asset Pricing Model (CAPM)*). Спрощений варіант математичного опису CAPM подано, зокрема, в [198, 210].

В останній чверті XX сторіччя в зв'язку з уповільненням (у більшості країн) темпів економічного зростання проблеми врахування ризику, його оцінювання посіли чільне місце. Суттєво зросла частка застрахованих ризиків (страхуванню підлягають різноманітні експортні ризики, валютні ризики, результати господарської діяльності у разі тимчасової зупинки виробництва внаслідок стихійних лих, практикується звернення до факторингових операцій для управління обсягом зобов'язань до сплати).

У [7, 8, 16] наголошується, що в низці випадків неспроможність сплатити борги була викликана не прикрою випадковістю, а внутрішніми ризиками (некомпетентним управлінням), а також ускладненням соціально-економічного середовища тощо. Збитки багатьох компаній, починаючи з 1975 р., певне зростання кількості безробітних і численні банкрутства яскраво свідчать про значущість ризиків, якими обтяжені компанії (фірми). Так, ризик банкрутства має місце майже завжди, але особливо він зростає в періоди різкого збільшення кон'юнктури. В економічно розвинутих країнах спостерігається прямо пропорційна залежність між середньою нормою прибутковості в певній галузі економіки і притаманним цій галузі ступенем економічного ризику.

Щодо валютного ризику, то, як відзначається в ряді праць, зокрема в [20], кардинальні зміни відбулися після прийняття Міжнародним валютним фондом (у січні 1976 р.) рішення про скасування фіксованого золотого вмісту і використання «плаваючих» (таких, що змінюються залежно від ринкової кон'юнктури) валютних курсів. Валютний ризик — це загроза зазнати збитків, пов'язаних зі зміною (коливанням) курсів іноземних валют в ході здійснення угод купівлі-продажу.

У проблемах ризику виокремлюють два аспекти [83, 177]:

- ризик, пов'язаний з виникненням аварійної ситуації, яка спричиняє в основному економічні і технологічні наслідки;
- ризик, пов'язаний з можливістю катастрофи, яка зумовлює не лише економічні і технологічні, а й екологічні та соціальні наслідки.

Ці види ризику істотно відрізняються ймовірністю їх виникнення. Якщо ймовірність аварій відносно висока, то ймовірність катастроф мізерна. Однак наслідки аварій розглядаються у масштабах досліджуваних систем, наслідки ж катастроф носять глобальний характер (аж до руйнування самої системи або утворення у ній незворотних змін). Вивчення ризику катастроф розпочалося порівняно недавно. З відомих нам на даний час результатів у цьому напрямі слід навести зокрема [307, 326].

Завдання, що постають перед теорією економічного ризику (ризикологією), багато в чому аналогічні тим, які вирішуються при проведенні техніко-економічних досліджень стосовно ефективності об'єктів (галузей народного господарства). У загальному вигляді ці завдання формулюються таким чином [96]: оцінити затрати ресурсів (у вартісній формі) у разі використання різних, принципово можливих і технічно здійснених способів задоволення певних суспільних потреб і обрати той з них, з яким пов'язані якомога мінімальні сукупні затрати ресурсів на одиницю продукції.

У теорії ризику аналогічне завдання можна сформулювати таким чином: встановити залежність «затрати—ризик», яка характеризує зниження ступеня ризику при використанні різних технічно здійснених способів задоволення суспільних потреб, та обрати той з них, який забезпечує при заданому рівні ризику якомога мінімальні сукупні затрати (чи при заданих затратах — найменший ризик). Однак суспільство може виявитися неспроможним створити необхідний обсяг засобів для того, щоб покрити затрати на зниження ризику, досягнення необхідного (допустимого) його рівня. Тому виникає додаткове обмеження на обсяг реальних затрат, отже, й ступеня ризику.

Спрямування засобів на зниження ступеня ризику означає у цілій низці випадків відволікання частини трудових і матеріальних ресурсів від безпосереднього виробництва продукції (послуг) та фінансування за їх рахунок робіт, на перший погляд, таких, що не приносять негайного результату. Однак більш прискіпливий аналіз показує, що ефект від прийняття таких рішень проявляється у зниженні збитків від аварій, втрат унаслідок зростання захворювань і смертності людей.

Дослідження (аналіз) ризику дозволяє заздалегідь передбачити певні тенденції відносно допустимості його ступеня. Зрештою, як зазначають деякі автори, зокрема [97, 146], урахування ризику повинно стати невід'ємною складовою економіки кожної галузі, і насамперед енергетики, машинобудування, транспорту, агропромислового комплексу.

У другій половині XX століття почали вживати таке поняття, як політичний ризик. Одна з перших праць з цієї проблеми — це «Бізнес США за кордоном і політичний ризик» Ф. Рута [337], де на формальних засадах був проведений аналіз політичного ризику, на який наражається діяльність американських компаній в інших країнах. У першій половині 80-х років американські аналітики *М. О'лері* і *В. Коллін* для визначення політичного ризику запропонували відповідну систему оцінок (шкалювання), що ґрунтується на аналізі позиції головних діючих осіб. Свою систему вони назвали «*Princ model*» [216, 310]. Відомі також праці таких фахівців США в сфері політичного ризику, як В. Оверхольт, О. Хеммер, Ф. Ханер [172].

У результаті іранських подій піднявся престиж теоретиків ризику, бо власне вони (а не практики) передбачили можливість революції. Стало очевидним, що потрібні ефективніші інтелектуальні засоби захисту, які допомагали б точніше передбачати небажані події в політичній сфері та оцінювати їх наслідки (ризик) для конкретної фірми.

В огляді спеціальної служби ризику при Конгресі США відзначається, зокрема, що управління ризиком включає всі технологічні та регулюючі методи зниження його ступеня, а також соціально-економічні аспекти різних альтернатив. Підкреслюється, що однією з важливих проблем є необхідність у подальшому впровадженні наукових засад і принципів його оцінки.

Більшістю компаній (фірм) розробляються щонайменше чотири сценарії можливого розвитку зовнішнього середовища [172, 216]. Перший розглядає поведінку фірми за найсприятливішого перебігу подій (при мінімальному політичному ризику); другий — за відносно сприятливих умов (ризик, яким фірми можуть бути

обтяжені, є допустимим); третій — коли фірмі доведеться зіштовхнутися з серйозними, але такими, що їх можна подолати, проблемами; четвертий — виявляє обставини, які призводять до краху фірми (ризик катастрофічний). Викликають інтерес також праці російського вченого *В. Тихомирова* стосовно прогнозування політичних ризиків та методів їх оцінювання [269].

Відоме твердження *Е. Канта*: «В кожному знанні стільки істини, скільки в ньому математики». Це стосується й економічної науки. Але відзначимо, що не варто також і перебільшувати роль математики в економічній теорії, бо будь-яка крайність призводить до негативних наслідків. Можна, зокрема, визначити два напрями математизації економічних знань. Обидва вони пов'язані з необхідністю спрощення предметної області досліджень у процесі економіко-математичного моделювання [45]. У межах першого напрямку постулюється детермінізм для виявлення простої закономірності (сутності) складного економічного явища, для чого виокремлюється кілька суттєвих чинників, а решта вважаються несуттєвими. Це так звані задачі організованої простоти [152], для розв'язування яких, наприклад, у фізиці Ньютоном і Лейбніцем був розроблений адекватний математичний апарат диференційного числення. В межах другого напрямку постулюється стохастичність для абстрагування від детального опису окремих проявів однорідного явища і визначення його загальних тенденцій. Це так звані задачі неорганізованої складності [351], для розв'язування яких були розроблені методи теорії ймовірностей і математичної статистики, фундаторами яких є Бернуллі, Лаплас, Больцман, Дж. Гібс. Практично одночасно зі своїм виникненням обидва ці підходи стали досить широко використовуватись в економічному аналізі. Для аналізу неоднорідних економічних процесів (явищ) були розроблені та досить ефективно застосовуються формальні методи групування та класифікації [45, 261]. Однак зробити статистичні методи універсальним інструментарієм економічного аналізу не вдалось. Як характерний приклад можна навести низьку прогностичну здатність статистичних закономірностей на підґрунті ретроспективних даних, без огляду на досить детально та глибоко розвинену теорію часових рядів. Про це йдеться в [112].

Обмеженість використання в економічній теорії та практиці детерміністичних (аналітичних) і ймовірнісних (стохастичних) методів стимулює до пошуку інших шляхів формалізації. Про це, зокрема, йдеться в [79, 80, 146]. Тут принциповим є застосування категорії розпливчастості (нечіткості) як оригінального способу математичного моделювання економічних систем.

Фундатор теорії нечітких (розпливчастих) множин *Л. А. Заде* [137] пише: «...Ключовим елементом мислення є не числа, а певні мітки розпливчастих множин, тобто класів об'єктів, для елементів яких перехід від належності до певного класу не є різким, а поступовим. Насправді відома розпливчастість (нечіткість) людського мислення приводить до думки, що логіка суджень людини не є звичайною двозначною чи навіть багатозначною логікою; це — логіка з нечіткими істинами, нечіткими (розпливчастими) співвідношеннями і нечіткими правилами щодо висновків. Така розпливчата логіка, на нашу думку, є важливим компонентом людського мислення, а власне здатності до узагальнення інформації... З огляду на це традиційні методи аналізу не зовсім придатні для роботи з гуманітарними системами, бо їм не вдається виявити розпливчастість (нечіткість) мислення і поведінки людини. Отже, необхідні підходи, які не фетишизують питання точності, строгість, формалізм, а використовують методологічні схеми, які містять невизначеність і неповноту інформації».

Аргументи, наведені *Л. А. Заде*, особливо актуальні щодо прийняття рішень у широкому спектрі економічних проблем, бо центральною (головною) ланкою тут є процес цілепокладання, який припускає опис, структурування та формалізацію цілей суб'єкта ризику в адекватній для живої мови формі, використовуючи так звану м'яку (вербальну) інформацію, її шкалювання, що надзвичайно важливо за умов невизначеності та зумовленого нею ризику, яким обтяжена економічна діяльність. Теорія розпливчастих (нечітких) множин набула значного поширення [4, 30, 138, 154, 181, 196, 205, 220, 221, 292, 322].

Стосовно сучасного стану теорії ризику, то, окрім згаданих вище праць окремих вчених та окремих шкіл, у світі існує ще низка наукових шкіл, які вносять значний доробок у теорію ризику. Відомі досягнення німецької школи (про це йдеться в [328]), яка, спираючись на розроблену *Дж. фон Нейманом* і *О. Моргенштерном* теорію корисності [194], а також використовуючи теорію розпливчастих множин, досягла значних результатів.

Необхідно відзначити видатні досягнення української (київської) школи в теорії та моделюванні ризику (на чолі з такими вченими, як *В. С. Михалевич*, *Ю. М. Єрмольєв*, *О. І. Ястремський* та їхніми численними учнями) [130, 132, 186, 302]. Вчені цієї школи вносять суттєвий вклад як у методологічні питання щодо теорії ризику та невизначеності, так і стосовно його інструментарію. Передусім ідеться про моделі стохастичного програмування і методи розв'язання (клас методів стохастичних квазіградієнтів).

Постановка задачі стохастичного програмування суттєво залежить від цільових засад та їх інформаційної структури, про що йдеться в [130, 142, 186, 188, 209, 299, 302].

Відомі також досягнення московської школи (М. М. Моїсєєв, Ю. Б. Гермейєр), які зробили суттєвий внесок у теорію ризику, розвиваючи теорію дослідження операцій, математичну теорію систем, теорію ігор [189, 254, 256].

Щодо розвитку проблематики, поєднаної з ризиком та адаптивними стохастичними моделями, відомі також результати естонської школи [126].

Широке врахування недетермінованих, розпливчастих аспектів стосовно економічних процесів істотно змінює загальну економічну теорію. Дедалі ширше застосовуються такі системні характеристики економічних рішень, як маневреність, гнучкість, стійкість, адаптивність, надійність, тісно пов'язані з категорією економічного ризику. Тут слід згадати про результати, що їх одержала новосибірська школа стосовно методики та математичного моделювання економічних об'єктів (процесів) з урахуванням згаданих вище системних характеристик [177, 257, 258].

Як зазначається в [58, 59, 76, 78, 90], за сучасних умов особливу увагу в менеджменті необхідно приділяти чинникам, які впливають на стратегічну ефективність компанії (фірми, підприємства). Враховуючи динамічний (нестационарний) характер економічного середовища, можна дійти висновку, що умовами стратегічної ефективності є адаптивність, стійкість, маневреність економічних рішень (стратегій). Це виражається в переході від стратегічного планування до стратегічного менеджменту. Він, власне, і включає дослідження та врахування маневреності, адаптивності, гнучкості стратегії, яка обирається (розробляється) і завдяки цьому забезпечує зниження ступеня ризику.

Щодо внеску ряду наукових шкіл та окремих учених економістів, математиків у теорію ризику, то про це йдеться в [8, 96, 284, 305, 328, 333, 348].

1.2. ОНТОЛОГІЯ ТА ГНОСЕОЛОГІЯ РИЗИКУ

Економіку нерідко вважають загадковою наукою, а багато людей схильні до того, що це зовсім не наука, а мистецтво. І насправді, економічна наука не зовсім точна, вона має справу зі статистичною та експертною інформацією, гіпотезами, прогнозами, конфліктністю, невизначеністю тощо. Економіка дуже важ-

лива для людей, але вона не визначає всього в світі. Хіба політичний устрій суспільства не впливає на життя й безпеку людини? А культура — хіба вона не спрямовує розвиток політики та економіки? Економіка, політика та культура взаємодіють між собою, перетікають одна в одну, формують життєвий рівень і безпеку людини, родини, добробут і безпеку громади і всієї країни. Могутність кожної держави вимірюється передусім людиною: її духом, вірою, культурою, освіченістю, професійними навичками.

Коли ми говоримо про суспільство, то воно здається нам чимось величним й автономним. «Суспільство вважає», «суспільство прагне», «суспільство повинно це чи інше» — часто чуємо ми. Поступово «суспільство» починає уявлятися нам річчю чи навіть особистістю з власною волею. Тобто ми думаємо про суспільство як про самостійно діючий суб'єкт. Але ж суб'єктивність суспільства означає ту просту істину, що воно складається з особистостей, які і є реально діючими суб'єктами. Суспільство формується також з багатьох малих спільнот, починаючи з родини й аж до величезної кількості різноманітних асоціацій. Розмаїття людей та асоціацій, з яких складається суспільство, власне і є ключем до розуміння економіки, особливо ринкової.

З погляду загальної теорії систем економіка — це система великої складності, яка утворюється з величезної кількості господарських одиниць, що перебувають у тісній неперервній взаємодії одна з одною. Окрім цього, вона має яскраво виражену багаторівневу ієрархічну структуру, за якої вищий рівень ієрархії інтегрує за певним правилом (алгоритмом) інформаційні сигнали нижчого рівня ієрархії й оперує відповідними агрегатами. У той же час сама економіка виступає як підсистема щодо суспільства в цілому, оскільки існування останнього, його розвиток далеко не вичерпується чисто економічними процесами.

Суспільство з певною соціальною структурою, політичною системою, потенціалом культури, етичними установками є тим середовищем, з яким економіка постійно взаємодіє. Ця взаємодія відбувається в двох напрямках — від зовнішнього середовища до об'єкта, і навпаки, які позначаються як входи і виходи системи. Суспільний вплив на економіку здійснюється через мотиви поведінки людей, які беруть участь у виробництві, розподілі тощо, а також форми власності й соціальну структуру суспільства.

Якщо, з одного боку, закономірні зв'язки в суспільно-економічних системах носять об'єктивний і внутрішньо доцільний характер (так, як у природничих системах), то, з іншого боку, вони повинні бути також сформульовані в термінах цілеспрямо-

ваної поведінки, тобто вираженими в категоріях, що відповідають усвідомленій активній діяльності.

Отже, економічну систему можна подати як величезну множину господарюючих суб'єктів, усвідомлено (цілеспрямовано) діючих у своїх інтересах. Інтеграцію, або, навпаки, зіткнення цих інтересів без керуючого впливу будь-якої надсистеми можна назвати процесом самоорганізації. Останню можна розуміти як саморозвиток, самовдосконалення, що вимагає звернення до надсистеми. У цьому — сенс принципу зовнішнього доповнення. Як зазначав *С. Бір*, «...система управління не може «обслуговувати сама себе», для обґрунтування поведінки будь-якої системи, описаної в термінах деякої мови, необхідно, щоб існувала мова більш високого порядку» [23] (метамова). Ця метамова необхідна для змістовного пояснення поведінки системи, її мотиваційної складової. Будь-яка система відкрита на надсистему, без котрої мотивацію своєї поведінки система сама собі пояснити не в змозі. Зазначимо, що технологія виробництва, технічні відкриття стоять поза прибутком. Категорія прибутку є надсистемною стосовно технологічних процесів, але підсистемною щодо таких понять, як, наприклад, соціальний консенсус, екологічна безпека, громадянські права, самоцінність і гідність особистості, стратегічні інтереси та ризик виживання соціуму тощо. Тобто йдеться про те, що поведінка системи є більш-менш цілеспрямованою лише з погляду надсистеми, котра діалектично прописує їй цілеспрямованість з позицій власної багаточільової поведінки, яка динамічно змінюється. Зазначимо, зокрема, що «батько» кібернетики *Н. Вінер* писав, що «економічна гра — це така гра, правила котрої повинні періодично суттєво переглядатись, наприклад, кожні десять років» [47].

Цікавою є постановка проблеми щодо ієрархії цілей системи, яка міститься в науковій праці *Л. Фогеля, А. Оунса й М. Уолша* «Штучний інтелект та еволюційне моделювання». Автори зазначають, що «самозбереження — найвища ціль у будь-якій найбільш складній ієрархії підцілей, котрі може мати організм, оскільки всі підцілі спрямовані на виживання. Множина можливих майбутніх станів утворюється як комбінація результатів деякого набору можливих подій. Найкращим вважається той майбутній стан, котрий забезпечує, в межах наявної моделі, найбільші гарантії для самозбереження. Цей процес знову ж таки є еволюційним» [279].

Аналізуючи економіку треба зважати на реальних людей та їх поведінку. Неважко помітити, що модель людини в новітніх економічних теоріях нагадує матрицю, рядки котрої утворюють різноманітні методологічні підходи щодо поведінки людей, а стовп-

чики — різноманітні економічні задачі. Більшість сучасних моделей економічної людини характеризується порівняно з моделлю людини класичної економічної теорії меншою абстрактністю, змінною і далекою від оптимального ступеня раціональної поведінки, неусуненою невизначеністю, великим впливом ментальності, звичок, правил прийняття рішень тощо.

Неспокійне серце людини (кожен з нас очікує чогось), одночасні зміни в довірлі і політиці, зрушення економічного характеру, трансформаційні процеси в суспільстві сприймаються нами з недовірою, бо вони поєднані з невизначеністю, конфліктністю. У низці наукових праць йдеться про те, що найкращим вважається той майбутній стан, який забезпечує в межах наявної моделі гарантії для самозбереження соціума. Можна також говорити про те, що здатність до саморозвитку систем, які мають гомеостатичну природу функціонування, закладена в структуру цих систем і призводить до відповідних змін. Власне, можливі зміни й є джерелом еволюційних процесів у соціально-економічних системах.

У низці праць наголошується, що в філософському аспекті невизначеність у складній системі пов'язана не лише із суб'єктивною обмеженістю наших знань щодо об'єкта дослідження в поточний момент, але й передусім об'єктивною неможливістю вичерпного його опису адекватною мовою. Тобто спонтанний характер процесів, які відбуваються в складній системі, внутрішньо притаманні їй і є однією з суттєвих системотвірних її властивостей.

Розуміння цього положення (принципу невизначеності) знайшло відображення в розвитку природничих наук (фізика, біологія). Щодо економіки, котра займається вивченням одного зі складних різновидів систем, то принцип невизначеності потребує подальшого поглибленого теоретичного дослідження. Як пише академік Російської академії наук Микола Петраков, «історично це пояснюється, мабуть, тим, що розвиток економічних систем в останні 100—150 років відбувався у напрямку від стихійно функціонуючих до свідомо керованих, від анархії до структурної впорядкованості. Стихійність і невизначеність — категорії зовсім не тотожні. Більше того, вони знаходяться в різних площинах. Стихійність суперечить свідомому управлінню. Але наявність свідомої цілеспрямованої діяльності з управління економікою жодною мірою не є еквівалентна жорсткому детермінізму щодо всіх процесів, які протікають всередині системи» [211].

Багато вчених слушно наголошують, що відволікання уваги (чи побіжна, модна, поверхнева згадка) стосовно такої суттєвої

ознаки системи, як неможливість її адекватного опису, наявність невизначеності й зумовленого цим ризику не лише перебуває у прямій суперечності з доведеними і всебічно обґрунтованими принципами функціонування складних систем, але й збіднює економічну теорію, методологію моделювання, роблячи її суттєво неадекватною щодо об'єкта дослідження.

Якщо цільові установки соціально-економічної системи формуються досить жорстко як абсолютно істинні, тобто ігноруються деяка відносність (не плутати з повною відносністю — релятивізмом) і неповнота наших знань про об'єкт, а в модель функціонування цього об'єкта не вводиться «чорний ящик» як відображення невизначеності й зумовленого нею ризику щодо характеру динаміки системи, то з системи мовби вилучається джерело необхідного різноманіття. Система, по суті, перетворюється на детерміновану (хоча чисто формально її можна описати як стохастичну, але це вже буде, за Ст. Біром, «закономірна випадковість»). Детерміністичний розвиток згідно з жорстким критерієм не дозволяє отримати нові знання (нову інформацію) щодо ступеня відповідності наших уявлень про розвиток соціально-економічної системи реальним закономірностям цього розвитку. Це дає підстави вважати (дійти висновку), що при визначенні аксіоматики функціонування складних соціально-економічних систем постулат про наявність критерію оптимальності системи (цілепокладання) повинен бути доповнений постулатом щодо невизначеності цього критерію й об'єктивної необхідності існування механізму формування, уточнення й корекції критерію в процесі функціонування системи. А це породжує відповідний ризик. Введення до переліку аксіом функціонування складних систем принципу невизначеності та відповідного ризику дозволяє реально трактувати соціально-економічну систему як таку, що саморозвивається і самовдосконалюється з урахуванням, зокрема, принципів етики. Процес розвитку за такого підходу є реалістичнішим, ураховує як ризики збитків, так і ризики невикористаних можливостей («закопаних талантів»), навчання, адаптацію (з урахуванням спроб і помилок), нелінійність розвитку економічних систем. Цей момент — пошук цілі в процесі руху й механізм організації пошуку — є принципово новим якісним моментом і сам по собі породжує ризик.

Розглядаючи економіку, її структурні і функціональні блоки як системи, в яких протікають процеси регулювання й управління, що реалізуються рухом і перетворенням інформації, можна дійти висновку: інформація є, з одного боку, генератором розвитку соціально-економічної системи, з іншого боку, — джерелом

невизначеності та породженого цим ризику в економіці. *Микола Петраков*, аналізуючи різні аспекти генерування нової інформації в соціально-економічній системі, зокрема, зазначає: «... Навіть залишаючись у межах відносно простої схеми «потреби індивіда та механізм їх задоволення», ми зіштовхуємося з постійною і неповністю передбачуваною пульсацією соціально-економічної системи. Особа, котра ще недавно була в стані задоволення оточуючим соціально-економічним середовищем, «раптом» починає висувати нові вимоги економічного, культурного, соціального, естетичного характеру, викazuje незадоволення умовами праці тощо. Ці вимоги створюють відповідний інформаційний «шум» у системі, вводять елемент непередбачуваності та випадковості. Власне цей «шум» є будівельним матеріалом для генерування нової інформації в соціально-економічній системі. Ми маємо постійний фон випадкових збурень, на тлі котрого і виникають «соціально-економічні мутації» [211]. «Пальним», що забезпечує розвиток систем, є нова інформація, яка має принципово інноваційний характер, і, за означенням, не може бути повністю передбачуваною, тобто породжує невизначеність. Отже, можна дійти висновку, що як об'єктивно існуючі невизначеність, конфліктність, так і неповнота інформації, неоднозначність прогнозів, зміни як у довкіллі, так і в самій системі, трансформаційні процеси, обмаль часу породжують ризик.

В економіці потужним стимулом генерування нової інформації виступає конкуренція, організована за принципом: низькі витрати — висока якість — зростання виробництва товарів і послуг й обсягів продаж — одержання високих прибутків. Це автоматично відкриває дорогу науково-технічним винаходам, їх упровадженню, тиражуванню, одночасно породжуючи ризик, який є багатограним.

Величезне зростання складності економічних систем, яке спостерігається впродовж останніх десятиліть і, безумовно, пов'язане з науково-технічним прогресом, зумовлює низку проблем. На думку багатьох учених-економістів, реальні процеси господарювання вимагають від економічної науки перегляду традиційних уявлень, згідно з якими економічний розвиток тотожний економічному зростанню, що вимірюється в темпах приросту кінцевої продукції (внутрішнього валового продукту). Термін «економічний розвиток» одночасно повинен включати як поняття зростання, так і стійкості, економічної безпеки і зумовлений невизначеністю, конфліктністю ризик. Забезпечення стійкого розвитку передбачає, зокрема, використання частини ресурсів на підтримку певного рівня стабільності системи, допустимого

ступеня ризику. Ця частина ресурсів є своєрідною платою за складність економічної системи та зниження ступеня ризику до допустимих меж. Аналізоване питання щодо двох різних напрямів використання ресурсу (на розширення системи та зниження ризику) не повинно розумітись механічно. У низці випадків доводиться говорити про оптимальний обсяг інвестицій, який забезпечує максимальну інтенсивність зростання за заданого рівня стійкості й ризику чи про зниження ступеня ризику за задовільних темпів зростання.

У сучасних умовах, окрім вимог щодо підтримки еколого-економічної й еколого-соціальної стабільності, чільне місце посідає завдання забезпечення соціально-економічної безпеки та стійкого економічного розвитку. Стійкий розвиток — це концепція, ідеологія, реакція світової спільноти на кризові явища в біосфері, політиці, економіці. Концепція стійкого розвитку була висунута на конференції Організації Об'єднаних Націй, що відбулась у Ріо-де-Жанейро в 1992 р. Документи і концепція цієї конференції відрізняються від численних попередніх документів, що приймалися на міжнародному рівні, кількома принциповими рисами:

- наголос, що на глобальні проблеми, котрі постали перед цивілізацією, автори концепції дивляться з позиції не світової спільноти, держави, регіону, якоїсь організації, а з позиції окремої людини;
- концепція згідно з її сутністю не розділяє людей, а об'єднує їх, незалежно від того, чи проживають вони в заможній Півночі, чи бідному Півдні, чи є вони клерикалами, чи лібералами, чи соціал-демократами тощо, тих, хто живе тепер і хто прийде на нашу планету в майбутньому;
- концепція вперше ставить у центр уваги інтереси не лише нинішнього, а й майбутніх поколінь, тощо.

Можна стверджувати, що згадана концепція робить своєрідний підсумок, що призводить до перегляду світогляду. У ХІХ столітті у відомих «Тезах про Фейєрбаха» висловлювалась думка про те, що філософи пояснювали світ, а завдання полягає в тому, щоб його змінити. Зараз можна говорити, що дослідники і політики пояснювали і намагались змінювати світ; проблема ж полягає в тому, щоб його зберегти. Як зазначається у низці праць, за логікою після прийняття концепції повинен був би здійснитись перегляд та усвідомлений відбір алгоритмів подальшого розвитку цивілізації. На жаль, цього не сталося, навіть після подій 11 вересня 2001 р. Доводиться також урахувувати і неоднозначність

* Програма дійсвий: Повестка дня на 21 век и другие документы конференции в Рио-де-Жанейро в популярном изложении: Центр «За наше общее будущее». — Женева, 1993.

процесів глобалізації світу. Неоднозначність і пов'язаний з цим ризик виникають тому, що безперечні переваги економічного зближення країн і регіонів, неухильне зростання їх виробничої й науково-технічної взаємозалежності не супроводжується розширенням міжнародного співробітництва в життєво важливих для всього людства й окремих народів галузях. Надзвичайно вигідна для найзаможніших держав нестримна гра ринкової стихії закріплює і посилює їх позиції в міжнародних економічних відносинах: вони й далі багатіють, відштовхуючи на манівці світового співробітництва інші, зокрема новопосталі держави, що призводить до зростання соціально-політичного, крайнього та інших ризиків. Часто-густо практика глобалізації деформує її теоретичні засади і нагадує сумнівну телевізійну гру «Слабка ланка», коли переможець отримує все, а решта її учасників лишаються ні з чим.

Застосовувані беззастережними адептами стихійного ринку «подвійні стандарти» призводять до запровадження досить жорсткого ставлення щодо країн, які налагоджують виробництво, намагаються продати власну продукцію глобалістам. Надання статусу країн з перехідною економікою також залежить від волі останніх і повної дерегуляції виробництва й внутрішнього ринку в країнах, які прагнуть стати учасниками міжнародного економічного співробітництва. За цим, мабуть, стежать світові фінансові органи, де правлять бал багаті держави.

Звернемося, зокрема, до екології. Глобалізм не поспішає розв'язувати її проблеми, від яких залежить виживання людства. Це на собі відчули громадяни України, змушені самотужки долати наслідки найбільшої досі світової ядерної катастрофи в Чорнобилі. Такий перебіг справ веде до нарощування глобального ризику. Отже, не йдеться про те, щоб замінити чимось іншим вільну економіку, а про те, щоб зробити її настільки вільною, аби вона працювала на кожного, знижуючи тим самим крайній, політичний, соціально-економічний ризики. Необхідно зосередити увагу, зокрема, на процесах самоорганізації суспільства, в межах якого з'являються дійові засоби солідарності, подолання конфліктів, які здатні підтримувати економічний розвиток та які значно більшою мірою враховують особистісні цінності. Ідея суспільства, що самоорганізується, тісно пов'язана з концепцією суб'єктивності суспільства, відповідальності за прийняті рішення, готовності брати на себе ризик. Тобто не «суспільство» щось робить, а діючі суб'єкти — складові суспільства — належним чином регулюють своє спільне буття, знижуючи конфліктність і спричинений цим ризик.

Вільна праця, підприємництво й участь — ці три терміни є вирішальними щодо зниження глобального ризику, над цим варто поміркувати! Власне ці проблеми є вирішальними в концептуальному плані для розвитку ризикології. Їх аналіз та врахування, в свою чергу, спирається на такі концептуальні аспекти, як антикризовий і трансформаційний менеджмент тощо.

Людина (особистість) реалізує себе, використовуючи свій розум і власну свободу, щоб увійти в сферу економічного обігу та виробництва, які мають практично необмежений потенціал зростання, а також мінімізації ризику, а це спрямовує до створення довгого ланцюга співробітництва між людьми та країнами.

Бізнес, котрий сам є джерелом благ, вимагає не лише знань та вміння. Він також вимагає доброчесності, виховання в собі дисципліни сприйняття й поведінки. Цьому сприяють такі важливі риси, як старанність, сумлінність, підприємливість, обачливість, що допускають лише виважений ризик, а також сміливість, що допомагає у прийнятті складних, навіть болісних рішень, без котрих, однак, не зробиш справи і не подолаєш можливих перешкод і ризиків. Зауважимо, що доброчесності лише тоді є такими, коли люди приймають на себе відповідальність і ризик за обрані рішення. І напевно чи можна казати, що у нас немає вибору. Люди, котрі це стверджують, частіше за все фактично кажуть про те, що у них нема інноваційного мислення й відваги, тому вони обтяжені ризиком невикористаних можливостей («закопаних талантів»). Звичайно, ми можемо бути більшою мірою впевненими в наслідках одного рішення, обтяженого меншим ризиком, ніж іншого, обтяженого більшим ризиком. Але сміливість лише тоді є сміливістю, коли ми не зовсім впевнені в наслідках (як це нерідко буває в фінансово-економічній сфері) і беремо на себе обґрунтований (допустимий) ризик.

Наука про економічний ризик (ризикологія) розвивається для потреб людини, і саме людина, на нашу думку, повинна бути в центрі уваги. Вивчення специфіки ризику стосовно різних сфер соціально-економічного буття — це прерогатива окремих наук. Але ж світ цілісний, соціально-економічна система, і, зокрема, суспільство — це не механічна сукупність окремих елементів. Якщо ж підсумувати результати численних досліджень, що їх здійснюють учені у межах окремих наук, то цілісну картину соціально-економічного ризику важко збагнути. Ця обставина, зокрема, визначає доцільність постановки питання про загальний (філософський) аналіз ризику. Філософський підхід є важливим і тому, що аналіз, оцінка, управління ризиком можливі лише тоді, коли існує найбільш загальна концепція ризикології.

За наявності великої кількості наукових праць і навчальних посібників, в яких ідеться про сутність і понятійний апарат ризикології в економіці й підприємстві, та дедалі зростаючого їх потоку на даний час немає якоїсь однієї загальновизначеної дефініції цієї економічної категорії (наголошуємо, що ризик в економіці — це економічна категорія). Категорія — це гранично широке поняття, в якому відображаються найзагальніші, суттєвіші властивості, ознаки, зв'язки, реляції предметів та явищ світу. Економічні категорії — це узагальнене абстрактне відображення й формулювання об'єктивно існуючих виробничих відносин, їх різноманітних проявів, аспектів, рис. Економічні категорії існують як онтологічно, так і гносеологічно, тобто понятійний суб'єктивний образ певної категорії відображає реально існуючі в бутті відносини, ознаки, взаємозв'язки. Теоретично усвідомлені уявлення щодо існуючих у реальній дійсності таких понять, як «засоби праці», «попит», «пропозиція», «зміст», «справедливість» тощо, стають поняттями, категоріями науки.

Відносини, що складають сутність, зміст і форми ризику в економіці, є настільки багатограничними й такими, що мають різні прояви, що, окрім як категорія, важко відшукати якісь інші понятійні конструкції, які б узагальнювали все це різноманіття. Інша справа, що необхідно й надалі проводити фундаментальні дослідження з ризикології, зокрема щодо уточнення дефініцій ризику. Зазначимо, що, надаючи дефініцію ризику, не можна претендувати на істину в останній інстанції, зважаючи на складність проблеми, етапність пізнання світу та пам'ятаючи про необхідність відкритості людства щодо подальшого пізнання, власне для чого людині дано розум і вільну волю.

Наголосимо, що об'єктивно важливою є подальша розбудова теорії ризику в економічній сфері (ризикології) як у методологічному, концептуальному аспектах, так і стосовно комплексу механізмів, методичних підходів, а також інструментарію ризикології як у теоретичному плані, так і для адекватного розв'язання низки практичних проблем, які виникають на всіх рівнях ієрархії управління та в усіх сферах економічного буття.

Зокрема, важливим є [62]:

1) розбудова філософських, психологічних, правових аспектів як складових ризикології;

2) розробка методологічних підходів щодо ідентифікації можливих ризиків, здійснення класифікації ризиків у різних сферах фінансово-економічної діяльності, динаміка та моніторинг ризику, виявлення суттєвих і можливість нехтування несуттєвими ризиками. Розробка концептуальних положень і методик щодо аналізу ризику з урахуванням поведінки його суб'єктів, їхнього ставлення до ризику;

3) подальша розбудова концепції щодо системи кількісних показників ступеня ризику, які б дозволяли адекватно відобразити багатогранність ризику, неоднозначність ситуації з урахуванням цілей, прийнятої системи гіпотез;

4) розбудова та адекватне використання економіко-математичних методів і моделей ризику із застосуванням апарату теорії ймовірностей, теорії нечітких (розпливчастих) множин, а також теорії гри, нейронних мереж, теорії хаосу, теорії катастроф тощо;

5) розбудова методологічних засад і методичних підходів щодо оптимізації управління ризиком, виокремлюючи методи зниження ступеня ризику до допустимих меж та обираючи їх раціональну комбінацію, спираючись на загальні засади теорії складних систем, синергетичної економіки на теорію нестационарних, нелінійних динамічних процесів, на інструментарій інжинірингу та реінжинірингу;

6) створення відповідних систем і програмно-методичних комплексів оцінювання, аналізу та управління ризиком у різноманітних сферах економічної діяльності на різних рівнях ієрархії управління, а також використання їх у навчальному процесі;

7) встановлення взаємозалежності між ризиком і показниками економічного ефекту та ефективності й такими системними характеристиками, як надійність, стійкість, маневреність, адаптивність, ліквідність тощо.

У низці наукових праць аналізується сутність ризику як економічної категорії через взаємозв'язок парних діалектичних категорій: можливості й дійсності; причини й наслідку; необхідності й випадковості тощо [288]. Дослідимо взаємодію цих категорій, розмістивши в центрі діалектичний вектор: *дійсність* → *можливість* → *нова дійсність*. Наголошується, що можливість і дійсність — філософські категорії, які характеризують два основних ступені у становленні й розвитку предметів і явищ. Дійсність окремо взятого матеріального об'єкта — це його актуальне буття в конкретних якісних і кількісних, просторових і часових характеристиках, у його зміні й розвитку. Можливість — це об'єктивна тенденція становлення предметів, що виражається в наявності умов для його становлення. Дійсність — об'єктивно існуючий предмет як результат реалізації певної можливості, у широкому контексті — ступінь усіх реалізованих можливостей [274].

Можливість — це майбутнє об'єкта, що зароджується в теперішньому. Існуюча дійсність містить узагальнено деякий набір (сценарії) майбутнього. Можливість є внутрішньо суперечливою, вона вбирає в себе як позитивні, так і негативні моменти. У монографії В. В. Чепурко [288] цілком слушно зазначається: «Можливість —

це щось існуюче, бо в теперішньому часі наявні вже передумови майбутнього. В той же час можливість — це щось неіснуюче, оскільки майбутнього ще немає в теперішньому». Далі йдеться про те, що для переходу можливості у дійсність необхідна наявність двох чинників: дія об'єктивних законів і наявність певних умов. Перший чинник створює можливість, другий реалізує її. Доки немає вичерпного набору сприятливих умов щодо реалізації певної можливості, вона не в змозі перейти у дійсність, а існує поряд з іншими можливостями. Оскільки існує множина можливостей, то зміні досліджуваного об'єкта (процесу) притаманна певна невизначеність. Можливість як тенденція розвитку виражає певну необхідність, але умови реалізації можливості виступають стосовно неї чимось випадковим, нечітким (розпливчастим). Реалізація деякої можливості є результатом прояву як необхідності, так і випадковості, котру необхідно розуміти в широкому аспекті.

Для перетворення можливості на дійсність також необхідне дещо активно діюче, котрим є причина. Єдність необхідного й випадкового у причинному співвідношенні дає змогу суб'єктові ризику втручатись у перебіг подій, наскільки йому дозволяють обставини, не порушуючи об'єктивно існуючих закономірностей, але створюючи умови для реалізації окремих можливостей щодо певного об'єкта і зумовлюючи водночас зміни в інших. Отже, тут виникають зворотні та інші зв'язки.

Світ — це постійні зміни, розвиток, вічна нестійкість, а періоди стабілізації — лише короткі зупинки на цьому шляху. Отже, економіці іманентно притаманний ризик. Ця думка дедалі ширше використовується в економічній теорії. Сучасна методологія аналізу динамічних нелінійних систем сформулювалась у новий науковий напрям, що має назву синергетика. *Синергетична економіка* трактує нелінійність, невизначеність і нестійкість як одне з джерел різноманіття та складності економічної динаміки. Всі основні риси синергетики безпосередньо й чітко вказують на системний характер ризику в економіці.

1.3. НЕВИЗНАЧЕНІСТЬ В ЕКОНОМІЦІ

У наші часи одним з найпопулярніших понять у менеджменті стає невизначеність і зумовлений нею ризик як економічна категорія. Невизначеність трактується не лише у розумінні відсутності вичерпного знання, а й як постійна змінюваність умов, трансформація, швидка та гнучка переорієнтація виробництва, дії

конкурентів, зміна кон'юнктури ринку тощо. Як уже йшлося, розглядаючи невизначеність, яка є найхарактернішою причиною ризику в управлінській діяльності, необхідно наголосити, що виокремлення й вивчення її стосовно процесу управління являє собою інтерес з гносеологічного погляду, оскільки тут відображається практична ситуація, коли важко здійснювати управлінську діяльність за умов, котрі неможливо однозначно визначити. Отже, управлінській діяльності апріорі притаманний ризикований характер. Зазначимо, що поняття невизначеності розглядається не лише з погляду прийняття управлінського рішення, а пов'язується з ефективністю управлінської діяльності. Менеджерові, підприємцеві, бізнесменові необхідно пам'ятати і максимально враховувати, що, починаючи свою діяльність, вступаючи у ринкові відносини, обов'язково доведеться мати справу з невизначеністю і, як наслідок, бути обтяженим у діяльності впливом ризиків, притаманних даній економіці, даному виду діяльності. Характеризуючи діяльність підприємства (фірми) в цілому, необхідно пам'ятати, що вона обтяжена невизначеністю в різноманітних сферах і на різних етапах розвитку. Умови та джерела виникнення невизначеності є предметом дослідження та об'єктом моніторингу економістів різного профілю, а також фахівців інших спеціальностей (юристів, соціологів, психологів та ін.). Такий комплексний підхід до вивчення даного явища (невизначеності в бізнесі) пов'язаний з тим, що господарюючі суб'єкти в процесі свого функціонування залежать від низки умов, котрі можна класифікувати за місцем їх виникнення: соціально-економічні; політичні; адміністративно-правові; виробничі; організаційні; комерційні; фінансові; міжнародні тощо.

Особлива увага в науковій літературі присвячується невизначеності зовнішнього середовища щодо об'єкта дослідження, котра є функцією від достовірності інформації та, як наслідок, функцією від достовірності прогнозованих змінних і параметрів. Дехто з учених пропонує характеризувати зовнішнє середовище з огляду на нестабільність за такими ознаками:

- буденність (повторюваність) дій (подій): 1) буденні (котрі відбуваються досить часто); 2) несподівані (але такі, котрі мали місце в минулому); 3) абсолютно несподівані; 4) новітні (котрі практично не мають аналогів у попередніх періодах);
- темпи зміни дій (подій), тобто залежність між швидкістю перебігу подій і реакцією підприємства (фірми) на ці дії (події). За цією класифікаційною ознакою події можна класифікувати як: 1) події, перебіг яких повільніший, ніж підприємство реагує на них; 2) події, швидкість перебігу котрих збігається (наближено) зі швидкістю ре-

агування підприємства; 3) події, швидкість перебігу котрих перевищує швидкість реагування на них з боку підприємства.

Вплив суб'єкта управління на керований об'єкт може ефективно відбуватися лише за умови обміну інформацією між ними (прямих і зворотних зв'язків). Отже, невизначеність в управлінській діяльності з погляду якості інформації може виникнути на етапі: збору інформації; обробки та аналізу інформації; прийняття управлінських рішень на підґрунті зібраної та обробленої інформації [289].

Наголосимо також, що підприємства функціонують за умов конкурентної боротьби, котра пов'язана з постійними змінами на ринку. Це, зокрема, вимагає:

- збільшення обсягів аналітичного матеріалу та використання сучасних (дедалі складніших, адекватних складності об'єктів і процесів) економіко-математичних моделей та методів;
- проведення моніторингових досліджень ринку і зіставлення існуючої стратегії менеджменту і маркетингової стратегії з проблемами ринку;
- широкого використання сценарного аналізу та імітаційного моделювання в процесах планування діяльності підприємств.

У процесі здійснення управлінської діяльності на рівні підприємства (фірми) важливо враховувати невизначеність, котра виникає внаслідок:

- невизначеності щодо встановлення планового періоду, на який розробляється стратегія розвитку підприємства;
- невизначеності щодо формування цілей підприємства у виборі пріоритетів у поставлених цілях, що зумовлюється великою кількістю цілей;
- похибок в оцінках поточного стану справ усередині підприємства та його положення на ринку, котрі, в свою чергу, можуть бути наслідками низки причин об'єктивного та суб'єктивного характеру — невичерпної й недостовірної інформації щодо перспектив розвитку даного підприємства та ринку в цілому, а також рішень, що прийняті на підставі цієї інформації;
- можливих збоїв у ході розробки стратегії розвитку підприємства, а також процесі її реалізації;
- невизначеності у ході контролю та оцінювання результатів діяльності підприємства тощо.

Прийняття рішень за умов невизначеності характеризується тим, що неможливо однозначно передбачити їх наслідки. Тобто розглядувані варіанти будь-якої економічної діяльності є варіантами з різним (за величиною) рівнем сподіваного прибутку і характеризуються різною ймовірністю (об'єктивною чи суб'єктив-

ною), що цей прибуток буде досягнуто власне на цьому сподіваному рівні. Така непевність призводить до того, що прибуток стає випадковою величиною, деяку характеристику якої можна максимізувати лише за умови прийняття низки гіпотез та коли у підприємця (менеджера) наявна певна схильність (несхильність) до ризику як міри (ступеня) невизначеності.

Причини виникнення невизначеності та зумовленого нею ризику поділяються на три групи [126].

Перша група. Більшість пов'язаних з економікою процесів є принципово індетермінованими. Таким, наприклад, є науково-технічний прогрес, про розвиток якого неможливо зробити точний прогноз. Важко передбачити також різні природні явища, зміни клімату, розвиток смаків споживачів тощо.

Друга група. Можна говорити про економічно оптимальну неповноту інформації, бо нерідко доцільніше працювати з неповною інформацією, ніж збирати вкрай дорого практично повну інформацію. До цієї групи можна віднести і неповноту інформації, зумовлену обмеженістю потужностей для її обробки, бо ця обмеженість пояснюється економічними причинами. Сюди ж відносять і неточності, що виникають внаслідок наближених методів оцінки даних, наприклад, вибіркові спостереження та експертні оцінки [64]. Зменшення цих неточностей теж потребує певних додаткових затрат.

Третя група. Існує, так би мовити, «організована» невизначеність, або асиметрія інформації. Вона спричинена тим, що нерідко деякі економічні агенти вважають доцільним приховувати деяку частину інформації з економічних, політичних чи інших причин. Наприклад, надто важко прогнозувати можливості зовнішньоторговельних операцій із стратегічними товарами, інколи керуючому органу управління важко оцінити можливості та зусилля підлеглих підрозділів, і навпаки.

Невизначеність ситуації характеризується тим, що вона залежить від багатьох змінних чинників, контрагентів, дії яких неможливо передбачити з прийнятною точністю. На підвищення ступеня ризику впливає також і відсутність (неоднозначність) чітко визначених цілей і критеріїв їх оцінки, зрушення в суспільних потребах і споживчому попиті, непередбачувана поява нових технологій і техніки, зміна кон'юнктури світового ринку, коригування траєкторії руху економіки з політичної необхідності, непередбачуваність природних явищ тощо.

Методологічні аспекти, пов'язані з існуванням невизначеності у прийнятті рішень, ґрунтуються на фундаментальній гносеологічній проблемі пізнавальності оточуючого середовища. В сучас-

ній науково-економічній літературі [1, 158, 173, 199, 282] під невизначеністю, яка породжує ризик, розуміють передусім ситуацію, коли більшою чи меншою мірою відсутня інформація про структуру та можливі стани як об'єкта дослідження і прийняття рішень, так і оточуючого його середовища. У [208, с. 108] російський учений *Е. Пестель* пише: «Часто вважають, що невизначеність виникає тоді, коли відсутня вичерпна інформація (брак інформації) або, в більш широкому плані, брак знань про предмет дослідження. Це дійсно так, але коли йдеться про світову проблематику або про світову систему, пов'язану з елементами людського мислення та діяльності, то це ще не все... У таких системах є ще й елемент внутрішньої невизначеності. Він виникає тому, що тут майбутнє залежить від рішення (вибору), яке ще тільки повинно здійснитись. Це фундаментальний принцип, який нагадує фізичний принцип невизначеності Гейзенберга». Про таке йдеться також у [1]. На нашу думку, цьому не суперечать також і основні методологічні положення теорії раціональних і адаптивних сподівань, що інтенсивно розвиваються на Заході [282].

Невизначеність — фундаментальна характеристика недостатньої забезпеченості процесу прийняття економічних рішень знаннями стосовно певної проблемної ситуації. Невизначеність можна трактувати та деталізувати як: недостовірність (ефект «марева»), неоднозначність (ефект «нечіткості», «розпливчастості») [29, 46, 154, 164]. Вони, в свою чергу, можуть бути деталізованими (рис. 1.1) [154]. Так, зокрема, невідомість свідчить про повну або часткову відсутність інформації щодо певної проблемної ситуації. Причинами цього можуть бути також неповнота інформації, неструктурованість, неінтерпретованість, несприйнятливість, що суттєво ускладнює процес прийняття раціональних рішень. Неповнота свідчить про нестачу доступної для реєстрації і необхідної для розв'язку тієї чи іншої задачі інформації, що характеризує відповідну проблемну ситуацію. Неінтерпретованість демонструє відсутність однозначної відповідності між якісними та кількісними складовими інформаційної множини, наприклад, між економічними показниками певного об'єкта (проекту) та числовими значеннями цих показників. Неструктурованість ускладнює чи практично виключає доступ (тобто використання) до відповідних наявних даних. Несприйнятливість пов'язана з незрозумілою для суб'єкта прийняття рішень (суб'єкта ризику) формою реєстрації і представлення відповідних даних, наприклад, представлення значень необхідних показників у невідомих суб'єктові одиницях вимірювання. Недостовірність свідчить про наявність фіктивних

даних, тобто таких, що об'єктивно не відображають проблемну ситуацію. Причинами недостовірності можуть бути неадекватність, суперечливість (різnobій), мінливість, спотворення (свідоме чи ні) необхідної наявної інформації. Детальніше про це йдеться в [29, 154, 164].



Рис. 1.1. Ієрархія видів невизначеності

У схемі, наведеній на рис. 1.2, показано, що джерелом невизначеності може виявитись кожен елемент і канал зв'язку між досліджуваними елементами. Розрізняють основні види невизначе-

ності, породжені прямими зв'язками у процесі дослідження, моделювання та керування системою (об'єктом), та другорядні, що відображають зворотні дії та ефекти. Кожен з цих видів невизначеності породжує комплекс притаманних йому проблем і потребує сукупності методів для його аналізу. Детальніше про це йдеться в [297].

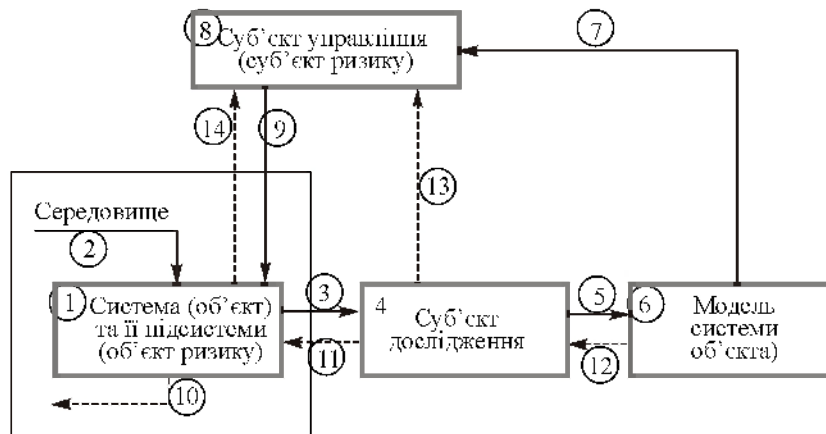


Рис. 1.2. Джерела невизначеності

Позначення: Основні джерела невизначеності (→):

- 1 — система (об'єкт) та її підсистеми;
 - 2 — вплив середовища на систему;
 - 3 — інформація про систему та середовище;
 - 4 — суб'єкт дослідження;
 - 5 — процес концептуалізації інформації, одержаної суб'єктом дослідження;
 - 6 — модель системи (об'єкта);
 - 7 — сприйняття суб'єктом управління моделі системи;
 - 8 — суб'єкт управління (суб'єкт ризику);
 - 9 — керовані дії на систему.
- Другорядні джерела невизначеності (— —>):
- 10 — вплив системи на середовище;
 - 11 — вплив суб'єкта дослідження на систему і середовище;
 - 12 — вплив моделі системи на суб'єкт дослідження;
 - 13 — взаємодія суб'єкта дослідження та суб'єкта управління;
 - 14 — вплив системи та середовища на суб'єкт управління.

Якщо в системі управління відсутня однозначна відповідність між вихідною та кінцевою керованою інформацією, то говоритимемо, що в системі управління діє чинник інформаційної невизначеності. Поняття інформаційної невизначеності не суперечить усталеній термінології, а лише уточнює її стосовно соціально-економічних систем управління. Однак тут слід зазначити, що в більшості наукових праць поняття невизначе-

ності пов'язується з поняттям імовірності. Основна умова розрахунку ймовірнісних характеристик деякого випадкового процесу пов'язується з можливістю проведення досить великої кількості статистичних випробувань. На жаль, можливість проведення таких випробувань у соціально-економічних системах обмежена.

По-перше, ці об'єкти перебувають в умовах, що безперервно змінюються, і самі вони інтенсивно змінюються. При цьому характер і напрям змін не завжди можуть бути точно оцінені експериментаторами.

По-друге, до складу об'єктів входять люди. Як окремі люди, так і колективи людей мають систему власних цілей, що можуть не збігатися з цілями експериментаторів. Наявність суперечностей у цілях веде до того, що об'єкт може протидіяти проведенню експериментів, а у разі їх здійснення навчатися і змінювати свою поведінку для більш успішного досягнення своїх цілей.

По-третьє, як уже зазначалося, соціально-економічні об'єкти тісно пов'язані із зовнішнім середовищем, їхня поведінка залежить від поведінки багатьох інших об'єктів, множини чинників, які можуть мати і неекономічний характер [64, 80, 199].

Невизначеність вноситься у процес формування керуючої інформації через інформаційні компоненти. Їх роль у такому процесі визначає специфіку впливу невизначеності відповідних компонентів на невизначеність системи управління в цілому. Так, невизначеність цілей не дає можливості системі управління однозначно оцінювати переваги виникаючих ситуацій. Система управління виявляється неспроможною здійснити повністю раціональний, формально-оптимальний вибір найкращого з існуючих в її розпорядженні варіантів поведінки. Невизначеність системи моделей не дозволяє однозначно формувати послідовність причинно-наслідкових зв'язків. Відповідно система управління не має можливості точно і однозначно передбачити всі суттєві для неї наслідки різних подій, зокрема відносно повні наслідки власних команд. Невизначеність первісної інформації не дає змогу однозначно оцінювати реальну ситуацію на об'єкті управління і в зовнішньому середовищі. Суб'єкт управління не може бути впевненим ні в тому, що оцінювання правильне, ні в тому, що воно повне.

У [122, 199] зазначається, що компанія (підприємство) на підставі прогнозування, оцінки та вибору значень найсуттєвіших зовнішніх чинників (всі їх урахувати неможливо) намагається

визначити свій вектор розвитку, що забезпечує її виживання в довгостроковій перспективі. Даний вектор є основною загальною метою компанії (фірми, підприємства) чи її місією. Остання деталізує статус компанії в зовнішньому середовищі і забезпечує напрям та орієнтири для визначення цілей і стратегій. Підкреслимо, що існування головної цілі не виключає існування багатьох часткових цілей, які деталізують її і стосуються різних аспектів функціонування (розвитку) компанії (оцінки різних стратегій). Отже, можна говорити про такі цілі, як розширення частки компанії (підприємства) на ринку, мінімізація затрат на конверсію (технічне переозброєння), впровадження новітніх технологій створення іміджу виробника якісної продукції (послуг) тощо. Щодо низки можливих цілей в інвестиційному та фінансовому менеджменті за сучасних умов, то про це йдеться в [25, 46, 64, 78, 275].

Цілі (критерії) на будь-якому рівні їх ієрархічної структури нерідко суперечать одна одній, що обумовлює відповідний ризик, пов'язаний з багатокритеріальністю. Очевидно, що обрані методи стосовно вибору цілей перевіряються і вдосконалюються на підставі зворотного зв'язку після реалізації прийнятих рішень у процесі прогнозування (планування) діяльності, моніторингу і контролю та аналізу одержаних результатів. Деякі з правил, якими керуються при формуванні цілей компанії (фірми) в ринковій економіці, наведені в [199, 275].

З викладеного можна дійти такого висновку, що необхідно одночасно розрізняти і враховувати декілька типів невизначеності, їх спільний вплив (суперпозицію) та зумовлений ними економічний ризик, а саме:

- невизначеність цілей та критеріїв;
- неоднозначність оцінок, прогнозів розвитку економічного середовища (станів економічного середовища);
- невизначеність дій конкурентів;
- брак часу для прийняття науково обґрунтованих рішень;
- брак даних, зокрема, числових (кількісних), необхідних для обчислень випадкових показників (параметрів), які беруться до уваги у прийнятті рішень, як зазначається у [50, 64, 78].

Отже, причини невизначеності різноманітні: випадковий характер науково-технічного прогресу; випадкові помилки у прогнозуванні; динамічні зміни внутрішніх і зовнішніх умов розвитку економіки; неминучі похибки у аналізі складної системи «природа — суспільство — людина»; імовірний та (чи) розпливчастий характер важливих економічних параметрів (врожайність сільсько-

господарських культур, запаси корисних копалин, погодні умови тощо); розвиток та розширення творчості працездатного населення; необхідність проектування потужних інформаційних потоків.

1.4. КОНФЛІКТ В ЕКОНОМІЦІ

Проблеми конфліктності є одним з традиційних напрямів наукових досліджень низки економічних дисциплін, зокрема економічної соціології. Цей напрям дістав назву *конфліктологія*.

Конфлікт — відносно добре вивчена психологією, економічною наукою та філософською думкою форма міжособистісних стосунків. Він нерідко виникає навіть поміж людьми доброї волі.

Під конфліктом розуміють будь-яке явище, щодо якого можна говорити про незбіг інтересів його учасників, про їх дії, про наслідки явища, до яких ці дії призводять, про сторони, так чи інакше зацікавлені у цих наслідках, про сутність цієї зацікавленості за нетотожності інтересів.

У низці наукових праць ідеться про проблеми трудового конфлікту — суперечності, котрі виникають з приводу організаційно-трудових відносин.

Трудовий конфлікт виникає в тому разі, коли [115]:

- а) суперечності відображають взаємовиключні позиції суб'єктів;
- б) ступінь суперечностей досить високий;
- в) суперечності доступні для їх зрозуміння, тобто індивіди і групи усвідомлюють ці суперечності;
- г) суперечності виникають миттєво, несподівано або накопичуються впродовж тривалого часу.

Трудовий конфлікт, як правило, має негативні наслідки. Але його доцільно вивчати і з позитивного боку. Існує низка позитивних функцій трудового конфлікту, що знижують його та зумовлений ним ризик:

- інформаційна (лише через конфлікт стає відкритою інформація, що функціонально необхідна всім чи багатьом);
- соціалізації (у результаті конфлікту особи набувають соціального досвіду, знань, котрі недоступні в звичайних умовах);
- нормалізації морального стану (конфліктом розв'язуються накопичені негативні настрої, відбувається очищення моральних орієнтацій);

- інноваційна (конфлікт стимулює зміни, через нього визнається існування проблем).

Визнання позитивних функцій трудового конфлікту аж ніяк не означає, що конфлікт необхідно спеціально створювати. За наявності конфлікту треба правильно сприймати його з погляду можливих позитивних результатів; не придушувати, а розв'язувати його з корисним ефектом; аналізувати, навчатися через конфлікт: регулювати, спрямовуючи його до позитивного результату.

Теорія трудового конфлікту розробляється і деталізується у трьох напрямках:

- 1) конфлікти між працівниками і трудовими групами;
- 2) конфлікти між персоналом та адміністрацією;
- 3) конфлікти між організацією загалом і зовнішньоекономічним середовищем (конкуренти, контрагенти, зміни у законодавстві тощо).

Конфлікт може виникнути, зокрема, через розбіжності цілей, які відображають не лише незбіжні інтереси різних сторін, а й різнобічні інтереси (цілі) однієї і тієї ж особи. Наприклад, розробник економічної політики передбачає різноманітні цілі, намагаючись узгодити суперечливі вимоги, що диктуються ситуацією (зростання обсягів виробництва, підвищення доходів, зниження собівартості та економічного навантаження тощо).

В економіці постійним стимулом генерування нової інформації є конкуренція, котра автоматично відкриває дорогу науково-технічним винаходам, технічному прогресу, і, навпаки, науково-технічний прогрес, його динамізм стимулює конкуренцію. Кожне підприємство (компанія, фірма) зустрічається з безліччю різноманітних конкурентів. З огляду на предмет конкуренції (задоволення потреб) розрізняють: бажання-конкуренти, тобто бажання, котрі споживач можливо захоче задовольнити; товарно-родові конкуренти, тобто інші (ніж пропонує певна фірма) основні способи задоволення якогось бажання; товарно-видові конкуренти, тобто інші різновиди певного товару, котрі здатні задовольнити бажання споживача; марки-конкуренти, тобто різні марки одного й того ж товару, котрі здатні задовольнити бажання споживача. У вузькому розумінні конкуренти — це фірми, котрі борються за споживача іншої (певної) фірми.

Оскільки постійна конкурентна боротьба, пов'язана з постійними змінами, котрі відбуваються на ринку, не може не позначатися безпосередньо на характері управління підприємством (фірмою), необхідно звернути увагу на таке:

- виникає потреба у наявності якомога більш вичерпного і достовірного матеріалу, необхідного для аналізу та прийняття рішення;
- виникає необхідність проводити маркетингові дослідження ринку і зіставлення існуючої маркетингової стратегії менеджменту з потребами ринку;
- потреби більш широкого використання методів сценарного аналізу, при плануванні функціонування підприємства (фірми), максимально враховуючи при цьому всі можливі види невизначеності і конфліктності.

В останні десятиріччя дедалі більше уваги приділяється аналізу конкурентної позиції організації (фірми). Конкурентний аналіз складається з двох основних етапів:

- визначення головних конкурентних сил у галузі;
- формування основних варіантів конкурентних стратегій.

Визнаним лідером щодо розробки теорії конкурентного аналізу є професор Гарвардської школи бізнесу *М. Портер*, автор основних моделей з визначення головних сил конкуренції і варіантів конкурентних стратегій. Згідно з Портером [219] для ринку рівень прибутку фірми визначається тим, наскільки ефективно компанія протидіє таким конкурентним силам:

- новим конкурентам, які проникають у галузь через виготовлення товарів-аналогів;
- загрозі з боку товарів-замінників (субститутів);
- компаніям-конкурентам, які вже закріпилися на галузевому ринку;
- впливу продавців (постачальників);
- впливу покупців (клієнтів).

З нарощуванням динамізму економічних і соціальних процесів, котрі відбуваються у суспільстві, швидкими змінами кон'юнктури на внутрішньому і зовнішньому ринках дедалі зростає роль стратегічного планування.

Стратегія підприємства (фірми) — це сукупність її головних цілей і основних способів щодо їх досягнення. Вона повинна будуватися не на приємних мріях, а реальних можливостях розвитку фірми. Отже, стратегія — це передусім адекватна реакція фірми на об'єктивні зовнішні і внутрішні зміни обставин стосовно її діяльності.

Головна відмінність стратегічного планування від довготермінового — це його варіантність, розробка альтернативних версій розвитку майбутнього стану фірми.

Сутність стратегічного планування розкривають його основні процедури:

- стратегічне прогнозування;
- програмування (проекти стратегічних програм);
- проектування (проекти стратегічних планів щодо різних рівнів ієрархії національної економіки).

Із сутності і логіки стратегічного планування випливає, що центральне місце тут посідає процес формування цілей, які висувуються перед відповідними соціально-економічними системами у плановому періоді [273]. Під цілями у стратегічному плануванні розуміють бажані стани чи результати функціонування відповідного об'єкта планування на певний момент у майбутньому.

Цілі можуть виявитись недосяжними у межах планового періоду, але наближення до них упродовж цього періоду має бути можливим. Завдання в принципі мають бути здійсненими протягом планованого періоду, хоча не завжди можна вимагати їх повного виконання. Можливі відхилення від цілей і завдань у несприятливий бік характеризує відповідний ступінь невизначеності.

Суб'єктові стратегічного планування на стадії формування цілей і завдань необхідно:

- визначити цілі планової системи і перекласти їх мовою завдань;
- передбачити чітке формулювання всіх завдань і розробити критерії оцінки щодо виконання кожного з них;
- опрацювати інструментарій подолання можливих суперечностей, конфліктів між завданнями, тобто вирішити низку проблем, як необхідно діяти, якщо виконання одного завдання суперечить вирішенню іншого, що зумовлює відповідний ступінь ризику.

Існує ціла низка способів класифікувати цілі організації [6].

Отже, цілі організації поділяються на економічні і неекономічні. До неекономічних можна віднести соціальні цілі, наприклад, поліпшення умов праці. Економічні цілі організації, виражені у показниках господарської діяльності, можна, в свою чергу, розділити на кількісні та якісні. Приклад кількісної цілі — збільшення частки ринку фірми до 1 % у 2003 р. Приклад вербальної (якісної) цілі — досягнення фірмою технологічних переваг у галузі.

Діяльність економічної організації об'єктивно є дуже різноманітною, тому, як стверджують більшість фахівців з менеджменту, організація не може бути зосередженою лише на одній цілі, а має визначити кілька найсуттєвіших орієнтирів. А як відомо, між

різними цілями існує певна суперечність, конфліктність та зумовлений цим ризик. Сьогодні загальновизнаним є те, що бізнес повинен позитивно впливати на суспільне буття не лише у вузькому розумінні щодо збільшення можливостей для матеріального зростання, а й більш широкому, згідно з загальноприйнятими суспільними цінностями забезпечуючи суспільство якісними товарами і послугами, формуючи сприятливе екологічне середовище, беручи участь у вирішенні гострих соціальних проблем тощо.

Коли цілі визначено, їх необхідно дослідити на предмет якості. Головними критеріями виступають:

- максимально можлива конкретність цілей;
- гнучкість цілей і наявність простору для їх коригування у зв'язку з непередбаченими змінами;
- вимірність цілей;
- зіставляваність (порівняльність). Зіставляваними повинні бути: а) цілі різних ключових просторів; б) внутрішньофірмова ієрархія цілей, кожна з котрих має відповідати цілі більш високого рівня ієрархії.

При стратегічному плануванні потрібно враховувати вплив системи цінностей, ідеології, якої дотримується суб'єкт. Саме вони можуть мати вирішальний вплив на вибір цілей. Отже, системному аналітику слід вивчати ієрархію цінностей осіб, які приймають рішення, а також інших заінтересованих сторін. У соціо-технічних, зокрема соціально-економічних, системах поширеними є такі системи цінностей, як технократична або гуманістична, котрі певною мірою суперечать одна одній [218].

Треба також мати на увазі, що конкретні системи цінностей досить часто є змішаними та суперечливими, а, відповідно, ціль рідко буває однією. Отже, важливо не втратити істотних цілей.

Наголосимо, що з часом цілі завдяки кращому розумінню проблем можуть змінюватися не лише за формою, а й за змістом внаслідок зміни умов або інших чинників. У цих випадках теж виникають невизначеність, конфліктність і відповідний ризик відхилення від реальних цілей.

Критерії є кількісними моделями цілей, бо цілі в більшості випадків формуються на якісному, вербальному рівні. Критерії мають якнайточніше відтворювати цілі і не можуть збігатися з ними хоча б через те, що вони фіксуються у різних шкалах виміру: цілі — у номінальних, де немає порівняльності елементів, а критерії — у впорядкованих шкалах. Критерії відображають систе-

ми цінностей. Різні системи цінностей важко порівнювати, вони неупорядковані, не можуть бути зведені одна до одної; це відображається у багатокритеріальності реальних задач, пов'язаних зі складними системами.

Багатокритеріальність реальних задач зумовлюється не лише наявністю багатьох цілей і цінностей, але й тим, що не завжди одну ціль можна виразити одним критерієм, хоча цього й прагнуть. За адекватного опису цілей справа не в кількості використовуваних критеріїв, а в тому, наскільки повно (адекватно) вони характеризують ціль. При формуванні критеріїв прагнуть до компромісу між повнотою (точністю) опису цілей та кількістю критеріїв. Наголосимо, що багатокритеріальність призводить до певних суперечностей між окремими критеріями і до зумовленого цим конфлікту.

Отже, серед ситуацій суперечностей, конфлікту в господарській діяльності можуть бути, зокрема, негаразди по горизонталі чи вертикалі управління, суперечності і конфлікти в трудових колективах, брак належної мотивації до праці, неефективне використання наявних ресурсів, труднощі адаптації до зовнішнього соціально-економічного середовища, напружені відносини з іншими організаціями, установами, інституціями, а також великою кількістю цілей тощо.

У наші часи існують численні підходи до розв'язання аналітичних задач, що виникають у процесі формування управління економічними об'єктами. Для формалізації опису об'єктів управління і власне процесів управління можуть використовуватись різноманітні математичні моделі, котрі ґрунтуються на певних математичних теоріях, які дозволяють ефективно описувати й розв'язувати задачі управління. Деякі з математичних теорій, які використовуються в аналізі конфліктних об'єктів, наведено на рис. 1.3 [31].

Аналіз властивостей об'єктів і предметних сфер, які розглядаються в процесі розв'язування задач з прийняття рішень, свідчить, що однією з основних системних властивостей є конфліктна природа існування, функціонування й розвитку модельованих об'єктів. Конфліктуючими сторонами можуть виступати не лише дії сил, що протистоять, але й широке коло інших чинників, про які йшлося вище (багатокритеріальність, невизначеність первісної й поточної інформації)[105].

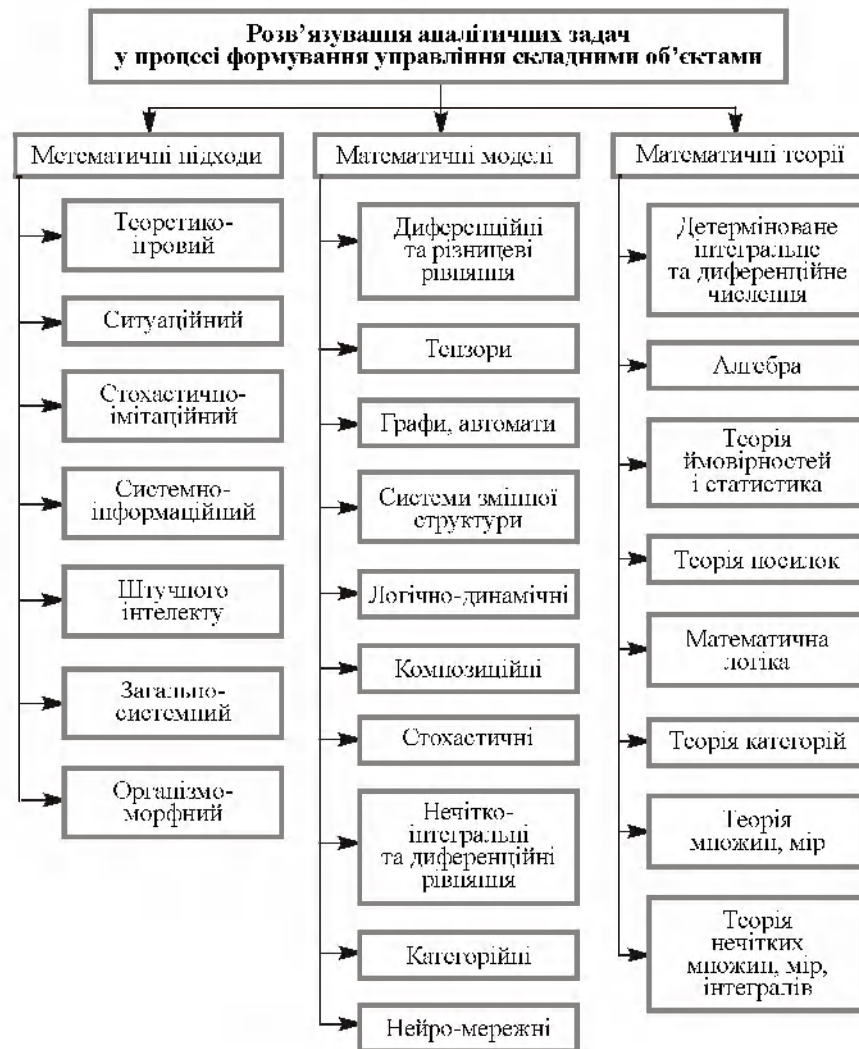


Рис. 1.3. Математичні моделі й теорії в аналізі конфліктних ситуацій

Ситуація, що виникає в процесі управління складною організаційною системою за неузгодженості дійсного та бажаного стану системи, може класифікуватися як конфліктна. Ця конфліктність виникає внаслідок дії чинників невизначеності, з конфліктної природи об'єкта й необхідності вибору особою, що

приймає рішення (ОПР), деякої конкретної альтернативи управління. При цьому необхідно мати певну інформацію щодо оцінки стану об'єкта й системи управління, критеріїв, правил прийняття рішень, власної системи переваг. Причини виникнення конфліктних ситуацій при опрацюванні рішень безпосередньо пов'язані з конфліктною природою об'єкта управління. Ці причини пропонується деталізувати за кількома групами (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Причини виникнення конфліктних ситуацій

Конфліктна природа об'єктів управління передбачає, що ці об'єкти доцільно розглядати як складні системи, котрі формуються з великої кількості взаємопов'язаних елементів (підсистем, складових), структур, аспектів, деталей, понять, що робить неоднозначним не лише їх вивчення та моделювання, але й висвітлення (необхідною мірою), однозначне розуміння процесів, що відбуваються в цих об'єктах. Мова може йти, зокрема, про широкомасштабні економічні системи, конгломерати, холдингові компанії тощо.

Отже, невизначеність, що призводить до значних проблем розв'язування задач і моделювання об'єктів і процесів управління складними динамічними об'єктами, породжується низкою чинни-

ків. Необхідно враховувати гносеологічну невизначеність, множинність цілей і критеріїв, чинників, пов'язаних з природно-кліматичним збуренням, статистичну невизначеність, наявність конфліктуючих сторін і сторін, інтереси яких не збігаються, обмеженості й недостатньої достовірності первісної й поточної інформації тощо.

Урахування невизначеності й конфліктності долається прийняттям відповідних гіпотез й переходу до ризику. Але для цього необхідно враховувати ставлення до ризику суб'єкта управління, оцінювання, прийняття рішень, а також необхідність адекватного вибору математичного фундаменту, що визначається теорією й концептуальними засадами.

1.5. АЛЬТЕРНАТИВНІСТЬ

Варіанти дій (стратегій, проектів) прийнято називати альтернативами. *Альтернатива* — невід'ємна складова проблеми прийняття рішень за умов невизначеності, конфліктності: якщо немає з чого обирати, то немає ні вибору, ні невизначеності.

Звідси висновок: для постановки задач прийняття рішень в умовах невизначеності необхідно мати хоча б кілька альтернативних варіантів дій. Американський менеджер *Лі Яккока* згадує [301], як його шеф у «Форд моторс компані» Роберт Макнамара наголошував, що «...ніколи не приймає серйозного рішення, не маючи за душею принаймні двох його варіантів».

Альтернативи бувають незалежними і залежними. Незалежними є ті, будь-які дії з котрими (вилучення з розряду, відокремлення як кращої) не впливають на якість інших альтернатив. Якщо альтернативи залежні, то оцінки одних з їх множини впливають на якість оцінок інших. Розглядаються різні типи залежності альтернатив. Найпростішою та очевидною є безпосередня групова залежність: якщо вирішено розглядати хоча б одну альтернативу з групи, то необхідно розглядати і всю групу. Так, зокрема, при плануванні розвитку міста рішення щодо збереження історичного центру тягне за собою необхідність розгляду всіх варіантів його реалізації.

Задачі прийняття рішень суттєво відрізняються також залежно від наявності альтернатив (стратегій) на момент прийняття рішень. Нерідко зустрічаються задачі, коли необхідні альтернативи вже задані, визначені і необхідно лише вибирати, у певному розумінні, кращі з цієї множини. Наприклад, ми прагнемо відшукати найефективнішу фірму з наявних фірм певного профілю, кращий варіант щодо заміни обладнання з множини наявних варіантів,

кращий портфель цінних паперів із заданої множини паперів тощо. Особливістю цих задач є замкнута й така, що не розростається, множина альтернатив. Власне, цим задачам буде присвячено основний матеріал, який наводиться далі. Але існує множина задач іншого типу, де низка альтернатив з'являється лише після прийняття основних рішень. Наприклад, необхідно опрацювати правила відкриття кредитів у банку для організацій і приватних осіб. У цьому випадку альтернативи (конкретні організації чи приватні особи) принципово з'являються лише після того, як будуть опрацьовані та оприлюднені правила. Так, для опрацювання конкурентної стратегії М. Портер виокремлює такі три основні стратегії (правила), які мають досить універсальний характер і можуть застосовуватися щодо низки конкурентних сил. Це — перевага (лідерство) у витратах, диференціація, фокусування.

Перевага (лідерство) у витратах створює свободу вибору дій щодо цінової політики, а також у визначенні рівня дохідності. Стратегія зниження витрат широко використовувалась на ранніх стадіях розвитку ринку в кінці XIX — на початку XX століття. Тепер вона здобула оновленої популярності у зв'язку з тим, що розвиток ринкової економіки вступив у так звану епоху дефляції, тобто період загального зниження цін і доходів населення.

Диференціація означає створення фірмою продукту чи послуги з універсальними властивостями, котрі найчастіше бувають закріпленими товарною маркою. Інколи універсальність товару лише декларується, тоді можна казати про уявну диференціацію. Ця стратегія дістала поширення у країнах з розвинутою економікою у другій половині XX століття з приводу насичення й індивідуалізації споживчого попиту.

Фокусування — це зосередження уваги на одному із сегментів ринку, на певній групі покупців (наприклад, лише на покупцях похилого віку чи матеріально забезпечених, чи покупцях похилого віку, котрі добре забезпечені), певній групі товарів або географічно обмеженому секторі ринку. Поряд з перевагами у конкурентній позиції загальні стратегії обтяжені певним ризиком.

Останнім часом дедалі важливіше місце посідає стратегія інформатизації, котра забезпечує впровадження нових ефективних способів управління, таких як реінжиніринг [263]. Окремо можна говорити про розробку стратегії безпеки з урахуванням її зовнішніх і внутрішніх аспектів.

Важливою проблемою сучасного українського господарювання є розробка стратегії виживання. Особливе значення це має для державних і колишніх державних підприємств.

Основні цілі стратегії виживання:

- пристосування (адаптація) до ринкових умов;
- уникнення неефективних методів господарювання, що вичерпали себе;
- забезпечення стабільності господарської діяльності;
- збереження ресурсного потенціалу, особливо колективу висококваліфікованих фахівців й управлінців.

Коли альтернатив багато (сотні чи тисячі), тоді увага особи, що приймає рішення, не може зосередитись на кожній з них. У таких ситуаціях зростає необхідність у чітких, формалізованих правилах (алгоритмах) щодо здійснення вибору, у процедурах використання експертної інформації, в опрацюванні комплексу правил, які дозволяють проводити у життя несуперечливу і послідовну політику. Зазначимо, що в опрацюванні таких правил та алгоритмів існує потреба й тоді, коли кількість альтернатив невелика (до 20). У разі вирішення таких задач, як, наприклад, вибір траси газопроводу, вибір плану розвитку міста, основних альтернатив, з аналізу яких починається вибір, порівняно небагато. Але вони не єдино можливі. Часто на їх підґрунті в процесі вибору виникають нові альтернативи. Первісні, основні альтернативи не завжди задовольняють учасників процесу вибору, але вони допомагають їм краще зрозуміти, чого власне не вистачає. Цей клас задач називають задачами з конструйованими альтернативами.

Низка теорій вибору рішення, що використовуються в системному аналізі, виходить з того, що вже задана множина альтернатив, тобто вже є з чого обирати, і справа полягає лише в тому, як вибирати. Якщо до цієї множини не увійшла дійсно найкраща альтернатива, то жоден з методів вибору її не відшукає.

Генерування альтернатив, тобто ідей про можливі способи досягнення мети, є процесом творчим. Серед методів генерування альтернатив найпоширеніші, зокрема, такі: мозковий штурм, синектика, ділові ігри, розробка сценаріїв та морфологічний аналіз [218].

Мозковий штурм є методом, розрахованим на отримання великої кількості різноманітних пропозицій. Для проведення сеансу мозкового штурму комплектують спеціальну групу з 6—7 осіб. Сеанс відбувається у два етапи: на першому заохочується висунування будь-яких, навіть, на перший погляд, безглузвих пропозицій. На другому етапі експерти уважно вивчають висунуті ідеї та оцінюють їх за допомогою спеціальних критеріїв. Частина висловлених пропозицій відхиляють, а ідеї, що відповідають усім критеріям, передають для подальшого опрацювання.

Синектика є методом генерування альтернатив через асоціативне мислення, пошук аналогій, здогадок за асоціацією. Для цього формується група з 5—7 осіб, які змінювали свою професію та фах, психологічно сумісні, активні. Група цілеспрямовано, систематично обговорює проблему, спираючись на будь-які аналогії. Використовуються всі види подібності (безпосередня, опосередкована та умовна), а також, можливо, і фантастичні аналогії. Синектика орієнтована на створення невеликої кількості альтернатив, що розв'язують проблему.

Розробка сценаріїв (сценарний аналіз) — це метод створення альтернатив конструюванням правдоподібних послідовностей дій і подій, які можуть відбуватися з досліджуваною системою [297]. Сценарій являє собою прогнозований стан майбутнього стану досліджуваної системи (її модель) після прийняття відповідного рішення. Основні евристичні рекомендації при створенні сценаріїв такі: 1) корисно розробляти «сприятливий» та «несприятливий» сценарії, між якими можуть бути сценарії, які моделюють майбутнє, для врахування невизначеності та конфліктності; 2) корисно вводити до сценарію активно протидіючий елемент для урахування «песимістичної ситуації»; 3) не варто заглиблюватися у деталі сценарію, які надмірно чутливі до невеликих варіацій на початкових стадіях.

Ділові ігри — це своєрідне імітаційне моделювання ситуацій, де учасники гри поведуться так, нібито вони дійсно виконують певну роль в управлінні системою; при цьому реальність замінюється деякою моделлю (наприклад, адміністративні ігри тощо). Такі ігри найчастіше використовуються для навчання, дедалі частіше — для експериментального пошуку альтернатив, особливо у слабо формалізованих або ж неформалізованих ситуаціях. Важливу роль у ділових іграх відіграють контрольні-арбітражні групи, які керують формуванням імітаційної моделі, ресструють хід гри та узагальнюють отримані результати.

Останнім часом дедалі ширше застосовується суперпозиція зазначених вище способів генерування альтернатив.

1.6. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ РИЗИКОЛОГІЇ

Оцінювати стан і динаміку економічної системи, управляти, приймати рішення у фінансово-економічній сфері доводиться за умов невизначеності, конфлікту, дії дестабілізуючих чинників та зумовленого ними ризику. Невизначеність, якою обтяжена економічна система, характеризується тим, що вона залежить від

множини чинників, дій контрагентів, які неможливо передбачити в усій повноті та з необхідною точністю. Мають місце зрушення в суспільних потребах і споживчому попиті, виникають нові знання і технології, відбуваються зрушення кон'юнктури ринку, коригування траєкторії руху економіки за політичною та соціальною необхідністю тощо.

Практика ХХ століття підтвердила, зокрема, те, що мотивування діяльності дедалі більше ускладнюється, зростає роль свободи вибору, оцінювання та особистої відповідальності. Об'єктивно існуючі невизначеність, конфліктність, нестача інформації на момент оцінювання, прийняття управлінських рішень, неоднозначність прогнозів, зміни як в оточуючому середовищі, так і в самій системі, еволюційні трансформаційні процеси, нестача часу для наукового обґрунтування значень економічних і фінансових показників та підтримки прийняття відповідних рішень породжують ризик, яким обтяжені суб'єкти господарювання.

Теоретичні дослідження та практика переконують, що ризик — це досить широке поняття, специфічний предмет наукового дослідження, що має свій статус. На базі результатів дослідження даного предмету впродовж кількох десятиліть інтенсивно формується окрема наука про економічний ризик, що дістала назву *ризикологія*, про концептуальні положення якої наголошувалось у 1996 р. [52, 83]. З питань ризикології існує низка наукових праць, наводиться кілька її визначень, в яких підкреслюється, що ризикологія — наука про закони й закономірності діяльності цілепокладаючих і цілездійснюючих систем стосовно виявлення можливих загроз, які можуть проявлятися у майбутній діяльності, або ризикологія — наука про те, що необхідно робити зараз і в майбутньому, щоб досягти успіху за мінімальних зусиль*.

Щоб надати обґрунтоване визначення (дефініцію) ризикології, необхідно з'ясувати, а що ж власне являє собою ризик у фінансово-економічній сфері. Вивчаючи та враховуючи ризик, необхідно мати чітке уявлення про його об'єкт, суб'єкт, джерела. Формуючи його визначення, необхідно звернути увагу на те, що ризик має діалектичну об'єктивно-суб'єктивну структуру.

Об'єктивність ризику у фінансово-економічній сфері ґрунтується на тому, що він існує через об'єктивні, притаманні економіці категорії конфліктності, невизначеності, розпливчастості, відсутності вичерпної інформації на момент оцінювання та прийняття управлінських рішень.

* Буянов В. П. Рискология (управление рисками). — М.: Экзамен, 2002.

Можна розрізняти і враховувати кілька типів невизначеності і зумовленого нею фінансово-економічного ризику (див. п. 1.3).

Суб'єктивність ризику зумовлюється тим, що в економіці (бізнесі) діють реальні люди (інвестори, менеджери, управлінські команди, бізнесмени) зі своїм досвідом, психологією, інтересами, смаками, схильністю чи несхильністю до ризику, власною поведінкою, інтравертністю чи екстравертністю тощо.

Отже, має сенс виокремити систему постулатів стосовно ризику як економічної категорії, котрим обтяжена фінансово-економічна сфера діяльності. Зокрема, це такі основні постулати.

Постулат 1. Всеосяжність ризику. Необтяжених ризиком господарюючих суб'єктів майже не існує. Ризик — не випадковий результат свідомої діяльності, а об'єктивна реальність буття творчої людини (суб'єкта господарювання), яка вдосконалює умови свого існування в середовищі, що постійно трансформується.

Можливість соціально-економічних і політичних змін, які можуть несприятливо вплинути на функціонування та розвиток відповідних економічних систем і стосуються інтересів суб'єктів господарювання, завжди сприймаються людьми як ризик. Для різних груп людей одні й ті самі зрушення (трансформації) мають різний ступінь загроз. Для одних вони є абсолютною загрозою, бо можуть призвести до невиконання поставлених цілей, збитків, погіршення матеріальних цінностей, втрати іміджу, зниження рівня традиційних умов життя, погіршення виробничих відносин, сталих видів підприємницької чи трудової діяльності. Для інших — попередженням (викликом), що не загрожує катастрофою, але таких, що можуть містити потенційні фінансові, матеріальні, соціальні, духовні збитки та загрозу зниження ефективності, зростання соціальної напруженості, можливих небажаних відхилень від обраних цілей. Третя група сприймає такі зміни як реальну можливість (шанс) до набуття додаткових фінансових, матеріальних, соціальних благ, які можуть бути отримані, зокрема, через різноманітні механізми перерозподілу тощо.

З погляду теорії систем ризик розглядається як одна з системних характеристик, як властивість, притаманна будь-яким видам цілеспрямованої діяльності. Ця системна характеристика проявляється як конфлікт між окремими цілями суб'єкта господарювання (суб'єкта ризику), як невизначеність стосовно реалізації цілей, зміст, напрям та умови досягнення котрих не є чітко зрозумілими суб'єктові керування (прийняття рішень).

Постулат 2. Ризиком обтяжені передбачення, прогнози, оскільки майбутнє стосовно економічних процесів неможливо перед-

бачити вичерпно, в усіх деталях. Наприклад, підвищення відсоткових ставок у США в 1990—1994 рр. викликало кризу заборгованості в окремих країнах Латинської Америки, а несподіване зростання курсу долара США в 1996—1997 рр. прискорило фінансову кризу в Південно-Східній Азії. Спільним для цих двох подій було те, що країни, котрі розвиваються, не були в змозі передбачити (спрогнозувати) несподівані зміни фінансово-економічної політики США, а також не мали можливості суттєво вплинути на обмінний курс долара.

Постулат 3. Ризик виникає в процесах цілепокладання, оцінювання. Він також пов'язаний з очікуваннями, рішеннями заінтересованих суб'єктів господарювання, оскільки ризику не існує безвідносно цих суб'єктів (у природи немає поганої погоди). Відсутній ризик для тих суб'єктів господарювання, котрі не мають власної заінтересованості щодо функціонування й розвитку певної економічної системи, коли певна сфера діяльності їх не стосується або якщо відповідальність можна перекласти на інших суб'єктів господарювання чи на суспільство в цілому. Ризик відсутній за відсутності будь-якого вибору.

Ризик зумовлюється необхідністю подолання невизначеності, конфлікту на підставі певних суджень, прийняття відповідних гіпотез тощо. Наголосимо, що невизначеність як така залишається, але для конкретного суб'єкта господарювання (управлінської команди) ця невизначеність і конфлікт трансформується у ризик, який має відповідну об'єктивно-суб'єктивну структуру.

Постулат 4. Необхідно чітко розрізняти ризик як економічну категорію та його кількісну міру (кількісну оцінку ступеня ризику). Водночас аналіз низки наукових праць показує, що неможливо виокремити один чи два загальні показники ризику. Однак нерідко плутають ризик та одну з його кількісних оцінок. Поступають, зокрема, що ризик — це ймовірність несприятливої події, забуваючи про низку інших показників кількісної міри ризику. У той же час означення ризику як економічної категорії не повинно відображати лише одну грань такого багатогранного феномену, як ризик.

Проблема вимірювання — це проблема конвенціонарності. Зрозуміло, що ризик необхідно кількісно оцінювати та вимірювати — без цього не обійтися, особливо у фінансово-економічній сфері. Міра ризику є вектором, одна група компонент якого кількісно характеризує ступінь окремих граней ризику як об'єктивної категорії, решта — враховує ставлення його суб'єктів до невизначеності, конфлікту і, відповідно, до ризику.

Постулат 5. Структура та міра ризику діалектично змінюються в часі під впливом змін (трансформації) зовнішнього та внутрішнього середовища, дії низки об'єктивних і суб'єктивних чинників.

Теорія соціально-економічної динаміки^{*}, на наш погляд, є підґрунтям до оцінювання та прогнозування ризику в умовах асиметричної інформації фінансових ринків. Отже, необхідно досліджувати ризик як такий, структура та кількісна міра якого постійно змінюються з плином часу. Зазначимо, що порушення рівноваги локальних ринків у більшості випадків зумовлюється змінами в системах вищого рівня ієрархії управління, цілі яких можуть змінюватися та певною мірою вступати у суперечності з економічними інтересами даної системи. Тому структура та міра ризику залежать від полісистемних ефектів, які важко контролювати та прогнозувати для вироблення адекватної раціональної політики (стратегії). Чим вищий ступінь впливу полісистемних ефектів на економічні процеси, тим важче передбачити з необхідною вичерпністю та точністю динаміку відповідної системи та міру ризику, котрим вона обтяжена. Більшість полісистемних ефектів мають динамічний характер. Це зумовлено такими особливостями функціонування та розвитку соціально-економічних систем:

- внутрішньою невизначеністю, наявністю низки цілей, їх динамікою, багатьма якісними гранями можливих змін;
- обмеженими можливостями вибору варіантів розвитку та соціально-економічної поведінки;
- зростанням складності та інтеграційної взаємозалежності політичних, соціально-економічних систем і процесів. Чим вищий рівень економічної, соціальної та політичної взаємозалежності, тим складнішою повинна бути й структура ризику, тим більшу кількість його граней повинна відображати і кількісна міра ризику.

Теорія соціально-економічної динаміки, урахування асиметрії фінансово-економічної інформації, врахування полісистемних ефектів дають можливість точніше оцінити динаміку структури та міри ризику в багатьох сферах фінансово-економічної діяльності.

Постулат 6. Вимірювання ризику ґрунтується на загально-методологічних положеннях теорії вимірювання, яка складає фундамент будь-яких вимірювань. Відповідно до цієї теорії вимірю-

^{*} Харрод Р. Ф. К теории экономической динамики. — М.: Мир, 1959; Ховард Р. А. Динамическое программирование и марковские цепи. — М.: Мир, 1964

ються властивості емпіричних об'єктів, а не самі об'єкти, хоча жодна властивість не може існувати поза реальним об'єктом, а певною властивістю можуть бути наділені різні об'єкти. У загальнонауковому підході категорія «властивість» відображає таку сторону предмета, котра зумовлює його відмінність чи спільні риси з іншими предметами. Отже, властивість є спільною для множини об'єктів, але разом з тим вона повинна характеризувати відмінності чи тотожність між ними за ступенем свого прояву.

Стосовно кількісної оцінки ступеня економічного ризику, то вимірюваними властивостями економічних систем повинні бути такі характеристики структури, стану чи поведінки цих систем та їх зовнішнього середовища, котрі дозволяють віднайти і деталізувати за потенційно можливими наслідками майбутні стани чи траєкторії поведінки економічних об'єктів. Виявлення таких властивостей є предметом якісного аналізу ризику і ґрунтується на виявленні ключових змінних (чинників ризику), потребує наукових підходів до ідентифікації видів і типів ризику. Методологічні засади та методичні аспекти до такого аналізу викладені у низці літературних джерел, але вони вимагають подальшого узагальнення.

Спираючись на викладені постулати, на нашу думку, можна навести таке визначення економічного ризику, що ґрунтується на принципах системного аналізу:

***Ризик** — це економічна категорія, котра відображає характерні особливості сприйняття заінтересованими суб'єктами економічних відносин об'єктивно існуючих невизначеності та конфліктності, іманентних процесам цілепокладання, управління, прийняття рішень, оцінювання, що обтяжені можливими загрозами та невикористаними можливостями.*

Зазначимо, що ризик має діалектичну об'єктивно-суб'єктивну структуру.

Об'єктом ризику називають економічну систему, оцінити ефективність та умови функціонування котрої на перспективу у вичерпній повноті та з необхідною точністю неможливо.

Суб'єкт ризику — особа або колектив, які заінтересовані в результатах управління об'єктом ризику і мають відповідну компетенцію щодо такого управління та прийняття відповідних рішень стосовно об'єкта ризику.

Джерела ризику — це чинники (процеси, явища), котрі спричиняють невизначеність, конфліктність.

Наука про економічний ризик (ризикологія) покликана вивчати на засадах сенергетичного підходу та системного аналізу закономірності, принципи, інструментарій оцінювання, математичного моделювання та управління ризиком. Отже, йдеться, зокрема, про:

- врахування та якісний (вербальний) аналіз ризику;
- формування системи кількісних показників ступеня ризику;
- кількісний аналіз ризику;
- моделювання та прогнозування ризику;
- управління ризиком та методи зниження його ступеня.

Спираючись на викладене, можна навести таке визначення ризикології.

Ризикологія — наука про основні закономірності, принципи та інструментарій виявлення, врахування, оцінювання та управління ризиком, який відображає особливості сприйняття заінтересованими суб'єктами господарювання об'єктивно існуючих невизначеності, конфліктності, іманентних процесам цілепокладання, оцінювання, управління об'єктами ризику, котрі обтяжені можливими загрозами та невикористаними можливостями.

Філософія будь-якої науки акцентує увагу передусім на її аксіоматичному апараті. Філософія ризикології в першому наближенні постулює такі аксіоми.

Аксіома загальності — будь-який вид діяльності, що здійснюється фінансово-економічною системою, несе в собі ті чи інші ризики, котрі за певних умов можуть проявитися і призвести до небажаних наслідків для системи загалом чи її структурних складових. Ідеться також і про ризик невикористаних можливостей («закопаних талентів»).

Аксіома прийнятності — кожна інтелектуальна система, що здійснює певний набір видів діяльності, так чи інакше (свідомо чи несвідомо) оцінює ступінь ризику, використовуючи свої внутрішні категорії, гіпотези, мотивації, котрі залежать також від стану та динаміки зовнішнього середовища, а також ураховуючи власне ставлення до ризику. Ця аксіома покликана звернути увагу на необхідності узгодження об'єктивних чинників ризику, об'єктивно існуючої невизначеності та конфліктів, що призводять до ризику, з власними уявленнями суб'єктів фінансово-економічної діяльності, а також з урахуванням їх внутрішніх мотивацій, суджень, потреб.

Аксіома неповторюваності — структура та міра ризику змінюються в часі, не повторюючись навіть у подібних ситуаціях. Відомо, що в соціально-економічному бутті зберігається гомеостазис, але в той же час постійно відбуваються трансформаційні процеси (мутації) на всіх рівнях ієрархії управління економічними системами. На глобальному та макроекономічному рівнях трансформаційні процеси стали, як зазначається у низці наукових праць, перманентним явищем. Звісно, що в різних країнах у ті чи інші періоди ці процеси відбуваються швидше чи повільніше. Можна згадати слова Платона, що двічі неможливо увійти в одну й ту ж річку. Не є винятком й Україна, де впродовж останніх років відбувається системна, широкомасштабна трансформація соціально-економічної системи.

Важливим є питання щодо онтології та гносеології ризику. Зазначимо, що ризикологія за своєю сутністю є метанаукою, що зумовлюється багатогранністю прояву ризику. Коли порушується питання стосовно цілепокладання у конкретній науці, то завжди постає (в тій чи іншій формі) питання про ризик. Ризик завжди пов'язаний з цілепокладанням і цілездійсненням, тобто будь-яку науку завжди супроводжує ризикологічна діяльність. Власне це визначає метанауковість ризикології, котра є наукою про особливий (універсальний) вид діяльності, в якій присутні елементи невизначеності, конфліктності.

У більшості випадків у системі принципів ризикології можна чітко виокремити три рівні:

перший рівень — методологічні принципи, тобто принципи, що визначають концептуальні положення, які є найзагальнішими і відносно мало залежать від специфіки та виду ризику. Це, зокрема, такі принципи, як однотипність, позитивність ризиків, об'єктивність і суб'єктивність оцінок міри ризику, коректність, комплексність, взаємозалежність тощо;

другий рівень — методичні принципи, тобто принципи, що безпосередньо пов'язані з видом діяльності, його специфікою, системою цінностей, конкретно-історичною ситуацією, кількісною оцінкою його міри, моделюванням та прогнозуванням тощо. Серед цих принципів можна виокремити такі: дисонансування ризиків, різне сприйняття та суб'єктивне ставлення до ризиків, динамічність, узгодженість у часі тощо;

третій рівень — операційні принципи, тобто принципи, що безпосередньо пов'язані з достовірністю, ступенем однозначності та повноти і можливістю її опрацювання. Серед цих принципів можна виокремити, зокрема, кількісну міру ризиків, симпліфікованість тощо.

Специфіка розвитку сучасного наукового знання робить можливим і необхідним подальше проведення системних філософсько-соціолого-економічних досліджень ризику, котрі можна розглядати як подальший розвиток ризикології на принципах синергетики та системного підходу. Подальші дослідження мають стосуватися, зокрема, динаміки ризику, виявлення внутрішньої діалектичної суперечливості ризику (об'єктивного та суб'єктивного), його емергентних властивостей, цілісності як комплексного, багатогранного феномену людського буття, а також як системотвірної складової економічної теорії й практики господарювання на всіх рівнях ієрархії управління економічними системами.

1.7. ПСИХОЛОГІЧНА ТЕОРІЯ РІШЕНЬ

Психологічна теорія рішень — це система мотиваційних тверджень, що розкривають внутрішню сутність діяльності людей у процесі підготовки і прийняття рішень [304]. Досвід показує, що структура задачі значною мірою визначає поведінку особи, котра її розв'язує. Хоча задачі, з якими доводиться зіштовхуватись керівникові, відрізняються різноманітністю, в них можна виокремити низку загальних рис, що дозволяє описувати їх структуру. Психологічна теорія рішень поряд зі структурою задач ураховує риси особистості, котрі відіграють важливу роль у процесі прийняття рішення. Важливо також зауважити, що дії осіб, які приймають рішення, завжди спрямовані на досягнення певних цілей. У процесі підготовки і прийняття рішення суттєву роль відіграють також такі пізнавальні якості, як короткотермінова і довготермінова пам'ять, швидкість обробки інформації тощо.

Можна виокремити деякі з основних класів тверджень психологічної теорії рішень:

- 1) стосовно того, як у людей виникає уявлення щодо ситуації прийняття рішень. Таке уявлення є суб'єктивною, вербальною моделлю цієї ситуації. Психологи стверджують, що часто особа, яка приймає рішення, спрощує ситуацію, забуваючи чи ігноруючи деякі альтернативи чи їх наслідки;

- 2) щодо опису процесу оцінки суб'єктивної цінності того чи іншого варіанту дій, яку називають корисністю. Це важливий клас тверджень, бо корисність наслідків альтернатив значною мірою визначає характер рішення, що приймається;

3) стосовно суб'єктивної оцінки ймовірності обставин (сценаріїв), що визначають наслідки прийнятого рішення. Наприклад, психологи виявили, що люди переоцінюють ймовірність настання малоймовірних подій та одночасно недооцінюють ймовірність настання дуже правдоподібних подій;

4) щодо стратегій обрання поведінки. Вони описують те, як особи, котрі приймають рішення, інтерпретують інформацію стосовно корисності наслідків та їх ймовірностей, та які правила вибору альтернатив при цьому використовують. Психологи виявили, що у простих задачах, котрі обтяжені ризиком, люди, як правило, обирають стратегії, що максимізують суб'єктивну сподівану корисність, котру вони оцінюють як лінійну комбінацію суб'єктивних ймовірностей наслідків і їх корисностей;

5) стосовно опису чинників, котрі управляють процесом прийняття рішень. До цих чинників належать і вплив оточуючого середовища, особистісні властивості особи, яка приймає рішення, вплив соціальної групи тощо. Наприклад, чим сильнішою є агресивність суб'єкта і потреба у домінуванні, тим вищий ступінь ризику він допускає. Рішення, що приймаються колективно, обтяжені більш високим ступенем ризику, ніж індивідуальні, тощо.

У психологічних дослідженнях процесів прийняття рішень використовуються такі основні методи:

1. *Лабораторний експеримент*. Якщо в економіці цей метод розглядається як допоміжний і такий, що має суттєві обмеження, то в психології він домінуючий.

2. *Формалізація*. Вона полягає у тому, що на першому етапі формується сукупність аксіом стосовно певних об'єктів, наприклад ризику чи привабливості, на другому етапі за допомогою формальних міркувань виводяться нові твердження, які є наслідком прийнятих аксіом. А на третьому етапі проводиться експериментальна перевірка висунутих гіпотез.

3. *Моделювання діяльності з прийняття рішень*, зокрема, імітаційне моделювання. Результати моделювання зіставляються з діями людини в аналогічних обставинах.

Найважливішими функціями психологічної теорії рішень є прогнозування поведінки людини і пояснення процесів, що зумовлюють цю поведінку. Якби особи, котрі приймають рішення, діяли точно за принципами раціонального вибору, якби їх пріоритети були завжди транзитивними і вони не приймали інколи помилкових рішень, то в рекомендаціях психологічної теорії рішень не було б потреби. Однак оскільки таке не відбувається, то психо-

логічна теорія рішень служить за суттєве доповнення і розширення теорії оптимальних рішень.

1.8. СУСПІЛЬСТВО РИЗИКУ

Характерним аспектом нинішнього соціально-економічного розвитку, котрий більшість вчених висувають на перше місце, є науково-технічний прогрес (автоматизація всіх процесів виробництва й управління, тотальна інформатизація усіх сфер суспільного буття). Обговорюючи контури розвитку цивілізації, дослідники й вчені використовують різні понятійні підходи: «інформаційне суспільство», «технотронна цивілізація». В середині 80-х років XX ст. з'явилася нова соціологічна теорія сучасного суспільства, автор якої — німецький вчений *Ульріх Бек*. Згідно з цією теорією в останній третині XX сторіччя людство вступило в нову фазу свого розвитку, котру можна назвати «суспільство ризику» [308].

Суспільство ризику — це постіндустріальна формація, яка відрізняється від індустріального суспільства низкою докорінних особливостей. Головна відмінність полягає в тому, що, коли для індустріального суспільства характерним був розподіл благ, то для суспільства ризику — розподіл загроз і зумовлений цим ризик. Скорочення біологічного розмаїття, забруднення повітря та води хімікатами, постійне зростання обсягів надходження в середовище токсикантів, тенденція до зміни клімату — все це веде до різноманітних загроз і ризиків. У центрі цієї теорії перебувають ризики, породжені техносферою. На відміну від стихійних лих, голоду, епідемій, якими обтяжене людство, нові ризики інституалізовані, формально узгоджені з правовою й соціальною структурою суспільства. Але на практиці здебільшого технологічні та економічні ризики, котрі загалом влаштовують капітал, є неприйнятними з погляду суспільства. Варто згадати, зокрема, катастрофу в Бхопалі, низку катастроф на вугільних шахтах в Україні тощо. Тобто в сучасному суспільстві за індустріальні ризики відповідають люди, фірми, державні установи й політики [271].

Суспільству ризику доводиться розв'язувати такі проблеми [37]:

- яким чином запобігти, обмежити чи мінімізувати загрози й ризики, котрі все більшою мірою супроводжують постіндустріальне суспільство;
- де, коли і як проявляються поки що латентні негативні ефекти;
- яким чином здійснювати управління ризиками для такого їх розподілу, за якого, з одного боку, не гальмувався б науково-технічний прогрес, а з іншого — виконувалися би вимоги щодо прийнятності ризиків.

За нових умов загрози ризику позбавляються індивідуального характеру, економічні ризики стають глобальними. У [37] зазначається, що «...в суспільстві ризику діє так званий *ефект бумерангу*. Для екологічних катастроф не існує ні державних кордонів, ні класових відмінностей. Радіоактивні опади, як наслідок досліджень ядерної зброї чи аварій на АЕС, кислотні дощі, зміни клімату однаково діють як на багатих, так і на бідних. Стосовно експорту шкідливих виробництв, то «ефект бумерангу» діє й тут. Вирощувані в бідних країнах культури — кава, какао, фрукти — виявляються все більш забрудненими. Зрозуміло, що ввезення таких продуктів до країн Заходу супроводжується зростанням ризику для їх населення. Отже, рано чи пізно ризиком обтяжені й ті, хто спочатку мав користь з розвитку небезпечних технологій».

У низці праць [308, 271, 37] детально розглядаються: біологічний ризик, ризик епідемій, екологічний ризик, ризик генної інженерії тощо. Йдеться й про те, що рано чи пізно знадобляться значні інвестиції для зниження цих ризиків. Нові ризики необхідно прогнозувати й у більшості випадків приймати політичні рішення.

Наш час, з легкої руки *Масло Ервіна*, часто називають епохою *біфуркацій*, у котрій попередня траєкторія стає нестійкою, різко зростає небезпека глобальних катастроф і необхідно обирати нові шляхи розвитку. Терміном «біфуркація» тепер позначають поворотні пункти розвитку, підкреслюючи ситуацію вибору, можливість кількох варіантів подальшого перебігу подій, втрату стійкості попереднього стану. Поняття біфуркації, що зародилося в математиці, в наш час вживають політологи, соціологи, психологи, економісти, філософи.

У математиці біфуркації надається простий та ясний зміст. Це поняття ввів Якобі і використовував Пуанкаре для позначення зміни кількості розв'язків чи втрати їх стійкості для рівнянь певного типу. Типові ознаки біфуркації: чутливість до малих впливів поблизу точки біфуркації (малі причини можуть мати великі наслідки); нестійкість попереднього стану, тобто теза «завтра буде приблизно так само, як сьогодні» вже не працює; можливість катастрофічних стрибків — значні зміни кінцевого відгуку на нескінченно малі впливи. Власне, такі явища математики називають катастрофами, а теорію, що вивчає їх, — теорією катастроф. Зрозуміло, що «катастрофи» такого роду описують лише невелику частку реальних катаклізмів. Арсенал концептуальних і математичних моделей, що застосовуються в теорії ризику, у даний час є значно ширшим.

Уявлення про біфуркації робить вагомий внесок в економіку, соціальні науки, філософію, радикально змінює погляд на світ. Наголосимо, що стратегічний вибір, який робить наша цивілізація, є не лише відповідальним, а й складним, неоднозначним. Одним з головних критеріїв у цьому виборі повинно стати забезпечення стійкості суспільства стосовно природних, техногенних і соціогенних лих і катастроф. У низці наукових праць наголошується, що основним напрямом розвитку мусить бути поліпшення якості життя, підвищення стійкості розвитку суспільства. Від того, наскільки успішно цивілізація в цілому й окремі держави, зокрема, зможуть вирішити ці завдання, залежить їх майбутнє. Ці завдання стають проблемами стратегічного планування.

У світі як системі, що самоорганізується, виникли гострі глобальні суперечності [271]:

- між репродукційними можливостями біосфери, здатністю знешкоджувати антропогенні впливи, підтримувати гомеостаз і стратегією використання біосфери, що прийнята світовою спільнотою, цілями її розвитку;
- між інтересами нинішнього покоління, що проводить стратегію розширеного відтворення, та майбутніх поколінь, яких така політика позбавляє прийнятних стартових умов;
- між світом розвинутих країн, що споживає понад 80 % світових ресурсів, й експлуатованим третім світом, що забезпечує його (перший) ресурсами.

Очевидно, що всі ці проблеми безпосередньо пов'язані зі стратегією управління ризиком. Ситуація, що склалася, змушує багатьох учених, політиків, громадських діячів говорити не про окремі проблеми, а про втрату стійкості тієї гілки біфуркаційної діаграми, котра визначає сучасний розвиток світової спільноти.

Низка подій кінця XX—початку XXI століття змусила інакше дивитись на ризик. Щоб забезпечити безпеку й знизити міру ризику, необхідно уважно спостерігати, аналізувати, моделювати, прогнозувати можливі зміни системних властивостей соціально-економічного середовища. Системні властивості пов'язані з тим, що в складній системі можуть з'явитися якості, котрих не має жодна з її частин (елементів, підсистем). Це — ефект синергізму. В сучасному світі, що швидко змінюється, виникають і зникають сотні й тисячі нових причинно-наслідкових зв'язків, а разом з ними з'являються і нові ризики. Довгий ланцюг таких зв'язків може привести до того, що об'єкт починає вести себе парадоксально. Початок XXI сторіччя показав, що головний підсумок ми-

нуло століття — це не лише величезні технічні досягнення й радикальні геополітичні зміни, а й зміна системних властивостей нашого світу. З цим пов'язані і нові ресурси розвитку, і нові ризики. З'явилися новітні методи боротьби, нові сфери суперництва, нові загрози. Сьогодні ще важко усвідомити, наскільки парадоксальною може виявитися ситуація. Якщо на зорі історії головною ареною суперництва була суша й суперечності вирішувались війнами (гармати були останнім аргументом королів), то з плином часу протистояння було перенесено на моря, потім — у глибини океану, до повітряного простору, в космос. У XXI столітті, як вважають експерти, головною ареною змагань стане інформаційний простір (західною термінологією — кіберпростір). Мета боротьби в цьому просторі — зміна масової свідомості, уявлень, цінностей як щодо окремих людей, так і стосовно соціальних груп. Теперішні інформаційні технології дозволяють зруйнувати конкуруючу країну без жодного пострілу, якщо ця країна не усвідомить небезпеку й ризик і не побудує захист від цього. Відповідь на цю загрозу теж повинна формуватись на засадах комплексності й системного підходу.

Оскільки аналіз ризиків пов'язаний чи з ефектами, що виникають у складних системах, чи реакцією на загрози, яка виникає у багатоелементній системі, то природно скористатися методами синергетики чи нелінійної динаміки. Термін «синергетика» (у дослівному перекладі — «теорія спільних дій») був упроваджений у 70-х роках XX століття І. Хакеном [280]. Автор вкладав у цей термін таке. *По-перше*, — це міждисциплінарний підхід, розробка котрого вимагає спільних, кооперативних зусиль фахівців у сфері управління, технології, моделювання, представників різних наукових дисциплін. *По-друге*, — це підхід, який вивчає проблеми виникнення в складних системах, що утворюється з взаємодіючих елементів, нових властивостей, котрими жоден з окремих елементів не наділений.

Обидві ці відмінні риси синергетики мають безпосереднє відношення до ризику та його моделювання й управління ним. З одного боку, ризик, загроза, небезпека часто виявляються пов'язаними з кооперативними ефектами, взаємодією різнорідних елементів, механізмів, людей, чинників. Ризики часто виникають між різними ієрархічними рівнями організації. З іншого боку, не існує жодної технології чи професії, в котрій не можливо було б спрямувати зусилля на зниження ступеня ризику. Отже, необхідним є міждисциплінарний підхід, співробітництво різних фахівців для пошуку ефективних методів зниження ризику, підвищен-

ня стійкості, пом'якшення наслідків аварій, катастроф, конфліктів.

1.9. АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ РИЗИКОЛОГІЇ

Підприємці, менеджери усвідомлюють, що на економічні процеси впливають як керовані, так і некеровані чинники, що ці процеси розвиваються за умов невизначеності, конфліктності, нестачі інформації. Зрештою феномен економічного ризику необхідно враховувати у прийнятті як стратегічних, так і тактичних рішень, оскільки умови їх реалізації певною мірою відрізняються від тих, що передбачались (прогнозувались) [96]. Якщо цього не враховувати заздалегідь, то можуть мати місце значні збитки матеріальних, трудових, фінансових ресурсів, втрата репутації, зниження економічної ефективності тощо.

Приблизно з 60-х років минулого сторіччя в низці промислово розвинутих країн ризик став предметом міждисциплінарних досліджень [8, 64, 83, 96, 110]. Можна стверджувати, що виникла нова галузь знань: наука про економічний ризик — теорія економічного ризику (ризикологія). У ряді вищих навчальних закладів Європи та Америки вже є спеціальність «Менеджмент ризику», теорію ризику вивчають студенти бакалаврського та магістерського рівнів з економіки.

Формування в Україні ринку та ринкової інфраструктури, нових механізмів установа господарських зв'язків, розвиток підприємництва, а разом з тим і конкуренції, змушують враховувати ризик при прийнятті рішень на всіх рівнях господарювання, незалежно від форм власності. Аналізувати, ідентифікувати, оцінювати ступінь економічного ризику, зокрема, необхідно [52]:

- перед прийняттям стратегічних, інвестиційних (інноваційних), а також тактичних рішень;
- для формування та стабілізації структури портфеля;
- доопрацювання і коригування поточних та оперативних планів;
- у здійсненні угод, які впливають на величину ризику;
- під час профілактичної діагностики портфеля, яка проводиться одночасно з інвентаризацією, аудитом тощо;
- у разі необхідності одержання кредитів та залучення інвестиційних коштів;
- у маркетингових дослідженнях, прогнозуванні кон'юнктури і поведінки сторін щодо виробництва наборів товарів і послуг (прогноз попиту, поводження контрагентів, споживачів, конкурентів);
- у пошуках аргументів у конфліктних ситуаціях;

- в управлінні чужим портфелем;
- у здійсненні діяльності в сфері аудиту, консалтингу тощо.

Про значну зрілість теорії економічного ризику та методів його врахування в різних сферах економічної діяльності свідчить хоча б те, що існує багато підходів щодо класифікації ризику, причин його виникнення, джерел імовірних збитків, а, отже, і джерел ризику. Особливо велика кількість публікацій присвячена проблемам якісного аналізу ризику в різних сферах економічної діяльності [8, 38, 65, 125, 146, 173, 204, 222, 230, 246, 251, 333, 348].

Ученими та практиками запропоновані та використовуються методи кількісного аналізу та показники кількісної оцінки ступеня ризику. На даний час опрацьована низка економіко-математичних моделей і методів урахування та оптимізації управління ризиком у прийнятті економічних рішень. Серед них необхідно відзначити моделі та методи класичної теорії портфеля [330, 349], монографію О. І. Ястремського, де подаються вдосконалені методи врахування та моделювання ризику на основі новітніх розділів стохастичного програмування [302]. Необхідно також згадати про результати досліджень з оптимізації ризику в агропромисловому комплексі, які викладено в [145], тощо.

Але як і перед іншими галузями науки, так і перед ризикологією практика ставить дедалі нові, далеко не прості задачі (проблеми), що потребують свого розв'язання [50, 60, 63, 79, 80]. Ю. М. Єрмольєв і В. С. Михалевич у своїй концептуальній праці [131] стосовно проблем моделювання ризику зазначають, що оцінка ризику не зводиться лише до оцінки ймовірності сприятливих чи несприятливих подій та побудови моделей їх розвитку у просторі й часі. Йдеться також про необхідність розглядати повний спектр подій, включаючи ті, що можуть реалізовуватися з дуже малою ймовірністю, але ведуть до «економічних катастроф». Далі наголошується, що моделювання ризику пов'язане з аналізом двох типів ситуацій — штатної (нормальної), без особливих відхилень від очікуваних умов, та нештатної, з відхиленнями, зумовленими відмовами окремих елементів. У моделюванні ризику це веде до нелінійних математичних моделей, негладкої, розривної траєкторії. Справедливо також зазначається в [131], що важливою особливістю оптимізації функції ризику порівняно зі стандартними задачами стохастичної оптимізації є істотний вплив малої ймовірності подій, ймовірність яких може виступати як незначний параметр. Це приводить до сингулярно-збурених задач, розв'язки яких не можна апроксимувати роз-

в'язком незбуреної задачі, бо це призводить до викривлення (спотворення) суті справи.

Зміст поданих далі досліджень стосується теорії економічного ризику, методів його якісного та кількісного аналізу, системи показників кількісної оцінки його ступеня, математичного моделювання та оптимізації управління ризиком стосовно широкого спектра проблем мікроекономічного рівня. Нами подано аналіз лише окремих мікроекономічних проблем, які зумовлюють необхідність подальших досліджень, розбудови теорії ризику та його моделювання.

Кількісна оцінка ступеня економічного ризику — необхідна складова в стратегії і тактиці ефективного підприємництва (менеджменту). Чим досконалішими будуть методи аналізу та кількісної оцінки ступеня ризику, тим меншим буде чинник невизначеності.

Існує множина показників кількісної оцінки ступеня ризику, який оцінюється як в абсолютному, так і відносному вираженні (про це йдеться в [52, 81, 92, 198, 210, 226, 275]). Можливо, що найбільш загальний підхід до оцінки ступеня ризику полягає у застосуванні функції корисності [52, 210, 302]. Підхід до кількісної оцінки ступеня економічного ризику, за яку обирають варіацію (дисперсію), вважається класичним. За такого визначення ступеня (міри) ризику однаково трактуються як додатні (сприятливі), так і від'ємні (несприятливі) відхилення випадкової величини, яким вважається певний (розглядуваний) економічний показник (норма доходу, прибуток, чиста приведена вартість тощо) від його сподіваного (математичного сподівання) значення. Тобто, приймається гіпотеза, що коливання (відхилення) в обидва боки однаково небажані.

У низці випадків це не так, і дану гіпотезу слід відхилити. Необхідно враховувати й те, що економічні процеси переважно нестационарні. Тобто в низці випадків формально обчислені параметри (середньоквадратичне відхилення, коефіцієнт варіації) гублять свій сенс власне як показники кількісної оцінки ступеня ризику. Тому в ряді праць, зокрема [50, 78, 92, 168, 323], пропонуються інші показники, які можуть послуговуватися за міру (ступінь) ризику.

Зазначимо також, що існує нестача числової інформації, брак репрезентативної вибірки (статистичних даних) і тому, наприклад, фінансово-кредитні установи (банки, інвестиційні фонди) не в змозі використати (обчислити) як показник ступеня ризику, скажімо, такий зручний показник, яким є коефіцієнт бета.

В економіці дуже часто чинники, які слід враховувати, настільки нові й складні, що достатня інформація про них відсутня, тому ймовірність того чи іншого випадкового результату неможливо обчислити статистичними методами.

Зіштовхуючись з потребою прийняти економічне рішення в такій ситуації, можна спробувати дістати додаткову інформацію, ще раз проаналізувати проблему. Зіставляючи здобуту інформацію з тією, яка пов'язана з нагромадженим досвідом, сформованими уявленнями та інтуїцією, суб'єкт управління може надати низці альтернативних результатів гіпотетичної ймовірності («прикинути на око»). Водночас бажано до здобуття кількісних чи вербальних оцінок залучити фахівців у ролі експертів. Як показали дослідження [128, 149, 167], формальній аксіоматиці теорії ймовірності можна надати іншу інтерпретацію, яку називають суб'єктивною ймовірністю. Суб'єктивна ймовірність події — це ступінь впевненості особи в тому, що подія відбудеться.

Як уже зазначалося, статистичний метод обчислення ризику потребує наявності значного масиву даних, якого у розпорядженні суб'єкта ризику просто немає, причому здобути інформацію неможливо (немає репрезентативної статистики). Тому через брак чи відсутність інформації здебільшого доводиться застосовувати експертні методи [22, 83, 109, 167, 187, 252, 293]. У [226] експертам пропонується навести свої оцінки стосовно суб'єктивної ймовірності виникнення певних збитків, на підґрунті яких можна було б відшукати середні значення експертних оцінок і на підставі цього побудувати криву розподілу ймовірностей збитків. Як зазначається, зокрема в [189], експерт відіграє роль певного приладу, який або робить пріоритетний вибір, або встановлює логічний зв'язок, що об'єктивно існує між причиною та наслідком. Таким чином, суб'єктивна ймовірність дає змогу встановити зв'язок між невизначеністю і випадковістю [302]. Це актуально у тому разі, коли йдеться про використання ймовірності до оцінок ступеня ризику у прийнятті економічних рішень.

У [129] проблему прийняття рішень охарактеризовано з погляду побудови відповідних кількісних методів для подолання невизначеності, запропоновано характеристики, що актуальні за умов невизначеності. Однією з них є наявність (чи відсутність) об'єктивної, адекватної моделі, яка пов'язує між собою низку істотних параметрів.

У деяких випадках якість рішення необхідно оцінювати за кількома критеріями [52, 58, 59, 78, 104, 214, 266]. Власне в задачах критеріально-експертного вибору (прийняття рішень), що поста-

ють у нових, обтяжених ризиком ситуаціях, суб'єкт управління найбільше потребує аналітичної підтримки. Загальні характеристики деяких з найбільш поширених груп експертних методів наведені в [83].

У [252, с. 3], де аналізується та узагальнюється досвід зі створення і впровадження інформаційних систем підтримки прийняття рішень, підкреслюється, зокрема, що «керівникам вищого рангу притаманна робота в умовах неструктурованих або слабо структурованих проблем, в котрих не завжди задані кількісні залежності між важливими характеристиками, а прийняття рішень значною мірою ґрунтується на творчому підході, інформованості, кваліфікації, таланті, інтуїції та інших рисах керівників. Комп'ютерна підтримка такої діяльності в Україні практично відсутня». Про це йдеться також у [142].

На практиці нерідко виникають проблеми щодо прийняття рішень за умов невизначеності, що пов'язана не з концепцією випадковості, а з розпливчастими множинами, тобто класами, в котрих неможливо вказати чітку межу, яка відділяла б елементи, що належать до одного класу, від елементів, що не належать до нього. Стосовно застосування цієї теорії до аналізу та моделювання економічного ризику, то тут зроблені значні, але, на нашу думку, лише перші кроки [3, 154].

Добре відомо, що обсяг та структура інвестицій, потенціал інноваційної діяльності є важливими показниками стану економіки будь-якої країни. Для вітчизняної економіки формування інноваційного потенціалу, зростання інвестиційної активності є першочерговими завданнями. Деякі актуальні питання, пов'язані з вибором інноваційних проектів, і проблеми, що виникають тут стосовно урахування та моделювання ризику, розглядаються в [50, 76, 86, 91]. Інноваційний проект, як це прийнято в світовій практиці, — це комплекс взаємопов'язаних заходів, спрямованих на досягнення поставлених цілей в умовах невизначеності, конфліктності, обмежених ресурсів (трудових, матеріальних, фінансових, інформаційних) та часу. Його метою є проведення досліджень і розробок зі створення науково-технічної новинки чи придбання новітньої технології та її практичне використання у виробництві і реалізації певної продукції (послуг).

Поняття вибору інноваційного проекту розглядається у вузькому та широкому контекстах [180, 275, 285, 336]. У вузькому контексті вибір проекту — це визначення з множини конкуруючих (альтернативних) проектів, що претендують на обмежені ресурси, того найкращого в певному розумінні проекту, який доці-

льно обрати. У широкому контексті обрання проекту — це формування портфеля проектів з урахуванням наявних обмежених ресурсів, а також можливого впливу кожного з цих проектів на фінансово-економічний стан компанії (підприємства), інвесторів, держави.

Будь-який інноваційний проект є інвестиційним проектом і потребує врахування низки чинників ризику, які можуть вплинути на фінансово-економічні показники заінтересованих сторін [275, 336]. Інвестиції, тобто вкладення грошових коштів, здійснюються з метою підвищення загального добробуту інвестора (вкладника), зростання його матеріального багатства у майбутньому. Засоби для інвестицій створюються із заощаджень, кредитів, виручки від продажу будь-яких активів тощо.

Проектний аналіз — це методологія, яка дозволяє оцінити фінансові та економічні якості проектів, альтернативні шляхи раціонального використання обмежених ресурсів. Урахування невизначеності, розпливчастості майбутніх доходів, затрат, а також термінів реалізації певних етапів проекту є необхідною (обов'язковою) умовою у проведенні фінансово-економічного оцінювання інноваційного проекту. Власне на передінноваційних стадіях до реалізації проекту закладаються його життєвість та інвестиційна привабливість. Якість підготовки проектів з урахуванням низки критеріїв та вимог міжнародної експертизи послугує певною гарантією для інвесторів, знижує ступінь інвестиційного ризику.

Підготовка інвестиційних (інноваційних) проектів здійснюється з урахуванням таких принципів:

- аналіз внутрішнього та зовнішнього середовищ проекту;
- аналіз альтернативних технічних і організаційних рішень;
- зіставлення варіантів «з проектом» та «без проекту»;
- комплексно-технічний, інституціональний, комерційний, фінансовий, економічний, екологічний, соціальний аналіз проекту на всіх етапах його життєвого циклу;
- аналіз цінності (привабливості) проекту з позицій різних суб'єктів, які беруть у ньому участь: компанія (підприємство), інвестори (вітчизняні і закордонні), держава;
- використання різних критеріїв та альтернативних оцінок для аналізу цінності (привабливості) проекту;
- урахування інфляції, чинників часу, ризику та невизначеності при проведенні фінансового й економічного аналізу.

Для підвищення ступеня достовірності обчислень, упорядкування варіантів у проектному аналізі застосовують низку еконо-

міко-математичних методів і моделей. Частина з них ґрунтується на виокремленні оптимістичних та песимістичних оцінок, визначенні рівня впливу на кінцеві фінансово-економічні результати ймовірних (можливих) змін вихідної інформації та системних параметрів (аналіз ризику, еластичності, маневреності, стійкості) [50]. Зіставляючи потоки доходів і витрат, необхідно також визначитися: в яких цінах провадити обчислення; яку величину ставки дисконту використовувати; в якій валюті (враховуючи іноземні інвестиції) проводити обчислення; як враховувати ризик інвестора.

Прогнозуючи потоки доходів і витрат у номінальних (ринкових) цінах, необхідно враховувати інфляцію, а це може здійснюватися кількома способами залежно від того, якою прогнозується (приймається) величина (відсоток) темпів інфляції: постійною в часі щодо всіх видів ресурсів; такою, що змінюється від одного періоду (року) до іншого (але її можна наближено вважати однією й тією ж); змінною щодо різних видів (ресурсів); диференційованою і різною як за роками, так і за видами ресурсів.

Зазначимо, що в ході фінансових обчислень оцінки показників привабливості інноваційних проектів за умов ризику та інфляції важливо якомога точніше обчислити величину норми дисконту, що далеко не завжди виконується правильно [61, 262, 336]. Обчислюючи норму дисконту, необхідно враховувати «премію за ризик», «інфляційну премію», а також спільний вплив ризику та інфляції, який можна було б назвати «синергетичною премією за ризик та інфляцію» [91]. Синергізм означає, що ефект суми чинників є більшим, ніж сума ефектів цих чинників.

Використовують здебільшого спрощені формули [198], за допомогою яких отримують прийнятні наближені результати лише тоді, коли реальні темпи інфляції є досить малими, що характерно в останні роки для промислово розвинутих країн з ринковою економікою. Необхідно також зазначити, що високий рівень невизначеності (розкиду, розпливчастості) низки параметрів стосовно оцінюваних проектів знижує достовірність попередньої фінансово-економічної оцінки. На практиці необхідно застосовувати низку критеріїв для оцінки та вибору в певному розумінні кращого (оптимального) з множини альтернативних проектів (варіантів). Різноманіття наведених у літературі, зокрема в [180, 230, 275, 336], наборів уживаних критеріїв дозволяє віднести їх до однієї з груп (класів): фінансово-економічні, нормативні; забезпеченості ресурсами; системні параметри, зокрема, ступінь ризику.

Тож ідеться про оцінку множини альтернативних інноваційних проектів (варіантів, стратегій) за багатьма, взагалі кажучи, суперечливими критеріями. Окрім цього, для побудови адекватної математичної моделі в системах підтримки прийняття рішень необхідні кількісні (цифрові) дані. Однак наявної кількісної інформації, як правило, завжди бракує. Основним джерелом інформації є люди (суб'єкти прийняття рішень): менеджери, управлінські команди, експерти, консалтингові компанії. А людині простіше подати необхідні дані (знання) в неформалізованій формі, на вербальному рівні, на рівні якісного опису та оцінок (суджень) [137].

Існує низка математичних моделей з нечіткою (розпливчастою) інформацією, зокрема поданих у [4, 136, 154], які доцільно використовувати для підтримки прийняття рішень за умов неповноти, недовизначеності, неоднозначності, невідомості, розпливчастості вихідної інформації та зумовленого цим економічного ризику. Використовуючи їх, можна спробувати формалізувати якісну (вербальну) інформацію щодо об'єктів прийняття рішень.

У багатьох наукових працях і методичних розробках поєднання термінів «багатокритеріальний» та «розпливчастий, нечіткий» зустрічається досить часто. Але, сформулювавши на початку аналізу задачу підтримки прийняття рішень як розпливчасту (нечітку) та багатокритеріальну, вже на першому ж етапі (кроці) моделювання та відповідних обчислень, як зазначається зокрема в [136], використовують повну згортку критеріїв (заміну одним критерієм) на підставі певних гіпотез, які ґрунтуються на «здоровому глузді», і надалі розв'язують однокритеріальну нечітку задачу стосовно підтримки прийняття відповідних рішень. Отже виникає потреба у побудові відповідних економіко-математичних моделей і розробці методів підтримки прийняття рішень, які потребують багатокритеріальних порівнянь, коли складно чи неможливо одержати кількісні дані або процес їх отримання потребує багато часу і зусиль.

Реалізація принципів проектного аналізу з урахуванням особливостей вітчизняної економіки, зокрема інфляції та економічного ризику, нестачі (неповноти) кількісних даних, потребує розбудови відповідних економіко-математичних методів і моделей, які дали б змогу прискорити процес експертизи інноваційних (інвестиційних) проектів, поліпшити якість відповідних рішень, забезпечити допустимий (раціональний) ступінь ризику.

На деяких підприємствах функціонують, поступово розвиваючись, інтегровані (організаційно-технічні) автоматизовані системи управління на фундаменті сучасних ПЕОМ та локальних обчислювальних мереж. До їх складу, набуваючи все більшої питомої ваги, входять задачі: вибору стратегії; вибору раціональної інвестиційної програми; перспективного, поточного та оперативного планування виробництва тощо. Значне місце посідають також організаційно-технологічні задачі, що мають масове практичне застосування (раціонального розкрою матеріалів, оптимізації суміші та сполук (шихти) тощо). Так, для заготівельно-розкрійного виробництва металопрокату машинобудівного підприємства в [14, 49, 66, 68, 89, 144, 190] обґрунтовуються методичні положення, а також запропоновані математичні моделі і методи підвищення ефективності процесів автоматизованого проектування й оперативного планування раціонального розкрою металопрокату у взаємозв'язку з системою неперервного оперативного планування. Але тут необхідно врахувати ще низку чинників за умов невизначеності та зумовленого ними ризику [50, 98], а саме: пов'язаного з коливаннями обсягів та сортаменту металопрокату; необхідністю вибору раціонального варіанта оперативного розкрою за кількома суперечливими критеріями, коли окремі з них складно оцінити кількісно. Це вимагає проведення відповідного аналізу для врахування чинників ризику, розробки відповідних моделей і математичних методів, які дістали б практичне використання.

Зазначимо, що існує низка способів (методів), які використовуються для зниження (оптимізації) ступеня економічного ризику. Серед них: диверсифікація, страхування, здобуття додаткової інформації (даних), створення запасів, резервів тощо. Про це йдеться, зокрема, в [18, 86, 210, 226, 230, 326, 356]. Існує також низка специфічних, притаманних певному виду діяльності, способів зниження ступеня ризику. В простих випадках лише якісний аналіз ризику є вже достатнім для прийняття відповідного рішення. У більшості ж випадків необхідно проведення кількісного аналізу, кількісної оцінки ступеня ризику, застосування відповідних математичних методів і моделей для того, щоб обрати певний варіант (стратегію, об'єкт, проект) з низки альтернативних варіантів, який був би обтяжений допустимим (оптимальним) ступенем ризику.

Існує необхідність у виокремленні інваріантних щодо широкого спектра мікроекономічних проблем, підходів стосовно оптимізації управління ризиком, розробки формалізованої процеду-

ри (схеми) процесу управління ризиком, а також побудови відповідних таблиць рішень, які показували б, який зі способів чи їх суперпозицію необхідно обрати для зниження (оптимізації) ступеня ризику залежно від величини (значення) певних показників (критеріїв), враховуючи структуру ризику.

Серед інваріантних способів (методів) зниження ступеня ризику одним з ефективних є диверсифікація, науковими засадами якої виступає теорія портфеля. Аналізу, математичним методам і моделям формування оптимальної (раціональної) структури портфеля присвячена велика кількість наукових досліджень, зокрема [73, 81, 168, 210, 275, 314, 330, 339, 350], об'єднані під назвою «теорія портфеля». Класична теорія портфеля, як зазначається в [52, 73, 339, 350], ґрунтується на гіпотезах, які не завжди адекватні до реального стану справ. Економічні процеси переважно нестаціонарні. Окрім того, використовувана в класичній теорії портфеля гіпотеза, що коливання, наприклад, норми доходу портфеля в обидва боки від сподіваної величини (математичного сподівання) однаково небажані, не є незаперечною. У низці випадків відсутня також числова (кількісна) інформація (статистичні дані), необхідна для обчислення відповідних економічних показників (критеріїв). Як зазначається, зокрема в [50, 73, 275], прийняття рішень щодо оптимальної чи раціональної структури портфеля доцільно здійснювати на підставі багатьох критеріїв, що також вимагає додаткових досліджень і застосування адекватних економіко-математичних методів і моделей.

Аналізуючи, оцінюючи та моделюючи ризик в економіці (менеджменті, підприємстві), необхідно мати чітке уявлення про його *об'єкт*, *суб'єкт*, *джерело*. Даючи визначення ризику, необхідно звернути особливу увагу на те, що він має об'єктивно-суб'єктивну структуру [64].

Об'єктивність ризику полягає в тому, що він існує через об'єктивні, притаманні економіці категорії невизначеності (розпливчастості), конфліктності, відсутності повної (вичерпної) інформації на момент прийняття рішення [76, 90], що необхідно враховувати при моделюванні ризику.

Тобто *суб'єктивність* ризику зумовлена тим, що в економіці (бізнесі) діють реальні люди (менеджери, бізнесмени, управлінські команди) зі своїм досвідом, інтересами, морально-етичними принципами, схильністю чи несхильністю до ризику, психологією, поведінням (інтравертністю чи екстравертністю) [65, 74], що теж потребує врахування особистого чинника при прийнятті економічних рішень.

Узагальнюючи результати аналізу неважко дійти висновку, що існуючі проблеми потребують подальшого розвитку теорії та математичного моделювання ризику. Особливо актуальною є розробка та впровадження ефективних (стосовно дійсного стану справ та відповідно обраної раціональної системи гіпотез) показників кількісної оцінки ступеня ризику, формування моделей і методів урахування ризику, оптимізації управління ним у процесах прийняття рішень, які потребують багатокритеріальних оцінок множини альтернативних варіантів (стратегій, проектів), а також коли досить складно чи навіть неможливо одержати числові (кількісні) дані або ж процес їх здобуття вимагає великих затрат коштів, часу і зусиль. Разом з тим існує можливість відносно просто (дешево і швидко) отримати вербальну (описову) так звану м'яку інформацію, формалізувати її та на підставі здобутих даних моделювати інтереси суб'єктів ризику.

Аналіз широкого спектра економічних проблем дає змогу дійти висновку, що теорію та моделювання ризику в економіці (ризикологію), на думку авторів, слушно розглядати та структурувати на засадах системного аналізу за такою концептуальною схемою [52]:

- основні засади якісного аналізу ризику;
- кількісний аналіз ризику;
- система показників кількісної оцінки ступеня економічного ризику;
- моделювання ризику;
- основні (інваріантні) підходи до оптимізації управління ним у широкому спектрі економічних проблем (мікроекономічний рівень).

Тож ризикологія вимагає ґрунтовних знань з теорії економіки та менеджменту, врахування нюансів відповідної предметної сфери (банківська справа, проектний менеджмент тощо). Менеджмент ризику потребує застосування досконалої методології, відповідних економіко-математичних методів і моделей. Ефективним є використання класів математичних моделей, які відображають стохастичність, розпливчастість, конфліктність, що притаманні об'єктам і процесам на різних рівнях управління, використання адекватного математичного апарату: теорії ймовірностей і математичної статистики, теорії ігор, стохастичного програмування тощо.

Можна стверджувати, що прийняття рішень стосовно об'єктів (проектів), які були б обтяжені оптимальним (прийнятним) рівнем ризику, потребує подальшого розвитку його теорії, викорис-

тання досконалих економіко-математичних методів і моделей, інформаційних систем. Зокрема в [50, 63, 64, 80] ідеться про побудову відповідних експертних систем, які матимуть здатність до поєднання різних джерел знань на підставі неповної нечіткої інформації, які були б у змозі вести діалог з користувачами, навчатися в процесі розв'язання задач. У складі таких систем, на нашу думку, повинні використовуватися відповідні пакети прикладних програм і програмно-методичні комплекси, зокрема: теоретико-ігрові, стохастичного програмування, обробки експертних оцінок, прогнозування, імітаційного моделювання тощо. Така технологія дозволить відійти від жорстких алгоритмів, використовувати потужні бази знань, даних і моделей, що забезпечить відповідну адаптивність, надійність, гнучкість, маневреність, а, отже, і раціональний (оптимальний) ступінь ризику відповідних економічних рішень.

РОЗДІЛ 2

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ РИЗИКУ В ЕКОНОМІЦІ ТА ПІДПРИЄМНИЦТВІ

2.1. СУТНІСТЬ І СИСТЕМНІ ВЛАСТИВОСТІ РИЗИКУ

Поняття ризику здається інтуїтивно зрозумілим, однак, як це буває з багатьма гуманітарними поняттями, в різних ситуаціях воно може визначатись по-різному. Більше того, воно може неоднаково трактуватись навіть в одній і тій самій ситуації. Візьмемо наприклад екосистему, що складається з вовків, зайців і трави (три трофічні рівні) [271]. З погляду вовків, безпека й допустимий ризик вимагають, щоб було багато зайців і трави. Безпека одного конкретного зайця вимагає відсутності вовків. Безпека зайців як виду вимагає малої популяції вовків для підтримки здоров'я популяції зайців. Безпека трави потребує, щоб зайців було мало. Безпека всієї екосистеми потребує підтримання чисельності вовків, зайців і трави у певних пропорціях. Те саме спостерігається й в інших сферах буття. Отже, безпеки й ризику взагалі для всіх випадків не буває. Тому поняття ризику є системним. Воно залежить від того, які системи ми аналізуємо, а які нам байдужі і розглядаються як зовнішній резервуар.

На сьогодні відсутнє однозначне розуміння ризику, зокрема в економіці і підприємстві. Це пояснюється багатогранністю цієї економічної категорії. У словнику Вебстера термін «ризик» дістав означення як «небезпека можливої втрати чи збитків». Це чітке й лаконічне тлумачення. Неоднозначність трактування особливо помітна для семантичного гнізда понять, що групуються навколо терміна «ризик». Наведемо низку прикладів його визначень у фінансово-економічній науковій літературі.

1. «Ризик — це здійснення на вдачу справи» [15, с. 111] (1909 р.).
2. «Слово «ризик» вживається в страхуванні в різноманітних значеннях, передусім в абстрактному й конкретному сенсі. У першому сенсі під ризиком розуміють міру небезпеки чи вираження середнього обсягу можливих збитків у певний момент часу. Таке розуміння ризику теоретиками. Практика надала цьому абстрактному поняттю конкретного значення, розуміючи під ризиком те, що може відбутися з об'єктом страхування, тобто за настання відомої

події, зумовленої в страхуванні, цей предмет може бути зруйнованим, пошкодженим чи втратить свою цінність» [100, с. 60] (1925 р.).

3. «Ризик — це спосіб дій в умовах невизначеності, що призводить, у кінцевому результаті, до переваги успіху над невдачею» [2, с. 45].

4. «Ризик означає можливу невдачу в певній справі, це дія, що здійснюється на вдачу, в надії на щасливий результат. У повсякденному житті термін «ризик» вживається, як правило, в сенсі можливої небезпеки, невдачі, невпевненості в ході тієї чи іншої дії» [8, с. 17].

5. «Ризик — це ситуативна характеристика діяльності банку чи фірми, що відображає невизначеність результату й можливі несприятливі наслідки у разі невдачі» [260, с. 23].

6. «Ризик — це небезпека того, що відбудуться певні можливі події» [313, с. 358].

7. «...Спочатку дамо означення ризику, що пов'язане з будь-якими емоціями. Фінансова операція (угода) називається ризикованою, якщо її ефективність є недетермінованою, тобто не повністю відома на момент укладення угоди» [210, с. 68].

8. «Але що таке ризик? Це загроза втрати чого-небудь, можливість збитків» [298, с. 7].

9. «...Ризик можна означити як можливість недоотримання прибутку чи зазнання збитків...» [230, с. 13].

10. «Ризик — це така, що підлягає вимірюванню, ймовірність зазнати збитки чи не використати вигоду» [276, с. 123].

11. «Ризик — це ненадійність, що властива процесу вилучення прибутку...» [286, с. 101].

12. «Ризик ... означає невизначеність, яка пов'язана з певними подіями» [237, с. 141].

Абстрагуючись від низки надто специфічних означень слова «ризик», серед варіантів його вживання можна виокремити певний семантичний інваріант, пов'язаний, по-перше, з констатацією невизначеності, недетермінованості, випадковості результатів ризикованої діяльності, та, по-друге, з оцінковим судженням щодо несприятливості, небезпеки можливих результатів такої діяльності. Отже, вбачається цілком обґрунтованим вживання слова «ризик» і його похідних для опису ситуації, коли мають місце невизначеність, конфлікт, коли наявна багатоваріантність, і коли одночасно не всі альтернативні варіанти однаковою мірою сприятливі. Зазначимо, що ризик присутній і є складовим елементом будь-якої управлінської діяльності (менеджменту).

Визнання невизначеності як об'єктивної характеристики розвитку економічних систем, розуміння того, що на заплановане

економічне зростання впливають випадкові чинники, котрі можуть затримувати сподіваний результат чи змінити його сутність, становить важливу проблему.

У західній економічній літературі виокремлюють кілька підходів щодо теорії ризику.

Класична теорія (яскравими представниками котрої були Міль та Сеньйор) ототожнює економічний ризик з математичним сподіванням збитків, які можливі в процесі реалізації обраного рішення [289]. Таке звужене тлумачення змісту категорії «ризик» критикується деякими економістами.

Неокласична теорія ризику була опрацьована (визначені її контури) у 20—30-х роках ХХ століття економістами А. Маршаллом й А. Пігу. Прихильники цієї теорії вважають, що підприємництво, котре функціонує за умов невизначеності, повинно керуватися в своїй діяльності двома категоріями: обсягами очікуваних прибутків та обсягами їх можливих відхилень від середніх величин. Поведінка підприємця згідно з цією теорією зумовлюється концепцією граничної корисності (вигоди). Це означає, що коли необхідно, наприклад, обрати один з двох альтернативних варіантів капіталовкладень, які принесуть однаковий прибуток, то обирається той варіант, де коливання (варіація) прибутку буде меншою. З неокласичної теорії ризику випливає, що гарантований прибуток має більшу цінність, аніж сподіваний прибуток такого ж обсягу, але обтяжений певними коливаннями.

У [150] зазначається, зокрема, що найпершою науковою спробою щодо розмежування понять ризику й невизначеності (непевності) стала праця одного з представників неокласичної школи, американського економіста Франка Найта, опублікована ним у 1921 р. під назвою «Ризик, невизначеність, прибуток». У ній він, зокрема, стверджує, що ризик — це лише така невизначеність, яку можна технічно оцінити й виміряти. Методом вимірювання ним було прийнято пробабілістичний розрахунок (визначення ймовірності). Залежно від точності й способу розрахунку цієї ймовірності він розподілив її на три види:

- математична (апріорна);
- статистична (апостеріорна);
- експертної оцінки (естиматична).

У подальшому в наукових працях Севіджа, Пойя, Кайберга, Фінберга, де Фінетті та інших обґрунтовувалось введення неокласичних ймовірностей, що не мають частотного сенсу. Такі ймовірності називаються суб'єктивними (аксіологічними). Цей метод має здебільшого вимушений характер застосування. Експертна (суб'єктивна) оцінка ймовірності проводиться як на підґрунті об'єктивних даних, так

і суб'єктивних знань, тобто на загальній досвідченості, а також інтелекті та інтуїції особи, яка проводить оцінювання ймовірності.

Незважаючи на деяку обмеженість можливостей експертно-оцінкового методу, як про це йдеться зокрема в [150], його застосування в економічній сфері зростає. Згідно з теорією Найта про ризик можна говорити лише тоді, коли результат будь-якої діяльності можна визначити за допомогою хоча б одного з трьох згаданих методів розрахунку ймовірності. Таке розуміння головного питання ризикології також мало велике загальноекономічне значення, оскільки давало нове пояснення походження прибутку й ризику. Доповнюючи неокласичну теорію, Дж. Кейнс звернув увагу на таке поняття, як «схильність до ризику», тобто врахування чинника ризику і того, що заради очікуваного прибутку підприємець йде на тим більший ризик, чим вищий очікуваний (сподіваний) прибуток.

Отже, неокласичний підхід передбачає, що одним з показників міри ризику може бути ймовірність відхилення від обраних цілей. Можливі й інші показники, котрі характеризують кількісну оцінку таких відхилень. У [289] зазначається, що класична школа робить акцент на загрозі зазнання збитків, а неокласики за базу обирають досягнення цілей, а збитки — це наслідок відхилення від обраних цілей.

У багатьох випадках ризик ототожнюється з можливими матеріальними збитками, що пов'язані з реалізацією господарського, організаційного, технічного рішення, з аваріями, банкрутством підприємства (фірми), зі зниженням цінностей акцій, грошової одиниці тощо. У [284, 151] йдеться про те, що ризик — це можливість відхилення від цілей, задля досягнення котрих приймалося рішення. Ми наголошуємо «не ціль, а цілі». Йдеться також про те, що очікуване відхилення може мати форму можливої невдачі або ж отримання чогось більше, ніж на це сподівалися. Деякі автори визначають ризик як імовірність недосягнення сподіваного результату чи незбігу прогнозованого (очікуваного) результату й фактичного. Всі означення та підходи майже неможливо перелічити. Це й зрозуміло, бо ризик як економічна категорія є багатограним, має складну діалектичну структуру. Та все ж наголосимо, що не варто плутати ризик як економічну категорію з його кількісною мірою, з оцінкою цієї міри. Акцент на певних гранях такого феномену, яким є ризик, правомірний, зважаючи на множинність цілей і прийняту систему гіпотез тощо. Плутати ризик з якимось одним чи кількома його кількісними показниками не варто. Зауважимо, що ризик, як на цьому наголошується в [284, 302], визначається не лише втратами, а й відсутністю значних економічних результатів.

У наші часи, коли щодва роки подвоюється кількість інформації, коли в суспільно-економічному бутті немає нічого стабільнішого, ніж постійні трансформації, зміни, ризик — це також неадекватна та несвоечасна адаптація господарських структур, інституцій до змін. Це також і брак часу на реалізацію адаптаційних програм (заходів, рішень, оцінок).

Зазначимо також, як вже наголошувалося, що постулат стосовно наявності критерію оптимальності системи (цілепокладання) повинен бути доповнений постулатом щодо певної невизначеності цього критерію й об'єктивної необхідності існування механізму формування, уточнення й коригування його в процесі функціонування системи. Цей момент — пошук цілі в процесі руху й механізм організації пошуку — є принципово новим моментом і, в свою чергу, породжує ризик [62].

Специфіка розвитку сучасного наукового знання робить не лише можливим, але й необхідним проведення системного соціолого-філософсько-економічного дослідження ризику, котре можна розглядати як передумову подальшого розвитку ризикології — науки про ризик в економіці та підприємстві. Подальші дослідження мають бути спрямовані, зокрема, на виявлення сутності, внутрішню діалектичну суперечливість, на риси, елементи й властивості, що утворюють цілісність поняття ризику як комплексного, багатогранного явища, притаманного людському буттю, котрий є важливою, системотвірною складовою в економічній теорії та практиці господарювання на всіх рівнях ієрархії управління.

Необхідно також розглянути діалектику об'єктивного й суб'єктивного в структурі ризику. Існують не лише різні погляди на розуміння змісту поняття «ризик», але й різні підходи щодо оцінок його об'єктивного і суб'єктивного характеру. Частина авторів вважають, що ризик — категорія об'єктивна, котра дозволяє враховувати стосунки між людьми, трудовими колективами, організаціями та інституціями у соціально-економічному бутті. Прихильники об'єктивної концепції вважають, що ризик — це завжди загроза виникнення несприятливих наслідків, стосовно яких з вичерпною точністю невідомо, настануть вони чи ні.

Досить широко висвітлена у науковій літературі і суб'єктивна концепція ризику. Суттєвий внесок в її розвиток вніс *В. А. Ойгензіт*, котрий вважав, що ризик завжди суб'єктивний, оскільки виступає як оцінка людиною вчинку, дій, як свідомий вибір з урахуванням можливих альтернатив [260]. Суб'єктивна концепція, зорієнтована на суб'єкт дій, враховує можливі наслідки, вибір варіантів поведінки, що передбачає накладання відповідних

обов'язків чи уникнення їх. Оскільки з погляду цієї концепції ризик завжди пов'язаний з волею та усвідомленням його людиною, то ризик — це передусім вибір варіантів поведінки, з урахуванням загрози, стосовно можливих несприятливих наслідків. Існує й думка, що *ризик є суб'єктивно-об'єктивною категорією* [289].

Об'єктивність ризику проявляється у тому, що ця економічна категорія відображає реально існуючу невизначеність і конфліктність в економічній (господарській) діяльності. Сучасна інтерпретація ризику — це не лише збитки, яких можна зазнати під час реалізації господарського рішення, а й можливість відхилення від цілей, задля яких і приймалось рішення. Тобто, сучасний ризик визначається не стільки збитками, скільки відсутністю сподіваних позитивних результатів [303]. Ризик породжується невизначеністю і конфліктністю, які існують незалежно від того, чи усвідомлюємо ми їх чи ні, чи особи, які приймають рішення, враховують його чи ні. Усуньте невизначеність і конфліктність із ситуацій, які виникають за обрання того чи іншого рішення в господарській діяльності, і ви не зможете стверджувати про наявність у цих ситуаціях ризику.

В економіці та бізнесі у низці випадків доводиться з огляду на обрані цілі приймати рішення на підставі побудови системи гіпотез. Це правомірно, зокрема, через відсутність вичерпної, достовірної інформації, бо дозволяє долати таким чином невизначеність. Отже, такий підхід переводить ситуацію невизначеності у ситуацію ризику, зокрема, ризику відхилення від цілей, ризику недоотримання очікуваних результатів, ризику ймовірних збитків, котрі можуть виникнути через недостатню обґрунтованість тих чи інших гіпотез. Щоб урахувати ступінь ризику і бодай частково уникнути можливих збитків, необхідно, якщо є така можливість, перевірити істинність гіпотез, розглянути альтернативні варіанти тощо.

Вважаємо, що життя кожної людини — це ситуація постійного вибору урахування тих чи інших гіпотез і встановлення ієрархії цінностей. Ступінь ризику залежить і від ставлення суб'єкта прийняття рішення до невизначеності й конфлікту, до зумовленого ними ризику: схильності, несхильності, байдужості. Тому всі чинники невизначеності, конфліктності і зумовленого ними ризику поділяються на об'єктивні та суб'єктивні. Отже, ризик виникає тоді, коли приймаються рішення в умовах невизначеності, конфліктності, а особа, яка приймає рішення, заінтересована в результатах рішення. Ризик є діалектичною єдністю об'єктивного і суб'єктивного. Він пов'язаний з творчістю, пошуком нових підходів і методів діяльності. Важливими є такі характеристики ризику, як суперечливість, альтернативність, невизначеність.

Розглядаючи суперечливість ризику, необхідно наголосити на його прояві в різних аспектах. Ризик, з одного боку, зорієнтований на отримання позитивних (для системи прийняття рішень) результатів ефективними способами за умов невизначеності і конфліктності в ситуації неминучого вибору. Ця характеристика ризику має важливі економічні і соціальні наслідки. З іншого боку, управлінський ризик може призвести до несприятливих соціально-економічних наслідків, бо вибір альтернативи ґрунтується на неповній, нечіткій, недостовірній інформації, наявній на момент прийняття рішення. Альтернативність — це властивість економічного ризику, що допускає як обов'язкову умову необхідність вибору з кількох найбільш імовірних стратегій (альтернатив, варіантів, управлінських дій). Залежно від ситуації альтернативність має певний ступінь складності і може долатись за допомогою низки різних способів.

Важливою складовою ризику в економіці та підприємництві є його правомірність. Оскільки ризик іманентно притаманний економічній та підприємницькій діяльності, необхідно мати певний механізм, що регулює правовий аспект прояву ризику. Критеріями обґрунтованості тут виступають законодавство, юридичне право, проте на чільне місце, на нашу думку, висуваються морально-етичні принципи. Ці критерії зумовлюють встановлення відповідних функцій, повноважень, відповідальності, компетенції, а також створення відповідної системи якісних і кількісних показників ступеня ризику.

Об'єктивно економічна діяльність та підприємництво неможливі без ризику, котрим вони обтяжені. Навіть абсолютна бездіяльність в економіці та бізнесі підпадає під ризик невикористаних можливостей, «закопаних талантів».

Отже, на нашу думку, правомірним є визначення ризику, який притаманний економіці та підприємництву, сформульоване нами у першому розділі.

Ризик — це економічна категорія, яка відображає особливості сприйняття заінтересованими суб'єктами економічних відносин об'єктивно існуючих невизначеності та конфліктності, іманентних процесам цілепокладання, управління, прийняття рішень, оцінювання, що обтяжені можливими загрозами та невикористаними можливостями.

Ризик має діалектичну об'єктивно-суб'єктивну структуру.

Ризик — характерний феномен ринкової економіки, що потребує ретельного аналізу його впливу на об'єкти (процеси) оцінювання й управління з урахуванням множини внутрішніх і зов-

нішніх чинників, надсистеми, а також обов'язкового урахування ставлення до ризику суб'єктів господарювання (суб'єктів ризику). Наведена вище дефініція вказує, зокрема, на необхідність урахування діалектичної об'єктивно-суб'єктивної структури ризику, що важливо для якісного й кількісного аналізу, визначення кількісної оцінки міри ризику, його моделювання та управління.

Аналіз ризиків являє собою корисний інструмент, за допомогою якого аналіз проектів (у широкому розумінні цього поняття) стає глибшим, а інвестиційні (інноваційні), а також оперативні рішення — ефективнішими.

Аналіз ризику може мати таку послідовність:

- 1) визначення внутрішніх і зовнішніх чинників, які збільшують або зменшують ступінь певного виду ризику;
- 2) дослідження виявлених чинників;
- 3) оцінка певного виду ризику з використанням двох підходів:
 - а) визначення фінансової доцільності (ліквідності);
 - б) визначення економічної доцільності (ефективності вкладених коштів);
- 4) встановлення допустимого ступеня ризику;
- 5) перевірка окремих операцій щодо обраного ступеня ризику;
- 6) розробка заходів для зниження ступеня ризику.

Підприємці (менеджери) у будь-якій сфері економічної діяльності заінтересовані уникнути значних збитків. За умов нестабільної та швидко змінюваної ситуації суб'єкти економічної діяльності змушені враховувати можливі наслідки дій своїх конкурентів, а також інших змін ринкової ситуації. У той же час прагнення до одержання найбільших прибутків є провідним бізнесовим принципом. Але воно зіштовхується з можливістю зазнати збитків. Ризик є вартісним виразом імовірної події, яка призводить до збитків. Він утворюється внаслідок можливих відхилень фактичних даних від оцінкових щодо сьогоденного стану та можливого розвитку. Ці відхилення можуть бути як сприятливими, так і несприятливими, кожному шансу отримати прибуток протистоїть можливість зазнати збитків. Отже, одержати прибуток можна лише в тому разі, якщо можливість зазнати збитків (втрат), тобто ризик, буде заздалегідь передбачена (зважена) та захищена.

Призначення аналізу ризику — переконатися суб'єктові управління (прийняття рішення) самому та надати потенційним партнерам необхідні дані для прийняття рішень стосовно доцільності участі в певній економічній діяльності (проекті у широкому розумінні) і передбачити та вжити заходів захисту від можливих збитків, відхилення від цілей.

Якісний аналіз ризику є найскладнішим і вимагає ґрунтовних знань, досвіду та інтуїції у даній сфері економічної діяльності. Його головна мета — визначити чинники ризику, області ризику, після чого ідентифікувати всі можливі ризики.

Кількісний аналіз ризику, кількісне (числове) визначення ступеня окремих ризиків і ризику даного виду діяльності (проекту) в цілому — це теж досить непроста проблема.

Якісний аналіз ризику також має декілька аспектів.

Перший аспект пов'язаний з необхідністю порівнювати очікувані позитивні результати з можливими економічними, соціальними та іншими як сьогоднішніми, так і майбутніми, наслідками. Взагалі мало мати схильність до ризику: потрібен ризик обґрунтований, інакше він може набути характеру авантюри. Ризикувати доцільно, якщо це приводить до кращих наслідків, аналізуючи та аргументуючи правильність своїх дій. Необхідно намагатись якомога точніше і глибше визначати джерела і причини ризику.

Другий аспект якісного аналізу ризику пов'язаний з виявленням впливу рішень, які приймаються в умовах невизначеності, на інтереси суб'єктів економічного життя. Без урахування інтересів (зацікавленості), без управління ними неможливі реальні якісні перетворення в соціально-економічному житті. Необхідно виявити, для кого ризик корисний? Чий інтересам він відповідає? Йдеться про те, що коли немає зацікавленості в результатах економічних рішень, то немає й ризику.

Отже, ризикованій ситуації притаманні такі основні риси [52, 64, 126, 302]:

- наявність невизначеності, альтернатив і необхідність вибору однієї з них (відмова від вибору також є різновидом вибору);
- зацікавленість у результатах;
- можливість оцінити наявні альтернативи — прийняти рішення.

На стадії якісного аналізу ризику необхідно, зокрема, виокремити його чинники. Наголосимо, що всі чинники, які тією чи іншою мірою впливають на ступінь ризику, можна умовно поділити на дві групи: об'єктивні та суб'єктивні.

До об'єктивних чинників належать такі, що не залежать безпосередньо від фірми та менеджерів (суб'єктів прийняття рішень). Це зокрема: інфляція, конкуренція, політичні та економічні кризи, екологія, мито, наявність режиму найбільшого сприяння, можлива робота в зоні вільного економічного підприємництва тощо.

До суб'єктивних чинників належать ті, які характеризують суб'єкт прийняття рішень (безпосередньо менеджера, підприємця).

Ризик визначається багатьма причинами. Наведемо деякі з них. По-перше, науково-технічний прогрес (НТП) формує нову систему

орієнтирів людини, радикально змінює предметне середовище, в якому вона живе. Якісно іншими стають роль і співвідношення продуктивної та інноваційної діяльності. Створюється атмосфера гострої потреби в новаторських, сміливих рішеннях, відбувається пошук принципово нових, таких, що раніше не застосовувалися, неординарних методів розв'язання складних задач. За таких умов менеджери різних рівнів управління повинні і змушені йти на ризик. НТП надає діяльності багатьох менеджерів (підприємців) творчого характеру. Тобто ризик пов'язаний з творчістю — діяльністю, яка характеризується неповторністю, оригінальністю, унікальністю. Ризик зумовлений суттю творчого процесу, особливостями впровадження нового у практику, необхідністю розв'язувати суперечності між подіями та процесами, що з'являються в суспільстві, та старими способами соціального регулювання.

По-друге, середовище діяльності людей дедалі більшою мірою стає ринковим, що вносить додаткові елементи невизначеності, конфліктності, розширює межі ризикованих ситуацій. За цих умов виникає недетермінованість (неоднозначність) та невпевненість щодо одержання кінцевого результату, а отже, зростає і ступінь ризику. Ринок, як відомо, не «манна небесна», а досить жорстка система, яка вимагає від кожного великої фізичної та інтелектуальної віддачі. Конкуренція не визнає кволих. У США, наприклад, щорічно створюється 10,5 млн нових фірм і 80 % з них стає банкрутами протягом першого ж року існування.

Діяльність багатьох людей у ринковій економіці набуває підприємницьких рис, а підприємець (менеджер) обов'язково ризикує. Тому йому притаманні такі риси: незалежність і нестандартність дій; новації при досягненні мети; сміливість, винахідливість; орієнтація на досягнення якомога вищих результатів. Форми прояву підприємництва здебільшого носять індивідуальний характер. Це виявляється в ситуаціях, тісно пов'язаних з ризиком, коли людина виходить за вузькі межі стереотипів. Ризик — сімь підприємництва (менеджменту), жорстка перевірка особистих якостей, професійності, здатності правильно орієнтуватися в оточуючому нас світі. Власне, ризик залучає підприємця в систему природного добору через гостру конкурентну боротьбу.

По-третє, на порядок денний постає питання щодо глобального ризику. Він пов'язаний із зростаючою небезпекою самознищення цивілізації внаслідок якоїсь катастрофи (про неї нагадує Чорнобильська катастрофа, небезпека ядерної війни), екологічної небезпеки (забруднення навколишнього середовища), вичерпання ресурсів (енергетична криза), продовольчої проблеми (у зв'язку з нарост-

танням дефіциту продовольства) і пов'язаних з цим хвороб та епідемії, несприятливої демографічної ситуації (у зв'язку з неконтрольованим зростанням (зменшенням) чисельності населення).

Можна запропонувати таку багатокрокову процедуру (алгоритм) якісного аналізу ризику та поведінки його суб'єктів щодо прийняття рішень у ситуації, обтяженій ризиком (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Узагальнена формалізована процедура якісного аналізу ризику та поведінки його суб'єктів

2.2. РИЗИКОТВІРНІ ЧИННИКИ

У наукових публікаціях немає однозначного тлумачення щодо категорії чинників економічного ризику. Аналізу деяких з відомих підходів стосовно цієї проблематики присвячені праці [288, 235]. У [151, с. 194] не розрізняються чинники та причини ризику. Звичайно, з таким твердженням важко погодитися. У багатьох наукових працях і навчальних посібниках практично не розрізняються чинники ризику та види ризику в економіці. Наприклад, звичними є конструкції типу: до соціально-політичних ризиків можна віднести юридичні й правничі чинники; фінансові ризики складаються з таких чинників [287, с. 202—203]. Подібний підхід, як зазначається в [288], не є продуктивним у методичному аспекті, оскільки на його підґрунті неможливо провести розподіл (будь-який) між чинниками ризику й окремими його типами й видами, котрі, як правило, зумовлюються сукупністю чинників. Це, зрештою, не дозволяє створити однозначне, відносно несуперечливе підґрунтя для якісного аналізу й кількісної оцінки ступеня ризику. Таких прикладів можна навести чимало.

Необхідно наголосити, що з огляду на природу економічного ризику множина пізнаних й ідентифікованих чинників не може бути вичерпною цілком. Це суперечить основним підходам щодо онтології та гносеології ризику, філософії людського буття. Не секрет, що об'єктивно існує множина ідентифікованих чинників, але реально існують і латентні (на даний час) чинники. Тому однією з проблем є виявлення, ідентифікація й аналіз нових чинників ризику. Важливо пам'ятати, що соціально-економічне буття весь час трансформується, ситуації змінюються, а люди, попри всілякі негаразди, повинні залишатися людьми. Отже, систематизація чинників ризику є відкритою, тобто має будуватись таким чином, щоб залишалась можливість її поповнення новими чинниками, а також їх узгодженість між собою.

Зазначимо, що багатогранність поняття ризик зумовлена різноманітністю чинників, що характеризують як особливості конкретного виду діяльності, так і специфічні риси невизначеності, за умов якої ця діяльність здійснюється. Такі чинники називають ризикотвірними, розуміючи під ними сутність процесів та явищ, що впливають на виникнення (зумовлюють виникнення) того чи іншого виду ризику й характеризують його.

Здебільшого науковці радять у процесі аналізу чинників ризику виявляти ті з них, які впливають на конкретний вид ризику [110, с. 60]. Кількість ризикотвірних чинників, які потрібно вра-

ховувати, є досить великою. Як наслідок, їх класифікація набагато складніша, ніж класифікація ризиків. Так, розробники системи управління ризиками «Mark To Future» компанії Algorithmic наводять таблицю, яка демонструє співвідношення окремих груп ризику й породжуючих їх чинників. Згідно з цією таблицею передумовами ринкових ризиків можуть бути від 50 до 1000 чинників; на кредитні ризики впливає від 50 до 200 ризикотвірних чинників; 20—500 чинників позначається на ризиках управління активами підприємства (компанії).

Окремою проблемою є недостатня активність та зарозумілість керівництва і практиків стосовно розробки рекомендацій для аналізу окремих видів ризиків та їх впровадження в діяльність економічних служб компаній і підприємств. Зокрема, практично не досліджені кліматичні ризики й чинники, що впливають на них. У той же час, згідно з дослідженнями американських фахівців, у США кліматичні ризики суттєво впливають на виробництво продукції вартістю до 1 трлн доларів (з 7 трлн, що складають щорічний валовий продукт США).

Можна виокремити, виходячи з визначення ризику, основні принципи класифікації ризикотвірних чинників, згідно з якими останні можна поділити на дві групи:

- внутрішні чинники, що виникають у процесі діяльності підприємства;
- зовнішні чинники, що існують поза компанією.

До *внутрішніх чинників* можна віднести всі ті дії, процеси, предмети, причиною котрих є діяльність компанії як у галузі управління, так і в сфері обігу та виробництва (основна, допоміжна і забезпечуюча діяльність). До даної групи, як правило, включають плановірність, цілеспрямованість і ступінь обґрунтованості в діяльності керівництва й відповідних служб компанії щодо розробки стратегії розвитку підприємства, характеристики надійності функціонування технічних систем у компанії, рівня освіти персоналу тощо.

До категорії *зовнішніх чинників* належать політичні, науково-технічні, соціально-економічні та екологічні чинники. Таке трактування чинників носить макроекономічні риси. Характерними зовнішніми ризикотвірними чинниками є торги на валютних біржах, поведінка конкурентів, розвиток НТП тощо.

Окрім того, доречною є класифікація чинників ризику за ступенем їх впливу. Ці чинники можна умовно поділити на:

- об'єктивні — ті, на котрі компанія не може вплинути;
- суб'єктивні — ті, котрі піддаються впливу компанії.

Аналіз напрямів теоретичних досліджень у сфері ефективного управління ризиком дозволяє дійти висновку, що в цих дослідженнях не досить багато уваги приділяється окремим проблемам, недооцінка котрих у практичному використанні результатів теоретичних досліджень може призвести до невичерпного чи некоректного оцінювання впливу тих чи інших ризикотвірних чинників на відповідні види ризику. Одна з проблем полягає в тому, що не наголошується факт наявності низки ризикотвірних чинників, які впливають, іноді взаємовиключно, на динаміку одночасно кількох видів ризиків. Так, інфляція суттєво впливає на валютні, кредитні та відсоткові ризики в сфері вкладень у цінні папери. Погіршення політичної ситуації, в свою чергу, призводить до підвищення інвестиційних, політичних, країнних ризиків. У низці праць вважається доцільним введення поняття односкладових (простих) ризикотвірних чинників, що впливають лише на конкретний вид ризику, та складних (узагальнених) ризикотвірних чинників, що позначаються відразу на кількох видах ризику. Зазначимо, що наявність у групі ризикотвірних чинників для конкретного виду ризику хоча б одного складного чинника є підставою для обов'язкового комплексного аналізу всіх пов'язаних з ним видів ризиків. Наприклад, неточно визначений обсяг забезпеченості кредиту (один з чинників кредитних ризиків) призводить до виникнення ризику ліквідності та операційного ризику, оскільки використання забезпеченості «вимагає наявності комплексної інформаційної системи й суттєвих можливостей для здійснення внутрішнього контролю» [335].

Друга проблема полягає в тому, що ризикотвірні чинники розглядаються лише як чинники прямого впливу на конкретні види ризиків. Необхідно враховувати також можливість діалектичного переходу самого ризику в категорію ризикотвірного чинника, а це вимагає формування концепції про ризикотвірні чинники як фактори прямого й опосередкованого впливу. Як зазначається зокрема в [311], загальна практика розглядає ринковий і кредитний ризики окремо, що призводить до неповного відображення ризику. У зв'язку з цим у [235] вводиться поняття так званих ризикотвірних чинників першого і другого рівнів, що відповідають чинникам прямого й опосередкованого впливу. Актуальним є й необхідність наукового дослідження з систематизації ризикотвірних чинників другого рівня і ризиків, на котрі ці чинники впливають.

В економічній літературі наводяться два підходи до дослідження ризиків, що підтверджує наявність цих проблем. Просте-

жується досить потужна тенденція до селекційного аналізу ризиків з розглядом впливу на них усіх чинників. Однак здебільшого комплексний вплив складних ризикотвірних чинників на кілька груп ризиків ігнорується, що значною мірою знижує ефективність рекомендацій з аналізу та оптимізації ризиків, що досліджуються. Прихильники іншого підходу намагаються виявляти складні ризикотвірні чинники для конкретних видів ризиків, однак не враховують узагальненого впливу таких чинників на групи асоційованих з ними ризиків. Очевидно є необхідність використання комплексного підходу до дослідження ризиків, як про це йдеться зокрема в [320]: розглядати ризики інтегровано, а не відокремлено, як це було раніше.

Зазначимо, що більшість ризикотвірних чинників є односкладовими. Прикладом такого чинника є можливе зниження ціни золота, котре впливає лише на ринкові ризики і не впливає на організаційні та техніко-виробничі ризики. Прикладом складного ризикотвірного чинника є підвищення цін на енергоносії, котре впливає на ринкові ризики, а також організаційні (можливі «збої» системи виробництва) та кредитні ризики (можливе підвищення собівартості продукції, що призводить до неможливості своєчасного повернення кредиту). До складних ризикотвірних чинників необхідно віднести динаміку курсу гривні. У разі підвищення курсу банк, що має активи у валюті, зазнає збитки, що є наслідком ринкового ризику. Одночасно у разі, якщо банк надав або отримав кредит в іноземній валюті, він буде обтяжений кредитним ризиком.

У свою чергу, складні чинники ризику за ступенем впливу можна поділити на складні ризикотвірні чинники мікроекономічного й макроекономічного рівнів.

До складних ризикотвірних чинників мікроекономічного рівня, що впливають на діяльність будь-якого економічного суб'єкта (підприємство, банк, страхова компанія тощо), можна віднести:

- недобросовісність чи професійні помилки співробітників компанії;
- помилка в програмному забезпеченні;
- протиправні дії працівників компанії і третіх осіб (крадіжки, шахрайство тощо);
- помилки в технологічному процесі;
- рівень менеджменту.

До складних ризикотвірних чинників макроекономічного рівня можна віднести:

- зміну курсу гривні відносно провідних світових валют;

- темпи інфляції;
- зміну ставки рефінансування НБУ (LIBOR, MIROR та ін.);
- зміну цін на енергоносії;
- зміну ставок оподаткування;
- зміну кліматичних умов.

У низці наукових праць, зокрема в [288], йдеться про те, що суттєве значення має критерій інформаційних і ресурсних можливостей для розпізнавання та аналізу ризикотвірних чинників на рівні суб'єкта оцінки ризику. Йдеться також про те, що структура класифікації чинників ризику повинна відображати ієрархічну ступінчастість можливостей розпізнання й аналізу чинників ризику, а також управління ними. У [288] також пропонується двовимірний матрично-мережний принцип систематизації чинників економічного ризику в аграрному виробництві, а також створення ступінчастої системи моніторингу й аналізу чинників ризику.

У праці [235] йдеться про сутність чинників і джерел ризику. Чинники ризику — це причини або рушійні сили, що породжують ризик. Джерела ризику — це конкретні складові чинників ризику. У низці праць, зокрема [235], наводиться класифікація чинників і джерел виробничих, комерційних, фінансових, валютних та інших ризиків.

На нашу думку, залишаються актуальними подальші наукові дослідження щодо ризикотвірних чинників, їх систематизації, взаємодії, побудови інваріантної і деталізованих методик комплексного врахування та оцінювання. Це є підґрунтям для кількісного вимірювання ступеня ризику та управління ним.

2.3. КЛАСИФІКАЦІЯ РИЗИКУ

2.3.1. Методологічні та методичні підходи

У ризикології важливе місце належить класифікації ризику. Необхідно зазначити, що на даний час у цій проблематиці немає одностайної концепції. Класифікація ризику відбувається на вербальному рівні, хоча вже з'явилося кілька наукових праць, у котрих йдеться про доцільність використання кластерного аналізу для виокремлення окремих ризиків у певній сфері діяльності, наприклад в аудиті. Ризик є складним феноменом ринкової економіки, майже кожна наукова праця чи навчальний посібник з проблем ризикології доповнює класифікаційні ознаки або виокремлює нові форми та види економічного ризику. Існує безліч

підходів до класифікації ризику, але, на нашу думку, недоцільно поділяти ризики на такі, що піддаються вимірюванню, і такі, які неможливо виміряти [117]. Зрозуміло, що існують латентні (приховані) ризики, про які важко судити з позицій теперішнього рівня знань. Але, якщо ми виокремили певний вид (тип) ризику чи якусь ризикову ситуацію, то цей ризик необхідно певним чином оцінити, спираючись на судження експертів, використовуючи теорію нечітких множин тощо. У праці [165] виокремлюють групу ризиків, що пов'язані з нестачею інформації про стан зовнішнього середовища. Однак це жодною мірою не підвищує обґрунтованості класифікації, оскільки будь-яка господарська діяльність здійснюється в умовах невичерпної інформації.

Більшість вчених схилиються до судження, що методологічно обґрунтованим і продуктивним з погляду практичного використання є поділ ризику на систематичний і диверсифікований [294]. Ці два види ризику об'єктивно виникають не лише за фінансових, а й за реальних інвестицій. Більше того, прийняття будь-якого економічного рішення в ринковій економіці пов'язане з системними впливами, мінливістю кон'юнктури ринку загалом, а також з чинниками, котрі є специфічними щодо предметної області.

Для оцінки та управління ризиком змістовне й методичне значення має його розподіл на такі види, як чисті й фінансові, статичні й динамічні [17]. Наслідками чистих ризиків можуть бути лише збитки. До них можна віднести майнові, виробничі, транспортні, екологічні та інші ризики. Фінансові (спекулятивні) ризики можуть призвести як до збитків, так і спричинити додатковий виграш.

Дехто з авторів виокремлюють ризики управління, до яких можна віднести ризик цілепокладання, ризик маркетингу, ризик менеджменту. Ризик цілепокладання — це можливість неправильного визначення цілей діяльності. Ризик маркетингу — це можливість відхилень у результаті діяльності через конкретний вибір інструмента досягнення поставлених цілей. Ризик менеджменту — це можливість неправильних дій у процесі досягнення поставлених цілей. Останній ризик можна деталізувати на ризик вивчення, що полягає у невизначених, неструктурованих уявленнях суб'єкта управління про об'єкт управління, та ризик діяльності, пов'язаний з можливістю прийняття загрозливих рішень і виникнення ризику в процесі виконання цих рішень [107].

Формування в Україні ринку та ринкової інфраструктури, нових механізмів установлення господарських зв'язків, розвиток підприємництва, конкуренція потребують поглиблення теорії

економічного ризику, методів його аналізу, оцінювання та моделювання, оптимізації управління ризиком на всіх рівнях господарювання: державному, регіональному, місцевому, галузевому, підприємства, цеху, діляниці, незалежно від форми власності [50, 52, 63, 79, 81, 83]. Конкуренція змушує підприємців, менеджерів активно вивчати інформацію, щоб уникнути можливих помилок при здійсненні обтяжених ризиком виробничих, фінансових, комерційних та інших операцій. Зовнішні та внутрішні чинники, що зумовлюють ділову активність в умовах ринкової економіки, є динамічними. Успішно контролювати зовнішні чинники частіше за все можна лише за допомогою різних елементів і важелів маркетингу, здійснюючи моніторинг тощо.

Аналіз ризику доцільно проводити у розрізі його класифікаційних груп, зокрема:

- 1) за масштабами та розмірами (глобальний, локальний);
- 2) за аспектами (психологічний, соціальний, економічний, юридичний, політичний, медико-біологічний, комбінований, соціально-економічний);
- 3) щодо міри об'єктивності та суб'єктивності рішень (з об'єктивною ймовірністю, суб'єктивною ймовірністю, з об'єктивно-суб'єктивною ймовірністю);
- 4) за ступенем (мірою) ризиконасиченості рішень: мінімальний, середній, оптимальний, максимальний або допустимий, критичний, катастрофічний;
- 5) за мірою обґрунтованості — раціональний (обґрунтований), нераціональний (необґрунтований), авантюрний (азартний);
- 6) щодо часу прийняття ризикованих рішень (випереджаючий, своєчасний, запізнений);
- 7) щодо чисельності осіб, що приймають рішення (індивідуальний, груповий);
- 8) щодо ситуації — в умовах невизначеності (стохастичний ризик), в умовах конфлікту (конкуруючий ризик), в умовах розпливчастості.

Кожен вид ризику треба детально проаналізувати, змодельовати, розкласти на елементи, що дозволить певною мірою зменшити невизначеність ситуації, приймаючи відповідне рішення.

Запропоновані також такі принципи класифікації ризиків [233]:

- 1) класифікація ризиків повинна відповідати конкретним цілям;
- 2) класифікація з позицій системного підходу;
- 3) ризикові ситуації ризиків однієї групи повинні мати деталізацію одного порядку і відповідати цілям класифікації;

- 4) одна й та ж ризикована ситуація може містити різні ризики;
- 5) розглядаючи питання таксономії ризику, доцільно виокремити такі характерні ознаки цього явища: джерела ризику, об'єкт, що несе ризик, суб'єкт, що сприймає ризик (обтяжений ризиком).

У змістовній праці з економічного ризику українського вченого В. В. Чепурка [288] типізовано основні концептуальні підходи щодо класифікації ризику, котрі можна поділити на об'єктивний, предметний, чинниковий та аспектний. З нашого погляду, необхідно використовувати суперпозицію цих підходів, за винятком чинникового, бо такий підхід некоректний з методичного погляду. Причини й чинники ризику існують та об'єктивно зумовлюють можливість тих чи інших перетворень, трансформації, але реалізуються в ризик лише через ідентифікацію, узагальнення й дії суб'єкта ризику.

Об'єктивний підхід реалізується в класифікаціях, які деталізують ризики залежно від масштабів, рівнів управління тощо. За цим підходом можна деталізувати ризик на глобальний і локальний, внутрішній і зовнішній, мегарівня, макрорівня, мезорівня, мікрорівня, мінірівня, на рівні підприємства, галузі, міжгалузевий, регіональний, на рівні країни, глобальний.

Згідно з *предметним підходом* побудовані різні класифікації за сферою походження ризику, за джерелами походження, розподіл фінансових ризиків на валютний, кредитний, відсотковий, інвестиційний; розподіл підприємницьких ризиків на організаційний, ресурсний, кредитний, портфельний, інноваційний; здійснено також ідентифікацію ризиків управління [107].

Обґрунтованим і продуктивним з погляду управління ризиком є, на нашу думку, *аспектний підхід* до класифікації ризиків [288]. Він передбачає перехід від дослідження явищ до виявлення сутності, до узагальнень, які зорієнтовані на задачі оцінювання та вимірювання ступеня ризику, на управління ним. На аспектному підході базуються класифікації щодо ступеня обґрунтованості прийняття ризику, відповідності ризику допустимим його граничним значенням, що задаються суб'єктом ризику, залежно від міри його неохочності до ризику тощо. Сюди можна віднести й адекватність щодо своєчасності прийняття рішень і реагування на трансформаційні процеси, що породжують ситуацію ризику, ступеня системності, а також виокремлення чистих і фінансових ризиків, систематичного й диверсифікованого ризику.

Концепція аспектної класифікації ґрунтується на необхідності дослідження всіх можливих проявів ризику в певній предметній

області, виявлення його причин і чинників. Якщо вдається виокремити множини ознак чи відношень, що є інваріантними до конкретних проявів ризику та стосовно зумовлюючих їх чинників, то необхідно досліджувати також і можливі залежності й суперечності між ними. Потрібно також враховувати відповідність класифікації завданням і критеріям оцінки ризику, що впливають з цілей функціонування економічної системи (її місії) щодо управління ризиком у даній предметній сфері, прийнятій системі гіпотез.

Класифікація повинна бути не лише змістовною, але й разом з тим прагматичною. Вона доцільна у тому випадку, коли з неї можна отримати логічні продуктивні напрями щодо розробки методів кількісної оцінки ступеня ризику, раціональної системи методів й інструментарію управління ним. Узагальнена схема і послідовність основних кроків аспектної класифікації наведена на рис. 2.2 [288].

Наголосимо, що розвиток соціально-економічного об'єкта відбувається за невизначеності, характеристика якої зокрема залежить від складності й динамізму змін зовнішнього середовища, бо ситуації, що виникають, містять дедалі ширші невизначеності і новизну. За таких умов управління розвитком об'єкта різко ускладнюється, а минулий досвід управління, навіть дуже ефективний, все ж не може абсолютно однаково використовуватись для розв'язання нових проблемних ситуацій. Практично кожне рішення приймається керівництвом за невизначеності, тобто нестачі необхідної на даний момент інформації щодо існуючих фактів і можливих майбутніх подій, а також в умовах обмеженості ресурсів, а нерідко й часу. Це призводить до зростання ступеня ризику, пов'язаного зокрема з помилками керівництва в момент цілепокладання і прийняття стратегічних рішень щодо забезпечення стійкого розвитку відповідних об'єктів. Цілепокладання згадується тут не випадково, бо поставлені цілі можуть нести в собі небезпеки й загрози.

Необхідний перехід від традиційного управління на підставі минулого досвіду до розгорнутого стратегічного аналізу, що виявляє ті зовнішні тенденції, ризик, загрози й шанси, котрі здатні змінити ситуацію. Урахування та використання в своїх інтересах змін, які відбуваються в оточуючому середовищі, дає можливість економити ресурси на розвиток і водночас знижувати ступінь ризику. Звідси зростає роль методів і технологій, які враховують умови швидкої змінюваності зовнішнього середовища стосовно розвитку складного соціально-економічного об'єкта і таких, що дозволяють прогнозувати настання ризикової ситуації та вживати заходи щодо зниження ступеня ризику.

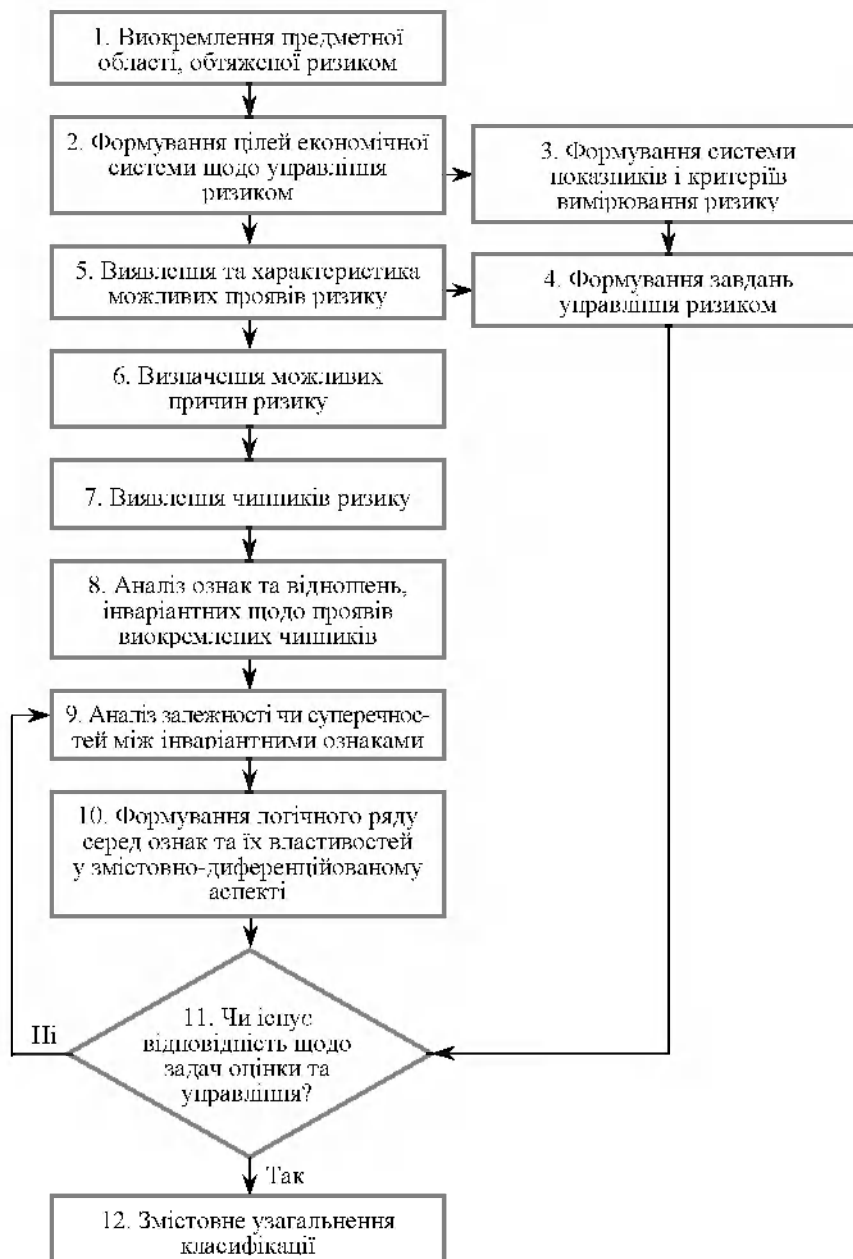


Рис. 2.2. Узагальнена схема аспектної класифікації ризику

Підґрунтям технології когнітивного аналізу та моделювання є когнітивна (пізнавально-цільова) структуризація знань про об'єкт та зовнішнє щодо нього середовище, зокрема коли об'єкт і зовнішнє середовище розрізняються «нечітко» [176]. Мета такої структуризації — виявлення найсуттєвіших (базисних) чинників, які характеризують «прикордонний» шар взаємодії об'єктів і зовнішнього середовища, і встановлення якісних причинно-наслідкових зв'язків між ними, тобто які впливи здійснюють чинники один на одного в процесі їх змін. Взаємовплив чинників відображається за допомогою когнітивної карти (моделі), котра є знаковим (зваженим) орієнтованим графом. Взаємозв'язок чинників визначається ваговим коефіцієнтом, за яким зміна одного чинника впливає на зміну іншого, та знаком цього впливу: додатним (посилюючим) чи від'ємним (гальмуючим) [176].

Відбір базисних чинників реалізується на підґрунті PEST-аналізу (*Policy* — політика, *Economy* — економіка, *Society* — суспільство, *Technology* — технологія), що є інструментом, який історично склався, і чотирьохелементним аналізом зовнішнього середовища, за допомогою якого оцінюються політичний, економічний, соціокультурний і технологічний аспекти зовнішнього середовища щодо досліджуваного об'єкта. Це основні, але не всі елементи. Може виявитись, що специфіка досліджуваного об'єкта, а також цілі дослідження вимагають розширеного аналізу зовнішнього середовища. Зокрема, суттєвий вплив можуть мати геополітичні чинники. Однак не можна виключати і внутрішнє середовище, яке є чинником невизначеності.

Наступний крок структурування — це ситуаційний (стратегічний) аналіз (SWOT-аналіз), підґрунтям якого є завдання виявлення чинників, які характеризують можливості чи загрози для розвитку об'єкта з боку зовнішнього середовища, а також чинників, що характеризують сильні й слабкі сторони самого об'єкта і тенденції їх зміни. Важливо вміти розпізнати точку стратегічного впливу за «слабкими сигналами» із зовнішнього середовища, тобто за ранніми і неточними ознаками, які надходять із зовнішнього середовища, визначити попередники ризикованих ситуацій.

На підставі технології аналізу різних комбінацій сильних сторін із загрозами й можливостями формуються і структуруються ризикові (проблемні) зони, для кожної з яких переважаючою є своя стратегія розвитку об'єкта. Перспективність тієї чи іншої стратегії для досягнення цілей розвитку об'єкта у визначених ризикових зонах може перевірятись засобами когнітивного моделювання. Саме воно дає змогу підготувати (заздалегідь) альтернативні варіанти рішень

щодо зниження ступеня ризику у визначених ризикових (проблемних) зонах для безпечного досягнення поставлених стратегічних цілей розвитку складного соціально-економічного об'єкта. Для цього можна передбачити використання таких режимів моделювання.

Моделювання принципової можливості досягнення поставленої цілі управління (розв'язок оберненої задачі) дозволяє визначитись, чи існує можливість досягнення цілі управління в даній ситуації за обраного напрямку її реалізації. Вказаний режим припускає, що жодних ресурсних обмежень (наприклад, бюджетних) немає, тобто розглядається ідеалізована ситуація. В результаті моделювання можна отримати не лише відповідь на питання, чи існують принципові можливості щодо поліпшення ситуації в досліджуваному об'єкті за обраного напрямку розвитку, але й інформацію про необхідні ресурси для реалізації управлінських рішень, досягнення цілей.

Моделювання реальних можливостей досягнення поставлених цілей, коли враховуються обмеження на ресурси, тобто розглядаються реальні можливості руху в обраному напрямі.

Технологія когнітивного аналізу та моделювання дозволяє:

- досліджувати проблеми з нечіткими чинниками та взаємозв'язками;
- враховувати зміни зовнішнього середовища;
- залежно від виокремлених ризиків чи можливостей планувати (прогнозувати) майбутнє з урахуванням наявних на сьогодні перспектив, ресурсів і засобів;
- використовувати тенденції розвитку ситуації, що об'єктивно склались, в своїх інтересах;
- формувати обґрунтовані стратегії соціально-економічного розвитку.

Такі технології отримують довіру в структурах, які займаються стратегічним управлінням на всіх рівнях ієрархії управління. Тут вже йдеться про якісний та кількісний аспекти аналізу ризику. Стосовно проблем класифікації ризику, то цей аспект ризикології потребує подальшого розвитку.

2.3.2. Характеристика видів ризику в деяких сферах економічної діяльності

Ризик у фінансовому менеджменті

У [18] зазначається, що фінансовий ризик — це комерційний ризик (рис. 2.3). Ризики бувають чисті та спекулятивні. *Чисті ризики* означають можливість збитків або досягнення запланованого результату. *Спекулятивні ризики* виражаються як у можливос-

ті одержання позитивного результату, так і негативного. Фінансові ризики — це спекулятивні ризики. Інвестор, здійснюючи вкладення капіталу, заздалегідь знає, що можливі як доходи, так і збитки. Особливістю фінансового ризику є можливість настання збитків у результаті проведення будь-якої операції в фінансово-кредитній та біржовій сферах. До фінансових ризиків належать: кредитний, відсотковий, валютний, втрачених фінансових зисків.

Кредитні ризики — загроза несплати боржником основного боргу та відсотків, що належать кредиторів.

Відсотковий ризик — загроза втрати комерційними банками, кредитними установами, інвестиційними фондами, селенговими компаніями в результаті підвищення відсоткових ставок, сплачуваних ними по залучених коштах, понад ставки за надані кредити.

Валютні ризики являють собою загрозу валютних збитків, пов'язаних зі зміною курсу однієї валюти відносно іншої та національної валюти під час проведення зовнішньоекономічних кредитних та інших валютних операцій.

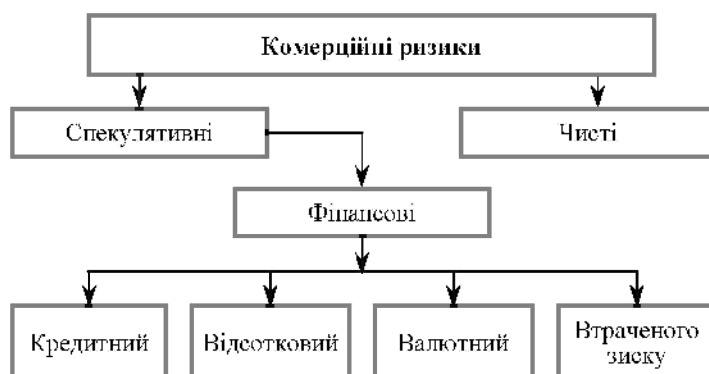


Рис. 2.3. Види ризиків

Ризик втраченого фінансового зиску — це ризик настання опосередкованих фінансових збитків (недоотримання прибутку) внаслідок нездійснення будь-якого заходу (наприклад, страхування) чи зупинки певного виду господарської діяльності.

Банківський ризик

Проблемам, що пов'язані з банківським ризиком, присвячена велика кількість праць. Детальний аналіз банківського ризику наводиться, зокрема, в [20, 227, 356]. Розглянемо лише основні види ризиків, якими можуть бути обтяжені банки.

Кредитний ризик асоціюється з можливою несплатою з боку боржника банку.

Відсотковий ризик охоплює вплив динаміки відсоткових ставок на прибутковість банку.

Валютний ризик виникає за несприятливого впливу на банк динаміки курсів валют.

Ризик ліквідності охоплює зміни щодо відсоткових ставок та інших елементів ринків, результатом чого може стати раптове зниження ліквідності.

Ризик фінансування — це досить обтяжлива форма ризику, котра суттєво впливає на пасивну сторону балансу.

Акціонерний ризик впливає на банк як на емітента власних акцій (для фінансування свого балансу і певних операцій) і як на інвестора в акції інших компаній.

Товарний ризик може мати опосередкований несприятливий вплив на банк, бо скрутне становище компаній, з якими банк має значні для нього фінансові відносини, може бути пов'язане з різким погіршенням стану на товарних ринках.

Ризик андеррайтингу (гарантування випуску цінних паперів) — це ризик того, що банк випустив активи, які виставлялись на ринку, але не були продані.

Політичний ризик можна визначити як такий, що генерується економічним середовищем певної країни в цілому та діями уряду, зокрема, як небезпека зміни існуючих умов податкової та митної політики, політики цін, трансферту тощо.

Економічний ризик пов'язаний із загальними змінами в економіці, які перебувають практично поза прямого контролю окремих суб'єктів економічної діяльності.

Демографічний ризик слід враховувати під час стратегічного планування компаній і банків. Різниця інтересів (пріоритетів) між окремими соціальними групами населення і групами з різним обсягом доходів, віком тощо можуть мати суттєвий вплив на успіхи маркетингових заходів як підприємств, так і банків.

Ризик репутації теж відіграє значну роль у діяльності компаній і банків. Він може впливати як на активну, так і пасивну сторону балансу, бо потенційні клієнти можуть відмовитись від послуг банку, репутація якого «підмочена».

Найважливішими елементами, покладеними в основу класифікації банківських ризиків, є [20, 356]:

- тип або вид комерційного банку;
- сфера його впливу та основні чинники виникнення банківського ризику;

- склад (структура) клієнтів банку;
- розподіл ризику в часі;
- можливості та засоби, доступні для управління банківськими ризиками.

Сьогодні, враховуючи напрями основної діяльності банків, можна говорити про три типи комерційних банків: спеціалізовані, галузеві, універсальні. Зрозуміло, що набір і структура банківських ризиків для них будуть різними.

У спеціалізованих комерційних банках, наприклад інноваційних, переважають ризики, пов'язані з кредитуванням нових технологій. За результатами вибіркового статистичного аналізу можна стверджувати, що найбільшим ризиком обтяжене введення в експлуатацію технологічної новинки без попереднього оцінювання її потенційної ефективності, а саме:

- використання нової технології розпочато передчасно, ще до того, як затрати на виробництво узгоджені з реальним рівнем ринкових цін;
- продукція вироблена до того, як покупець готовий заплатити за новинку, тобто обсяг потенційного попиту недостатній для того, щоб окупити витрати.

Існує й інша класифікація ризику — залежно від сфери виникнення банківських ризиків: ризик країн, ризик фінансової надійності окремого банку (ризик недостатності капіталу банку, ризик незбалансованої ліквідності, ризик недостатності резервів), ризик окремого виду банківської операції. Так, кредитний ризик за окремою операцією складається з ризику несплати, ризику невідшкодування, ризику інкасування (банківської гарантії), юридичного ризику, ризику нерентабельності кредиту тощо.

Дуже важливу роль для прогнозування ймовірних збитків банку відіграє розподіл ризику у часі.

Валютний ризик

Причиною валютних ризиків є коротко- і довгострокові коливання обмінних курсів валют, які визначаються величиною попиту і пропозиції. Попит на купівлю чи продаж валюти перебуває під впливом коротко- і довгострокових чинників. Довгострокові тенденції щодо зміни курсів валют залежать від стану економіки країни, короткострокові тенденції — від ринкових умов та інших короткострокових чинників попиту-пропозиції.

Основні види валютного ризику: операційний, трансляційний, економічний.

Операційний ризик — випадкові зменшення чистого надходження грошових коштів; зниження прибутків і чистого доходу на одну акцію; зменшення частки ринку збуту. Цей вид валютного ризику пов'язаний в основному з торговельними операціями, а також угодами щодо фінансового інвестування і дивідендними (відсотковими) платежами. Операційним ризиком обтяжені як обіг грошових коштів, так і рівень прибутку.

Трансляційний ризик — випадкове зменшення в звітності вартості пасивів в іноземній валюті, що призводить до зниження чистої вартості компанії (підприємства); зменшення у звітності прибутків і показника чистого (нетто) доходу на кожну акцію компанії (підприємства). Трансляційний ризик пов'язаний з інвестиціями за кордон та іноземними кредитами. Він впливає на величину показників статей балансу і звіту щодо прибутків і збитків при їх перерахунках у національну валюту, а також змінює показники консолідованого балансу групи компаній.

Економічний ризик — це випадкове зниження конкурентоспроможності, зниження довгострокової рентабельності. Цей ризик стосується майбутніх контрактних угод. Він має довгостроковий характер, пов'язаний з перспективним розвитком компанії (фірми).

Якщо компанії (фірми) регулярно купують чи продають товари за кордон, вони постійно обтяжені ризиком скорочення виручки чи зростання затрат, пов'язаних з несприятливими змінами курсів валют.

У міжнародній торгівлі економічний ризик існує завжди і компанії (фірми) повинні прагнути до його максимально можливого зниження.

Існують два головних наслідки економічного ризику для компанії у разі несприятливої зміни обмінного курсу валют:

- зменшення прибутку від майбутньої операції. Такий економічний ризик називається прямим;
- втрата певної частки цінової конкурентоспроможності порівняно з іноземними товаровиробниками. Такий економічний ризик називається опосередкованим.

Інвестиційний ризик

Інвестиційна діяльність в усіх її формах та видах обтяжена ризиком, ступінь якого посилюється з переходом до ринкової економіки. Це пов'язане зі зростаючою невизначеністю і швидкими динамічними змінами в економічній ситуації в країні в цілому і

на інвестиційному ринку зокрема: розширюються пропозиції для інвестування приватизованих об'єктів; з'являються нові емітенти і фінансові інструменти тощо.

Види інвестиційних ризиків досить різноманітні та численні. Основні з них подано на рис. 2.4 [25].



Рис. 2.4. Види інвестиційних ризиків

Щодо сфери прояву виокремлюють такі види інвестиційних ризиків:

- *економічний ризик*, пов'язаний з можливими змінами економічних чинників. Оскільки інвестиційна діяльність здійснюється в економічній сфері, то вона найбільшою мірою пов'язана з економічним ризиком;
- *політичний ризик*, пов'язаний з різними можливими видами адміністративних обмежень інвестиційної діяльності, які залежать від змін здійснюваного державою політичного курсу;
- *соціальний ризик*, пов'язаний з можливістю страйків, здійснення під впливом працівників інвестованих компаній (підприємств) незапланованих соціальних програм;
- *екологічний ризик*, пов'язаний з можливістю екологічних катастроф і лих (пожеж, землетрусів, повеней тощо), що може спричинити прямі чи опосередковані збитки щодо діяльності інвестованих об'єктів;
- *інші види ризиків*. До них можна віднести рекет, крадіжки майна, брехню з боку інвестиційних чи господарських партнерів тощо.

Щодо форми інвестування:

- *ризик реального інвестування* пов'язаний з невдалим вибором місця розташування об'єкта, який споруджують; збоями у постачанні будівельних матеріалів і обладнання; значним зростанням цін на інвестиційні товари; вибором некваліфікованого чи нечесного підрядника тощо, що затримує впровадження в експлуатацію об'єкта інвестування чи знижує дохід (прибуток) у процесі його експлуатації;

- *ризик фінансового інвестування* пов'язаний з непередбачуваним підбором фінансових інструментів для інвестування; фінансовими труднощами чи навіть банкрутством окремих емітентів; непередбачуваними змінами умов інвестування; прямим ошуканням інвесторів тощо.

Щодо джерел виникнення виокремлюють два основних види ризиків:

- *систематичний (ринковий) ризик* визначається зміною стадій економічного циклу розвитку країни чи кон'юнктурних циклів розвитку інвестиційного ринку; значними змінами у податковому законодавстві й іншими аналогічними чинниками, на які інвестор не в змозі вплинути, обираючи об'єкти інвестування;

- *несистематичний (специфічний) ризик*. Цей вид ризику притаманний певному об'єкту інвестування чи діяльності певного (конкретного) інвестора. Він може бути спричинений некваліфікованим керівництвом компанією (підприємством) — об'єктом інвестування, посиленням конкуренції в певному сегменті інвестиційного ринку; нераціональною структурою інвестованих коштів та іншими аналогічними чинниками, небажані наслідки яких можна було б попередити, уникнути у разі ефективного управління інвестиційним процесом (проектом).

Розподіл інвестиційного ризику на систематичний і несистематичний є важливим принципом у теорії портфеля (диверсифікації).

Підприємницький ризик

За видами підприємницький ризик поділяють на:

- ризик помилкової стратегії;
- ризик вибору товарів і споживачів (сегмента ринку);
- ризик неправильної оцінки кон'юнктури ринку (співвідношення попиту і пропонування, потенційної ємності ринку, ступеня конкуренції, цінової політики тощо);

- ризик інфляції і зумовленого нею зростання цін на сировину, напівфабрикати, комплектуючі, зміни темпів зростання заробітної платні;

- ризик транспортування сировини і готової продукції;
- ризик нестабільності податкового законодавства, кредитно-грошової політики, митних правил тощо.

Детальніше класифікація фінансових ризиків та їх аналіз подані, зокрема, в [67, 227, 230, 307, 323, 356].

2.3.3. Необхідність урахування специфіки підприємницької діяльності в дослідженні ризику

У процесі дослідження ризику, зокрема комерційної організації, необхідно значну увагу приділяти специфіці її діяльності. Це, по-перше, дозволить на початковому етапі аналізу обмежити коло досліджуваних ризиків до тих, які безпосередньо впливають на функціонування компанії. Наприклад, для фермерських господарств є сенс досліджувати кліматичні ризики й виключити з розгляду (не завжди) валютні ризики. По-друге, урахування специфіки діяльності комерційної організації дозволяє виокремити пріоритети щодо дослідження профільних ризиків, розгляд їх у першочерговому порядку.

З огляду на специфіку діяльності комерційних організацій розрізняють кілька базових видів підприємництва:

монетарний сектор:

- банківська діяльність
- страхова діяльність;
- професійна діяльність на ринку цінних паперів;

реальний сектор:

- виробництво промислової продукції й будівництво;
- виробництво сільськогосподарської продукції;
- діяльність у сфері послуг (торгівля, харчова сфера тощо);
- матеріально-технічне постачання й збут продукції.

Для кожного з цих видів підприємництва певною мірою досліджені основні види профільних ризиків, що обтяжують цю діяльність.

Ризики виробничих підприємств

Ризики, з котрими зіштовхується менеджер на підприємстві, досить різноманітні, однак існує низка причин, через які певним видам ризиків приділяється найбільша увага. Так, досі в Україні існує нерозвинутий фондовий ринок і тому актуальними є питання, пов'язані з капіталом. На практиці зусилля менеджерів зведені в основному до мінімізації впливу на діяльність підприємств

техніко-виробничих ризиків. Але провідна роль ринку цінних паперів у розвинутій ринковій економіці зумовлює посилену увагу економічних служб західних корпорацій до портфельних інвестицій. Особлива увага приділяється кредитним ризикам [317]. Є підстави вважати, що з оновленням основних виробничих фондів українських підприємств, розвитком ринку цінних паперів та розширенням фінансування відбудеться зміна пріоритетів. Основні зусилля спрямовуватимуться у фінансову сферу.

У багатьох розвинутих країнах відбуваються не лише технологічні перетворення і реструктуризація економіки, але й модифікація стратегії менеджменту, котра впроваджується західними фірмами під впливом японської економіки [239]. У підґрунтя нового підходу покладено зміну ставлення до споживачів товарів (послуг), торгових партнерів, робітників підприємств. Ці відносини на ділі, а не лише на словах, прагнуть зробити менш конфронтаційними (суперечливими), конкурентні стратегії доповнюються стратегіями співпраці. Співвідношення управлінських функцій власників фірм (підприємств), менеджерів, трудових колективів формуються під впливом процесів управлінської конвергенції, делегування повноважень тощо. Дифузія власності і відповідно конвергенція функцій управління серед різних суб'єктів ринкових відносин являє собою на сьогодні важливу тенденцію розвитку. Поєднання певною мірою функцій цих суб'єктів при одночасному їх розмежуванні призводить до зниження ступеня економічного ризику.

Розглянемо, в якому взаємозв'язку перебувають пріоритетні ризики підприємств з пріоритетними ризиками інших сфер підприємництва.

Ризики банків

На думку багатьох фахівців найактуальнішою проблемою комерційних банків пострадянських країн є управління кредитним ризиком [134]. За деякими даними, саме він становить понад 60 % [306] у загальній структурі ризиків банківської діяльності. Другим за мірою впливу на банківську діяльність вважається операційний ризик. Не менш значним у банківській діяльності вбачається ринковий ризик, що пояснюється великою залежністю банківських операцій від базових ринкових чинників — рівня відсоткових ставок, курсів валют.

Невелика частка операційних ризиків на підприємстві пояснюється відносною стабільністю діяльності підприємств та більш

ретельно розробленим виробничим циклом. В цілому прямої залежності ризиків підприємства й банку не спостерігається, бо банк, як правило, обслуговує значну кількість клієнтів. Інша справа, коли створюються широкомасштабні фінансово-промислові групи.

Ризики страхових компаній

Досліджуючи ризики страхових компаній, можна дійти висновку, що існують кілька систем класифікації. Зокрема, виокремлюються ризики залежно від видів страхової діяльності [272]. Аналізуючи ризики страхових компаній загалом, можна дійти висновку, що найзначнішим є вплив операційного ризику. Цей ризик в основному пов'язаний з діями персоналу. Кредитні й ринкові ризики в діяльності страхових компаній проявляються не меншою мірою. Насамперед, це ризики, пов'язані з обслуговуванням договорів, бо, отримуючи від страхувальників кошти, компанії необхідно їх вкладати. Значна частка коштів розміщується на ринку цінних паперів.

Структура кредитних ризиків підприємств і страхових компаній певною мірою схожа (маються на увазі інвестиції). Операційні ризики підприємств значно нижчі, ніж у страхових компаній. Це пояснюється тим, що підприємства прагнуть перекласти (продати) техніко-виробничі ризики на страховиків, внаслідок чого ці ризики переходять у частку операційних ризиків страхових компаній.

Ризики учасників ринку цінних паперів

На ринку цінних паперів найвагомішими є операційні ризики. Ними обтяжені як інвестори, так і професійні учасники ринку цінних паперів. Це пов'язано насамперед з недосконалістю законодавчої бази, недостатньою опрацьованістю системи функціонування фондового ринку, нерозвинутістю електронної комерції.

Ринкові ризики на тлі операційних відіграють другорядну роль, незважаючи на суттєвий вплив стану фондового ринку на економічну кон'юнктуру загалом. Однак з розвитком ринку цінних паперів очікується зростання частки ринкових ризиків у даній структурі.

Підприємства, відіграючи роль інвесторів, перекладають свої відносно невеликі кредитні та ринкові ризики на професійних учасників фондового ринку, підвищуючи операційні і ринкові ризики останніх.

Ризик виробничих підприємств

З огляду на сказане можна дійти висновку, що ризики підприємств тісно пов'язані з ризиками інших видів підприємництва.

Урахування операційних ризиків у діяльності підприємств відіграє меншу роль порівняно зі страховими компаніями, банками, професійними учасниками фондового ринку.

Пріоритетним для підприємств є зниження техніко-виробничих ризиків. У той же час ці ризики формують основу операційних ризиків страхових компаній, бо підприємства прагнуть перекласти їх на страховиків.

Вплив кредитних ризиків у даний час для підприємств незначний. Це пояснюється нерозвинутістю фондового ринку (відсутністю портфельних ризиків) і низьким рівнем кредитоспроможності більшості підприємств. У той же час ці ризики впливають на професійних учасників фондового ринку, де підприємство виступає як інвестор (прагнучи вкласти кошти) чи як позичальник (розміщуючи акції та облігації). Кредитні ризики підприємств у даному разі переходять в операційні ризики трейдерів.

Ринковими ризиками підприємства обтяжені через специфіку їх діяльності (стосовно цін на вироблену продукцію та послуги).

Ризики інших суб'єктів господарювання також тісно поєднані: котировки на фондовому ринку — від результатів діяльності підприємств; банківські ризики — від добропорядності підприємств і професійності брокерів; ризики страхових компаній — від ефективності вкладень у цінні папери, надійності обслуговуючого банку, компетентності керівництва підприємств.

2.4. СУБ'ЄКТИ РИЗИКУ

Якщо йдеться про необхідність урахування ризику в певному виді економічної діяльності (певному проекті), передусім мають на увазі інтереси суб'єктів: замовника, інвестора, виконавця (підрядника) чи продавця, покупця, а також страхової компанії [18]. Коли немає зацікавленості в результатах, то не існує й ризику.

Акціонери і кредитори певної компанії (підприємства) розраховують на винагороду, яка відповідає ринковим умовам, відсотковим ставкам і дивідендам по аналогічних акціях та інших видах фінансових зобов'язань. Їхні сподівання можуть справдитися лише в тому разі, коли прибутки будуть достатніми для здійснення відповідних сплат.

Дуже багато в успішній діяльності компаній (фірм) залежить від них самих (менеджерів, управлінської команди). Для підприємців, менеджерів, які досягли найбільших успіхів (див. *Лі Якокка* «Кар'єра менеджера» [301]), характерними є такі риси, як цілеспрямованість, пошук нових можливостей, ініціативність, знання справи, готовність іти на обґрунтований, допустимий (але не авантюрний) ризик, орієнтація на ефективність, якість, а також здатність переконувати.

Бізнес, який є одним з джерел добробуту, вимагає не лише знань, технологій і вміння. Він також потребує таких морально-етичних якостей, як наполегливість, старанність, підприємливість, обережність, котра допускає розсудливий (раціональний) ризик, вірність у ділових та особистих стосунках, а також сміливість, що допомагає прийняти важкі, інколи навіть болісні рішення, без яких, однак, не зробиш справи і не подолаєш можливі перешкоди; виховання в собі дисципліни сприйняття інформації та певної поведінки [60, 65].

Ризик — невід'ємна складова людського буття. Ми можемо приймати рішення, які зменшують економічний ризик, але не в змозі уникнути його повністю. У визначенні економічного ризику (п. 2.1) звертається увага на те, що ризик — це об'єктивно-суб'єктивна економічна категорія [64]. Як зазначалося у п. 2.1, до суб'єктивних чинників належать ті, що характеризують суб'єкт ризику (управлінську команду, менеджера, підприємця). Сподівання на максимальний прибуток, з одного боку, і страх підприємницького ризику, з іншого, переконують, що успіх у бізнесі (менеджменті) можливий лише для тих, хто добре володіє обраною галуззю діяльності та на високому професійному рівні сміливо вирішує завдання, які постають. В усі часи економічний прогрес залежав від готовності керівника (підприємця) йти на ризик, що характеризує здібності до підприємництва і творчої діяльності. У менеджменті керівник, що ухиляється приймати ризиковані рішення, вважається небажаним для фірми, оскільки приводить її до застою [301].

У працях [112, 140] аналізуються, зокрема, такі проблеми:

- підприємці та ризик;
- власники венчурного капіталу та ризик;
- ризик і приватні інвестиції.

Виокремлюють три джерела ризику: брак часу для прийняття рішень, брак інформації, недостатні можливості для управління ситуацією. При прийнятті рішень у бізнесі, як правило, бракує часу для всебічної оцінки їх наслідків. Використовувана для цьо-

го інформація буває неповною, неадекватною ситуації чи просто відсутньою. Прийняття рішень у невизначеній ситуації пов'язане з неминучим ризиком.

Виявлення причин і чинників ризику мовою менеджменту ризику — це один з аспектів володіння ним [204]. Володіння ризиком передбачає не лише його чітке усвідомлення, виявлення чинників, структури, а також наявність заздалегідь розроблених і реальних у ресурсному (фінансовому) розумінні планів. Такий план може передбачати створення страхових і резервних фондів, страхування в спеціалізованій компанії (організації). У тому разі, коли за збитки, пов'язані з ризиком, відповідає третя особа, наприклад страхова компанія, це означає застосування методу перекладення ризику.

Щодо зниження ступеня ризику збитків, то важливе значення має розробка низки альтернативних варіантів плану (проекту). Це дає змогу вибрати найкращий з них, застосовуючи економікоматематичні моделі та методи. Спочатку людина (суб'єкт ризику) усвідомлює ризикованість ситуації, бачить можливі потенціальні втрати (збитки), причому не лише грошей, а й престижу, згоди з керівництвом, роботодавцями, постачальниками тощо. Усвідомивши ситуацію як таку, що обтяжена ризиком, оцінює її прийнятність для себе.

На відміну від теорії прийняття рішень, вихідний пункт якої — гіпотеза, що суб'єкт вже перебуває в ризикованій ситуації, людина (керівник) вирішує, чи входити, чи не входити до неї. Навіть увійшовши в ризиковану ситуацію, вийти з якої не дуже просто (наприклад, необхідність сплатити значний штраф), можна пристосуватись до ризику, спробувати модифікувати обставини, що склались. Так, відклавши на деякий час рішення, маємо змогу знайти невідомі до цього можливості чи зібрати додаткову інформацію. Ризик можна знизити за допомогою страхування, делегування повноважень тощо. Але за додаткову інформацію треба платити, за страхування — теж. Відклавши рішення, можна потрапити в ситуацію ризику невикористаних можливостей.

Психологічна теорія рішень вивчає важливі проблеми впливу особистих рис на прийняття рішень, обтяжених ризиком. Їм присвячена досить велика кількість праць, зокрема [202]. Для кожної стадії прийняття ризикованого рішення характерні свої закономірності [173]. Так, на стадії усвідомлення і попереднього оцінювання (вимірювання) ризику його суб'єкт фокусує свою увагу, приміром, на одній-двох найважливіших, з його погляду, характеристиках. Найчастіше це стосується величини очікуваного до-

ходу (наприклад, коли йдеться про доцільність інвестицій, причому його нерідко оцінюють за максимумом) і майже не замислюються про ймовірність збитків. Тобто інформація про конкретну ситуацію формується в суб'єкта ризику двома етапами: спочатку обирається одна з характеристик — деяке обмеження, а друга — критерій (мета). При цьому відхиляють усі альтернативи, що не відповідають обраним обмеженням; далі з тих альтернатив, що залишилися, обирають ту, яка забезпечує найкращий рівень характеристики, обраної за мету. Як правило, характеристику «ймовірність одержання не меншого від певного заданого значення прибутку» розглядають як обмеження, а «величину сподіваного прибутку» — як мету. Пристосуватися до ризику можуть також допомогти дії, що знижують імовірність небажаних подій чи величину потенційних збитків; розподіл наслідків ризику серед контрагентів (промисловців, підприємців чи суспільства в цілому).

Варті уваги проблеми, пов'язані з дослідженнями внутрішнього і зовнішнього пристосування особи до ризику. Зовнішнє пристосування (екстравертність) до ризику полягає в спробі суб'єктом ризику якимось модифікувати зовнішнє оточення (середовище), щоб дістати деякі переваги. Це маневрування ресурсами, маніпулювання поведінкою контрагентів (партнерів) при укладанні угод тощо.

Внутрішнє пристосування (інтравертність) до ризику є характерним для осіб, що не дуже вірять у можливості контролю над зовнішнім оточенням і прямого впливу на нього. Їх основний інструмент — це збір додаткової інформації, виграш у часі, підключення своїх керівників до процесу прийняття відповідальних рішень, генерація нових альтернатив.

Наприклад, приймаючи рішення стосовно великих інвестицій, деякі особи, які відповідають за прийняття рішень, намагаються торгуватися з банком відносно умов позики, ставок відсотків, графіків виплат або залучити банк до справи своєї фірми на правах співучасника (це — зовнішнє пристосування). Іншими особами більше уваги приділяється збиранню інформації про можливість банку та його зацікавленості в наданні кредиту фірмі чи формуванні альтернативних обхідних шляхів на випадок невдачі операції і падіння авторитету особи у фірмі (це — внутрішнє пристосування до ризику).

Приймаючи рішення, доцільно виявити інтереси основних учасників подій: хто яку позицію займає, хто і як ставиться до вашої ініціативи. У результаті ще заздалегідь буде певний розклад можливого перебігу подій (пов'язані з цим суперечності та

перешкоди, котрі зумовлюють ризик). Для ведення переговорів це досить важливий чинник, який дозволяє здійснити аналіз ситуації, обтяженої ризиком, та вжити відповідних заходів щодо її переведення у сприятливішу.

2.5. СПРИЙНЯТТЯ РИЗИКУ

2.5.1. Психологічне сприйняття ризику

Згідно з теорією особистості й особистісного зростання, розробленою одним із засновників так званої гуманістичної психології *А. Маслоу*, всім індивідуумам притаманні не лише фізіологічні, але й психологічні потреби [332]. Останні, так само як і фізіологічні, повинні задовольнятися задля збереження фізичного і духовного здоров'я. До переліку психологічних потреб належить потреба безпеки. Її роль і положення щодо інших потреб відіграє найважливішу роль у розумінні психологічного підґрунтя сприйняття ризику.

У переліку основних потреб людини діє, за Маслоу, певна ієрархія пріоритетів, яка включає п'ять рівнів потреб:

- 1) самоактуалізації (розвитку здібностей);
- 2) поваги (самоповаги, визнання);
- 3) любові і належності (сім'ї, дружби);
- 4) безпеки (стабільності, порядку);
- 5) фізіологічна (їжа, вода, сон тощо).

П'ятий (найнижчий) рівень відповідає примітивним (фізіологічним) потребам людини, які служать фундаментом для психологічних потреб. Безпосередньо на цьому підґрунті перебуває нижчий рівень психологічних потреб, зайнятий потребою безпеки. Потреби нижчих рівнів вимагають задоволення першочергово. Паралельно з цим виникають потреби більш високих рівнів. Вищий рівень займає потреба самоактуалізації, котра є повною реалізацією талантів, здібностей, можливостей тощо.

Потреба безпеки має власну внутрішню структуру: вона включає не лише забезпечення фізичної безпеки, а й також досягнення почуття захищеності від фізичних та емоційних загроз. Почуття емоційної безпеки (комфорту) можна вважати близьким до почуття захищеності від хвороби. Потреба емоційної безпеки значною мірою визначає сприйняття ризику.

Маслоу наголошує, що тільки-но потреба задовольняється, вона відразу перестає бути мотивацією поведінки. Але потреби

не статичні. Для них суттєвими є чинники часу і зовнішні обставини. Так, навіть якщо потреби безпеки вже задоволені, але виникла ситуація, котра безпеку ставить під загрозу ризику, ці потреби знову активізуються як мотивації поведінки. Концепція Маслоу особливо важлива у вивченні ставлення людей до ризику, бо вона дає підґрунтя для розгляду дій індивідуума в ситуаціях, пов'язаних з ризиком, коли такі чинники, як загроза смерті, болю, страждання не проявляються безпосередньо.

У дослідженні психологічних аспектів ризику слід брати до уваги вивчений Маслоу феномен, названий ним комплексом «Йони». Цей термін характеризує відмову людини від діяльності задля повної реалізації своїх здібностей. Подібно до біблійного пророка Йони, який намагався уникнути відповідальності за пророчтва, більшість людей дійсно не бажають максимально використовувати свої здібності. Замість того, щоб наслідувати цілі, для досягнення котрих вимагається повнота власного розвитку, вони обирають помірність і обмеженість у цілях. Помірність дає їм відчуття безпеки, коли непотрібні ні особливі інтелектуальні зусилля, ні відповідальність за прийняття рішень, ні спроби перебороти спокуси заміни власних смаків і суджень зовнішніми (соціальними) стандартами. Комплекс «Йони» призводить до того, що звичайна людина, обираючи безпеку навіть перед невеликим ризиком, стає істотою з пригніченими або притамованими здібностями і талантами.

Концепція Маслоу була розвинута в працях іншого американського психолога — *У. Роу* [338], котрий надавав особливого значення наслідкам дій людини в ситуаціях, пов'язаних з ризиком.

2.5.2. Аспекти сприйняття ризику

Виявленням і вивченням аспектів, які визначають сприйняття ризику, займаються психологи і соціальні психологи. Найважливішою метою цих досліджень є встановлення зв'язку між двома процесами: сприйняттям ризику і виробленням рішення про прийнятність (допустимість) ризику. Від сприйняття ризику залежить його оцінка, управління ним (прийняття заходів по його усуненню чи зниженню), а також вибір шляху інформування людей про той чи інший ризик. Психологи встановили, що призводять до ризику не поодинокі чинники. Досліди, які проводились спеціально, показали, що сприйняття ризику залежить від численних чинників та аспектів, які необхідно брати до уваги. Основні з цих аспектів наведені нижче з їх стислими характеристиками.

Аспект *катастрофічності* означає, що події, наслідком яких є людські жертви, згруповані в часі і просторі (наприклад, вибух на хімічному комбінаті), спричиняють посилене сприйняття ризику порівняно з подіями, жертви яких розсіяні в просторі і часі. Приклад останніх — аварії автомобільного транспорту.

Аспект *розуміння* зумовлений тим, наскільки дані явища чи процеси зрозумілі людям. Наприклад, ступінь сприйняття ризику, пов'язаного зі впливом радіації, суттєво нижчий, ніж ризику, на який наражається пішохід, що переходить вулицю.

Аспект *контрольованості* дій чи подій проявляється у вигляді усвідомлюваної індивідумом можливості впливати на ту дію (подію), в яку він втягнутий. Якщо людина перебуває в ситуації, розвиток якої відбувається незалежно від її особистого контролю, вона схильна до більшого хвилювання за наслідки цього розвитку, її сприйняття ризику інтенсифіковане. Дослідження, зокрема, показують, що людина за кермом автомобіля сприймає ризик потрапити в аварію меншою мірою, ніж її пасажир.

Аспект *добровільно* наразитись на ризик досить суттєво діє на його сприйняття. Люди набагато менше замислюються про ризик, якщо вони ризикують за власним рішенням. Захоплення альпінізмом чи загорянням на сонці пов'язано зі значною небезпечкою, однак у цих випадках проблем з сприйняттям ризику немає. Навпаки, екологічні ризики, зумовлені, наприклад, забрудненням питної води чи повітря сприймаються болісно, бо вони зовсім не добровільні.

Аспект *впливу на дітей* призводить до посиленого сприйняття ризику, зумовленого подіями чи процесами, наслідки яких позначаються передусім на дітях. Прикладом може служити небезпека потрапляння пестицидів чи інших токсикантів у продукти, призначені для дитячого харчування. До цього чинника близький інший, залежний від впливу на майбутні покоління. Люди схильні проявляти неспокій не лише за майбутнє дітей, але й за долю прийдешніх поколінь. Цим зумовлено підвищене сприйняття ризику від таких процесів, як генерація генетичних дефектів, індукованих йонізуючим випромінюванням.

Аспект *часу проявлення ефектів* пов'язаний з тим, що наслідки небезпечних подій різні за швидкістю їх розвитку — вони бувають як негайними, так і віддаленими у часі. Дослідження показують, що сприйняття ризику, зумовленого віддаленими у часі ефектами, менш інтенсивне, ніж сприйняття ризику від негайних ефектів. Можна також говорити про брак часу для збирання необхідної інформації, її обробки для прийняття науково обґрунтованих рішень.

Аспект *ідентифікованості* жертв проявляється в різному ставленні людей до конкретних осіб, які постраждали в небезпечних ситуаціях, і до так званих статистичних (неідентифікованих) жертв. Ризик групи шахтарів, які виявились заваленими на глибині, сприймається значно гостріше, коли відомі час і місце катастрофи, порівняно зі сприйняттям статистичних відомостей про середню кількість шахтарів, які гинуть під землею щоденно.

Аспект *заляканості* означає, що ризик сприймається певним чином, якщо разом з його сприйняттям з'являється почуття тривоги, страху і жаху. Прикладом такої реакції є загострене почуття небезпеки від можливості повторення катастрофи типу Чорнобильської.

Аспект *зворотності (повторюваності, повернення)* небезпечних подій чи процесів по-різному впливає на сприйняття спричиненого ними ризику залежно від того, зворотні вони чи ні.

Аспектом *довіри* є довіра відповідальним за управління ризиком інституціям. Цей аспект послаблює сприйняття ризику, якщо рівень довіри є досить високим, і, навпаки, підсилює сприйняття ризику в разі дефіциту довіри до цих інституцій. Дослідження громадської думки, проведені в США, показали, що Департамент енергетики, відповідальний за експлуатацію і розвиток атомних електростанцій, перестав викликати необхідну довіру. Наслідком цього виявилось значне зростання сумнівів в надійності ядерної енергетики. Інакше кажучи, американцями став більше сприйматись ризик, зумовлений можливістю аварії на АЕС.

Аспект *уваги засобів масової інформації* має особливе значення в зв'язку зі швидким розвитком телебачення, засобів комунікації і комп'ютерних мереж. Якщо засоби масової інформації зовсім не приділяють уваги якимось небезпечним подіям чи інформують про них побіжно, то сприйняття ризику цих подій мовби загальмовано. Але варто відомостям про ці події з'явитись у заголовках новин, як відповідні ризики переходять на значно вищий рівень сприйняття.

Вплив аспектів *передуючої історії нещасних випадків* полягає в тому, що ризик діяльності, в процесі розвитку якої не було ні великих аварій (катастроф), ні навіть порівняно дрібних нещасних випадків, сприймається як малосуттєвий. Навпаки, якщо в історії виробництва чи іншої діяльності були як невеликі аварії, так і катастрофи, то ризик сприймається як досить серйозний. Так, нова галузь технології — генна інженерія — має зовсім коротку історію, в ній ще немає ніяких фатальних подій. Тому люди не відносять її до розряду важливих (хоча насправді це може вияви-

тись неправильним). Історія ядерної енергетики налічує, як відомо, декілька величезних аварій, наслідком цього є посилене сприйняття ризику.

Аспект *справедливості* приводить до суттєво різного ставлення до небезпечної події чи процесу залежно від того, як розподіляється відповідний ризик між членами суспільства. Якщо ризик розподілений більш-менш рівномірно, то вплив цього чинника незначний, однак він різко зростає за явно нерівномірного розподілу ризику.

Аспект *корисності* залежить від того, наскільки очевидна користь, яку передбачається мати в результаті впливу ризику. Якщо користь зрозуміла, то вплив чинника корисності малий, у протилежному разі — великий.

Аспект *особистої участі* прямо пропорційний рівню ураженості ризиком окремого (даного) індивідуума.

Аспект *походження* відображає різницю у сприйнятті ризику, зумовленого антропогенними і неантропогенними небезпеками. Чутливість до ризику, котрий спричиняється небезпечною діяльністю (чи бездіяльністю) людей, вище за чутливість до ризику, зумовленого явищами природи чи проявом вищих сил (Бога).

Дію всіх перелічених аспектів на сприйняття ризику можна вивчати кількісно. Таким чином діють, проводячи дослідження, котрі називають психометричними. Кожному чиннику приписують ваговий коефіцієнт, який ґрунтується на суб'єктивних якісних оцінках інтенсивності його впливу («дуже слабкий», «слабкий», «середній» тощо). Потім проводиться анкетування, в якому бере участь кілька десятків чи сотень опитуваних. Дані анкетування обробляються за допомогою одного з методів багатовимірної статистики (як правило, факторного аналізу).

2.5.3. Асиметрія сприйняття ризику

Експерименти з відтворення пов'язаних з ризиком подій і процесів показали, що, обробляючи одержувану інформацію, люди по-різному ставляться до «хороших» і «поганих» новин. Виявилось, що людській психіці притаманний особливий механізм, який значно підвищує чутливість сприйняття негативної інформації. Цей механізм діє за так званим принципом асиметрії, котрий проявляється в тому, що «погані» новини відфільтровуються від «хороших». Причини подібної фільтрації полягають у наступному [344]. По-перше, порівняно з позитивними негативні події уявляються наочнішими, ефективнішими, опуклішими. Це

означає, що негативні події (катастрофи, аварії, викривання брехні чи злочинних дій, виявлення помилок) значно частіше набувають чіткішої і визначенішої форми. Позитивні події, як правило, характеризуються нечіткою і навіть розпливчастою формою. По-друге, коли увазі громадськості представляються ті чи інші факти, то ті з них, які є негативними, несуть у собі більшу «вагу» і викликають значніший ефект. По-третє, люди схильні вважати, що джерела «поганих» новин надійніші і більшою мірою заслуговують на довіру, ніж джерела, з яких надходить позитивна інформація.

Принцип асиметрії діє в процесі сприйняття економічного ризику. Його ефективність суттєво підсилюється в поєднанні з іншими механізмами сприйняття, до яких належить так зване соціальне підсилення ризику.

2.5.4. Соціальне підсилення ризику

Дослідження в галузі соціальної психології показали, що проходження повідомлень, які несуть відомості про пов'язані з ризиком події, по інформаційних системах і каналах (передусім у засобах масової інформації) супроводжується змінами навантаженості цих повідомлень ризиком. Виокремлені два види таких змін: по-перше, сигнали про ризик можуть посилитись чи послабитись і, по-друге, ці сигнали бувають мовби «відфільтрованими». Останнє означає, що з повідомлень можуть бути видалені ознаки ризику чи все те, що наголошує на їх важливості.

Механізм соціального підсилення (послаблення) ризику є взаємодією первинних сигналів про небезпечну подію з іншими сигналами, характерними для психологічних, соціальних і культурних процесів [324]. Ця взаємодія може призвести до посилення чи послаблення сприйняття сигналів про ризик, що звичайно відображається зміною поведінки. Остання, як відомо, спричиняє вторинні ефекти — соціальні, економічні, культурні, що можуть у багато разів перевищити збитки, зумовлені впливом первинної події чи процесу.

Таким чином, механізм соціального підсилення характерний для повідомлень про технологічні й екологічні ризики. Його роль збільшується з розвитком сучасних технологій у зв'язку з такими обставинами. У наш час суттєво розширились можливості виявлення в довкіллі шкідливих речовин. Це зумовлено в основному вдосконаленням аналітичних методів, підвищенням їх чутливості і точності, а також застосуванням нових методів. Тобто різко збі-

льшилась кількість початково слабких комунікаційних сигналів про ризик, які можуть стати масштабнішими в інформаційних системах. Крім того, посилилась залежність людей від нових технологій, багато з яких здатні, у разі серйозних порушень «штатних» ситуацій, призвести до тяжких наслідків. Це сприяє процесу посилення сигналів про ризик.

Відомо, що в останні роки мали місце екологічні і технологічні катастрофи (Чорнобиль, вибух на хімічному комбінаті Бхопал в Індії, загибель космічного корабля «Челленджер» у США), які винятково широко освітлювались засобами масової інформації. При цьому підкреслювалось, що ці катастрофи виникли саме там, де були вжиті максимальні засоби забезпечення безпеки. Результатом є зниження довіри до оцінок безпеки, які дають фахівці, і, як наслідок, відбувається розширення сфери дії механізму посилення ризику.

Необхідно також відмітити, що постійно точаться дискусії про проблеми ризику, в процесі яких одні авторитетні фахівці виступають проти інших, менш авторитетних. Тільки-но про подібну конфронтацію дізнаються читачі газет і телеглядачі, в них відразу ж зменшується довіра до обох сторін, що сперечаються. У такому разі самі споживачі здатні підсилювати сигнали про ризик.

Наявність вигід від науково-технічного прогресу звичайно вважається справою, яка не потребує особливих доказів. Це вбачється очевидним. Тому люди, які не можуть усвідомити вигід від якого-небудь виду діяльності, можуть стати нетерпимими до будь-якого рівня ризику. З іншого боку, сьогодні людям говорять, що вони можуть контролювати багато видів ризику. Дійсно, використання пасів безпеки знижує кількість жертв аварій на автотранспорті, відмова від паління зменшує шанс захворіти раком легень, дотримання певної дієти попереджає виникнення зайвої ваги і сприяє продовженню життя. Більша впевненість у здатності тримати низку ризиків під контролем призводить до того, що люди болісно реагують на ситуацію, в яку вони потрапляють внаслідок збільшення кількості неконтрольованих ними ризиків. Тобто і тут сфера прояву механізму підсилення ризику виявляється розширеною.

Ще одна важлива обставина зумовлена даними психологічних досліджень, які показують, що чим багатші люди, чим більше у них того, що можна втратити, тим обачніше вони приймають рішення. Це стосується не лише багатства, а й здоров'я. Обережність прийняття рішень щодо здоров'я створює сприятливі умови для посилення навіть найслабкіших сигналів про ризик. Нарешті,

як вважають деякі дослідники, змінилась природа сучасних ризиків у тому розумінні, що їх катастрофічний потенціал збільшився. Це зумовлено різноманіттям нових технологій, їх складністю і взаємозв'язком різних технологічних систем. Все це не може не впливати на зростання механізму підсилення ризику.

Механізм підсилення чи послаблення ризику призводить до того, що в процесі передачі повідомлень засобами масової інформації багатьом важливим науковим даним приділяється дуже мало уваги. Журналістів звичайно не цікавлять кількісні оцінки ймовірності і наслідків небезпек, вони скоріше схильні шукати пов'язані з цим політичні причини чи соціальні конфлікти. В результаті неадекватно висвітлюються припущення чи здогадки про вину конкретної особи або організації. І чим вищий престиж залучених учасників, тим значнішою може бути міра спотворення. Оскільки сигнали про кількісні характеристики ризику виявляються послабленими, то навіть великі екологічні катастрофи одержують у засобах масової інформації увагу, ніяк не пов'язану з їх масштабом. Так, було підраховано, що американська телевізійна компанія CBS витратила в 1986 р. 129 хвилин ефірного часу на повідомлення про аварію в Чорнобилі, де загинула 31 людина, а на інформацію про землетрус у Китаї, жертвами якого стали 800 тисяч осіб, та ж компанія використала всього 9 хвилин [37].

2.5.5. Неадекватне сприйняття ймовірностей

Механізм неадекватних оцінок ймовірностей був вивчений *А. Тверським* і *Д. Каннеманом*, які помітили, що часто суб'єкти ризику неправильно судять про ймовірність різного роду дій або подій. На це вказують, зокрема, результати таких психологічних дослідів. У першому експерименті учасники повинні були обрати одну з двох пропозицій: одержати напевне (з ймовірністю 1,0) деяку порівняно невелику суму грошей (наприклад, 100 доларів) або спробувати виграти значно більшу суму (1000) доларів через вгадування результату однократного підкидання монети, тобто з ймовірністю 0,5. Цей дослід показав, що більшість людей обирає перший варіант. У другому експерименті учасникам пропонувалось зробити вибір також між двома варіантами: перший — запрошення взяти участь у грі на виграш 100 доларів з ймовірністю 0,1. Другий же полягав у спробі виграти 1000 доларів, але з ймовірністю 0,05. З позиції теорії ймовірностей умови першого і другого дослідів однакові, бо в обох випадках ймовірність одержати незначну суму перевищує ймовірність виграти велику суму рівно

у 2 рази. З огляду на результати першого експерименту можна було б очікувати, що перевагу дістане варіант, пов'язаний з більшою ймовірністю. Однак насправді учасники другого експерименту поведуться інакше, обираючи, як правило, шанс виграшу більшої суми грошей.

Тобто люди можуть діяти супротив логіки ймовірнісних уявлень. Це стосується не лише пересічних обивателів, але й фахівців у тій чи іншій сфері (експертів). Дія вказаного механізму залежить від кількох чинників. Провідним з них є, на думку психологів, подвійний характер імовірності. Останній полягає в тому, що, окрім об'єктивної ймовірності, яка розглядається в математиці, вводиться так звана суб'єктивна ймовірність, що визначається як ступінь впевненості індивідуума в здійсненні дії чи події. Об'єктивна ймовірність передбачає можливість використання частотного підходу до інтерпретації ймовірності (чим частіше відбувається подія, тим більша її ймовірність). Такий підхід характерний для фахівців. Прості ж люди схильні покладатись на інтуїтивний ступінь впевненості, тобто користуватись суб'єктивною ймовірністю.

Якщо події чи процеси відбуваються досить часто, то у вирішенні відповідних завдань труднощів звичайно не виникає. Справді, тут для оцінки ймовірності якої-небудь неприємної події можна орієнтуватись на величину її частоти і застосовувати таким чином об'єктивну ймовірність. Але якщо доводиться оцінювати ймовірність унікальної чи дуже рідкісної події, частотний підхід неможливий і тоді доводиться застосовувати суб'єктивну ймовірність. Суб'єктивні ймовірності використовуються як експертні оцінки саме у тих випадках, коли необхідно знати ймовірність подій дуже рідкісних або таких, які взагалі ніколи не відбувались. Експертні оцінки відіграють дуже важливу роль, наприклад, у розробці проектів захоронення високорадіоактивних відходів у геологічних формаціях, коли необхідно враховувати багато подій, які можуть відбутись упродовж дуже тривалого інтервалу в майбутньому.

Різновидом механізму неадекватного сприйняття ймовірностей є систематичне спотворення оцінок ризику. Це проявляється в недооцінці людьми відносно високих рівнів ризику і, навпаки, переоцінці ними низьких рівнів ризику. Встановлено, наприклад, що люди переважно перебільшують ризик польотів на літаку і знижують ризик їзди на автомобілі. Такі висновки були одержані після порівняння результатів опитувань і відповідних статистичних даних. Їх можна пояснити впливом таких чинників сприйняття ризику, як контрольованість, добровільність, розуміння тощо.

Спотворення оцінок імовірності призводить до того, що ризики, котрі характеризуються низькими ймовірностями подій, але важкими наслідками, сприймаються як більш загрожуючі порівняно з ризиками, зумовленими подіями з більшою ймовірністю, але з відносно помірними наслідками. З цієї причини громадська думка схильна перебільшувати небезпеку від використання ядерних реакторів для виробництва електроенергії.

2.6. Складність економічних систем та аналіз ризику

З огляду на динамічний, нестационарний характер економічного середовища, можна дійти висновку, що умовою стратегічної ефективності компанії (фірми) є адаптивність, стійкість, маневреність економічних рішень (обраних стратегій). Це виражається в переході від стратегічного планування до стратегічного менеджменту, який власне і містить елементи маневреності, адаптивності, гнучкості обраної стратегії і завдяки цьому забезпечує зниження ступеня ризику.

Сучасна теорія раціонального функціонування підприємства (фірми) ґрунтується на тій позиції, що метою будь-яких рішень, які приймаються, є максимізація ринкової вартості [122]. Зростання ринкової вартості підприємства зумовлює покращення матеріального стану його власників. Визначення головної мети (цілі) в управлінні підприємством (компанією, фірмою) не виключає існування множини інших цілей, які стосуються різних сфер управління [46, 50, 78, 275]. Так, можна говорити про низку цілей щодо інвестиційної (інноваційної) діяльності, цілей стосовно розпорядження обіговим капіталом компанії, формування (нагромадження) обсягів і структури капіталу, цілей щодо функціонування компанії для підвищення її ефективності. Процес управління компанією (підприємством) та, зокрема, його фінансами охоплює (схематично) дві принципові сфери і веде до необхідності прийняття двох груп рішень: інвестиційних (в їх широкому розумінні) та фінансових [81].

Інвестиційні рішення — це такі рішення, сенс яких полягає у формуванні обсягу і структури активів, необхідних для проведення господарської діяльності (функціонування) компанії (фірми). Вони стосуються питань використання капіталу.

Надзвичайно важливою складовою економічного управління діяльністю компанії (фірми) є інвестиційний менеджмент. Інвестиції, зокрема, являють собою вкладення капіталу для наступного його зрос-

тання. Приріст капіталу має бути достатнім для того, щоб компенсувати інвестору те, що він відмовився від використання наявних коштів на споживання за поточний період, і винагородити його за ризик, компенсувати збитки від інфляції тощо.

Інвестиції в об'єкти підприємницької діяльності здійснюються за різними формами, класифікуються за окремими ознаками (детальніше про це йдеться в [25, 143, 227]).

Фінансові рішення стосуються питань фінансування цих активів (їх необхідних обсягів і структури). Це власне рішення щодо нагромадження (пошуків) капіталу та оптимізації його структури.

Як один, так і другий вид рішень є важливими для досягнення цілей компанії (підприємства). Суттєво, що процес прийняття рішень розпочинається з питань стратегічної, інвестиційної (інноваційної) діяльності, а також формування потреб у ресурсах з огляду на зміни щодо рівня і структури активів. Ці наміри нерідко суперечать можливостям і умовам їх фінансування, необхідності пошуку джерел фінансування.

Важливою умовою прийняття оптимального (раціонального) рішення є наявність основної мети, яка могла б бути критерієм для обрання рішень. В економічній літературі досить поширена думка, що за умов ринкової економіки для компаній (фірм) цю функцію виконує прибуток. Але необхідно наголосити, що критерій максимізації прибутку може бути однозначно визначений лише тоді, коли рішення приймаються у детермінованих умовах та коли вони стосуються короткочасового терміну, за наявності повної (вичерпної для їх прийняття) інформації.

Функціонування компаній (фірм) великою мірою залежить від зовнішнього щодо них економічного середовища. Значну роль тут відіграють державні структури (встановлення відповідних законів, макроекономічна політика, впровадження податкової політики тощо). Економічне середовище формується також у результаті діяльності інших суб'єктів ринку, зокрема інших компаній. Воно є досить динамічним, нестаціонарним, невизначеним.

Нова парадигма щодо управління компанією (фірмою), як зазначається, зокрема, в [13], ґрунтується на системному і ситуаційному (сценарному) аналізі (підходах) до управління. Компанія (підприємство) тут розглядається як відкрита система. Успіх пов'язується з тим, наскільки гнучко вона пристосовується до свого зовнішнього середовища (оточення) — економічного, політичного, демографічного, географічного, як враховує та оптимізує ризик. Чи зуміє компанія (підприємство) своєчасно розпізнати ризики, загрозу своєму існуванню, чи буде вона стійкою до

«ударів долі», чи скористається з виниклих можливостей, чи зможе здобути максимальну вигоду з цих можливостей, не порушуючи існуючих законів, норм моралі та етики — ось головні критерії ефективності всієї системи управління (менеджменту).

Ще однією рисою нової парадигми є концепція компанії як соціально-економічної системи. Не лише характер стратегій, тип структур управління, процедури планування моніторингу і контролю, але й стиль керівництва, кваліфікація людей, їх поведінка, ставлення до ризику, реакція на нововведення і зміни повинні постійно аналізуватись й удосконалюватись [5, 13]. Будь-який об'єкт (процес) управління є економічною системою. Вона, в свою чергу, є складовою соціально-економічної системи. *Головна властивість* соціально-економічної системи — те, що в її основу покладені інтереси людей, оскільки основний її елемент — людина. Сукупність суспільних колективних та особистих інтересів впливає на стан і процес розвитку системи.

Економічна система є складною, динамічною, нестаціонарною і відкритою [199, 202].

Складність економічних систем визначається неоднорідністю елементів, що її утворюють, різнохарактерними та ієрархічними зв'язками між елементами, структурним різноманіттям елементів. Цим пояснюється множинність критеріїв щодо їх діяльності.

Динамічність і нестаціонарність економічних систем зумовлюється тим, що вони неперервно розвиваються за постійної зміни обсягів матеріальних, трудових, фінансових, інформаційних ресурсів, обсягів, затрат, доходів, коливань попиту і пропозиції, нестачі, неповноти інформації, конкуренції тощо.

Економічна система є *відкритою* системою, бо вона обмінюється інформацією із зовнішнім середовищем.

Вплив суб'єкта на об'єкт управління може здійснюватись лише за умови циркуляції певної (необхідної) інформації між керуючою і керованою підсистемами. Процес управління (прийняття рішень), незалежно від його конкретного змісту, завжди передбачає одержання, передачу, переробку та використання інформації.

Необхідною є інформація, що, зокрема, містить дані про:

- цілі і завдання відносно керованої економічної системи (її підсистем);
- критерії діяльності та межі керованості системи (об'єкта, проекту);
- стан об'єкта управління;
- механізм функціонування, закономірності і тенденції розвитку об'єкта (проекта);

- можливі зміни умов діяльності компанії (фірми). Прогноз можливого розвитку зрушень зовнішнього економічного середовища;
- альтернативні стратегії діяльності (проекту), наявність альтернатив рішень;
- наслідки реалізації альтернатив, механізм вибору кращого (оптимального, раціонального), в певному сенсі, варіанту.

Універсальною схемою, що відображає технологічну сторону управління (менеджменту), є схема кібернетичного контуру управління зі зворотним зв'язком. Наведена на рис. 2.5 схема є загальновідомою, але розглянемо її детальніше.



Рис. 2.5. Схема кібернетичного контуру управління зі зворотним зв'язком

По-перше, управління — процес цілеспрямований, отже, існує певна ціль (мета), на досягнення якої зорієнтований суб'єкт управління.

По-друге, об'єкт управління (керована система) за рахунок своєї діяльності здатний забезпечити досягнення цієї мети.

По-третє, керуюча інформація так чи інакше діє на об'єкт, тобто, сприймаючи її, він змінює свою поведінку.

По-четверте, суб'єкт управління має можливість прогнозувати поведінку об'єкта, зокрема, зміну її під впливом керуючої інформації.

Інструментом такого прогнозування є певна модель (комплекс моделей), якою керується суб'єкт управління. Модель дозволяє здійснювати відповідний прогноз, порівнювати його з ціллю і на цьому підґрунті формувати керуючу інформацію. Однак будь-яка модель відображає лише частину чинників і закономірностей, які впливають на поведінку об'єкта управління. Тому у контурі управління передбачено канал зворотного зв'язку.

Проте, і на цьому потрібно наголосити, необхідна обов'язкова наявність у системі управління трьох основних компонентів, які мають інформаційну природу: мети (цілей), моделей управління та даних, що надходять у систему [46, 202].

Цілі як перший інформаційний компонент за формою є інформацією про прагнення суб'єкта досягти певного усвідомленого результату.

Другим інформаційним компонентом є *моделі управління*. Вони використовуються не лише для дослідження управлінської ситуації, а й для формалізації суб'єктом об'єктивно існуючих, важливих, стійких зв'язків і співвідношень, що визначають специфіку об'єкта, зовнішнього економічного середовища та самого суб'єкта управління.

Третім інформаційним компонентом є *дані, що надходять у систему ззовні*. Це як інформація про об'єкт (зокрема інформація зворотного зв'язку), так і інформація про зовнішнє економічне середовище.

Цілі, моделі і вихідна інформація управління — специфічні для кожного рівня управління.

Система управління формує керуючу інформацію, спираючись на задані інформаційні компоненти. Але сам процес формування керуючої інформації може бути організований по-різному. Часто вважається, що кінцева інформація може бути одержана та одержується реально в результаті перетворення в системі управління вихідної інформації за деякою попередньо заданою схемою. Схема ця визначається моделями, застосовуваними системою управління. У такому разі система управління розглядається як детермінований інформаційний перетворювач. До таких систем належать різноманітні автоматичні пристрої — від регулятора Дж. Ватта до складних автоматизованих виробництв. Говоритимемо, що процес формування керуючої інформації в системі управління є повністю визначеним, якщо інформаційні компоненти системи управління задовольняють таким умовам:

1. Система цілей суб'єкта управління однозначно кількісно визначена і відносно просто може бути приведена до однієї цілі. Це означає, що суб'єкт завжди має можливість однозначно оцінити перевагу для себе однієї з двох будь-яких ситуацій (об'єктів, проєктів), з якими він зустрічається у своїй управлінській діяльності, або визначити їх еквівалентність.

2. Усі моделі, використовувані в системі управління, є формальними, строго кількісно визначеними і відображають, з погляду суб'єкта управління, всі суттєві стійкі властивості та закономірності об'єкта управління та його зв'язки із зовнішнім середовищем.

3. Первісна інформація відображає всі важливі індивідуальні особливості об'єкта управління та його зв'язки із зовнішнім середовищем, що реально склалися на об'єкті і в зовнішньому середовищі, і спільно з моделями забезпечує можливість однозначної ідентифікації всіх істотних з погляду суб'єкта управління ситуацій.

Однак у системах управління соціально-економічними об'єктами умови інформаційної повноти (детермінованості), як правило, не виконуються. По-перше, суб'єкт управління сам може бути соціально-економічною системою. Його цілі формуються в ньому самому і внаслідок розглянутих вище обставин можуть не лише не збігатися з цілями об'єкта, але й мати суперечливий характер. Далеко не завжди цілі бувають виражені в кількісно визначеній формі, через що однозначна оцінка різноманітних ситуацій і варіантів дій може виявитися неоднозначною.

По-друге, моделі, що описують поведінку об'єкта управління (ризик), не можуть, як правило, відображати всі його стійкі суттєві властивості [128].

По-третє, первісна інформація не завжди відображає всі суттєві ситуації, бо їх урахування здійснюється опосередковано, передусім через систему економічних показників. Показники виражають якісні чинники в кількісно визначеній формі, що створює передумову втрати частини інформації. Нарешті, внаслідок хоч і не протилежності, але певної суперечності цілей суб'єкта та об'єкта управління останній може бути заінтересований у спотвореному поданні інформації стосовно ситуації, що склалась на момент формування інформації зворотного зв'язку (звітної інформації).

У разі, коли хоча б одна з умов інформаційної повноти не виконується, процес формування управлінської (керуючої) інформації не є повністю визначеним, тобто обтяжений певним ступенем ризику.

Одним з сучасних напрямів в економіці є *сценарний аналіз* (підхід), спрямований до узгодження конкретних прийомів і концепцій менеджменту з певними ситуаціями для досягнення цілей компанії (підприємства) з найбільшою ефективністю. Поняття «ситуаційні змінні» є найбільшим внеском ситуаційного (сценарного) аналізу в теорію менеджменту. Більшість авторів пристають до думки, що існує не більше десяти чинників, які доцільно згрупувати в два основні класи (внутрішніх і зовнішніх) ситуаційних змінних компанії (підприємства) [199, 297].

Сценарний аналіз трактує *внутрішні змінні* як ситуаційні чинники, що діють усередині компанії (підприємства). До них нале-

жать цілі, структура, завдання (функції управління), технологія і люди. У практиці менеджменту перелічені змінні не можуть розглядатись незалежно одна від одної.

Трактування компанії (підприємства) як відкритої системи (чи як елемента системи національної економіки) дозволяє перейти до аналізу зовнішніх змінних компанії (підприємства) для з'ясування їх впливу на внутрішні змінні і, можливо, визначення взаємозв'язків усього комплексу зовнішніх і внутрішніх змінних компанії (підприємства). Відкриті системи активно взаємодіють із зовнішнім середовищем. За певних умов відкрита система може досягнути стану рухомої рівноваги з середовищем, де її структура чи найважливіші структурні характеристики залишаються постійними, тоді як система здійснює із середовищем неперервний обмін інформацією, ресурсами, енергією.

Сценарний аналіз поділяє чинники зовнішнього середовища компанії (підприємства) на дві групи: середовище безпосереднього впливу і середовище опосередкованого впливу.

До *зовнішніх змінних середовища безпосереднього впливу* належать такі чинники: постачальники (трудових ресурсів, матеріалів, капіталу, інформації тощо), споживачі, конкуренти, законодавчі акти і державні органи (уряд).

До *зовнішніх змінних опосередкованого впливу* належать: новітні технології, стан економіки, соціально-культурні та політичні чинники. Вони так само помітно впливають на функціонування компанії (підприємства), як і чинники безпосереднього впливу. Середовище опосередкованого впливу, як правило, складніше, ніж середовище безпосереднього впливу. У спробах прогнозувати досліджувані чинники має місце дещо більша неоднозначність, неповнота інформації а, отже, вищий ступінь ризику.

Інтегрований вплив зовнішніх змінних компанії (підприємства) визначає конкретні ситуаційні характеристики зовнішнього середовища компанії (фірми). На деяких з них побіжно зупинимось.

Взаємодія (кореляція) чинників зовнішнього економічного середовища — це рівень сили, з якою зміна одного чинника впливає на інший чинник (інші чинники) зовнішнього середовища. Згідно з цим лише у взаємозв'язку чинників зовнішнього середовища з урахуванням динаміки їх змін вдається оцінити вплив цих чинників на компанію (фірму).

Під *складністю зовнішнього середовища* розуміють кількість чинників, на які система зобов'язана реагувати для свого успішного функціонування. Тут враховується також рівень змінюваності (варіації) кожного чинника.

Динамічність середовища — це швидкість, з якою відбуваються зміни в оточуючому середовищі компанії. Багато вчених стверджують, що оточення виробничих систем трансформується зі зростаючою швидкістю. У різних галузях швидкість змін середовища суттєво відрізняється.

Невизначеність зовнішнього середовища є функцією від кількості інформації, яку має підприємство стосовно основних чинників зовнішнього середовища, а це визначає ступінь ризику щодо повноти і точності цієї інформації. Чим невизначенішим є зовнішнє середовище (більший ступінь ризику), тим в цілому важче приймати ефективне рішення.

Слід чітко усвідомлювати, що виключити економічний ризик повністю неможливо в принципі. Він існує через об'єктивні, притаманні економіці категорії конфліктності та невизначеності, відсутності повної (вичерпної) інформації, неможливості здійснення точного (однозначного) прогнозу щодо цілої низки параметрів економічних об'єктів (проектів) і процесів, які аналізуються, а також багатокритеріальності та суперечності (конфлікту) між окремими критеріями (цілями).

Суттєво впливати на виникнення ризику можуть такі чинники, як погодні умови, збої у роботі устаткування, зміни в попиті, цінах на товари тощо. Причиною ризику є також конфліктність ситуації. Ризик виникає тоді, коли приймається рішення з кількох можливих варіантів і є невпевненість у тому, що це рішення приведе нас до найефективніших результатів. Аналіз, оцінка та врахування економічного ризику, оптимізація управління ним є потужним засобом у прийнятті рішень на макро- та мікроекономічному рівнях, у бізнесі (маркетингу, менеджменті). Чим більш ускладненим і невизначеним є оточуюче середовище, тим складнішими, очевидно, будуть і методи управління, які використовуються менеджментом.

Ще раз зауважимо, що підприємницька діяльність завжди обтяжена ризиком. Джерелом невизначеності, яка породжує ризик, є всі стадії виробничого процесу — від купівлі і доставки сировини, матеріалів, комплектуючих виробів до продажу продукції. Взаємозв'язок між ризиком і прибутком має ґрунтовне значення для глибокого розуміння підприємництва та розробки ефективних методів менеджменту. В реальній економіці (бізнесі) невизначеність стає джерелом чи виграшу, чи збитків [16, 282].

Середньозважені очікувані сплати (у відсотках до взятого в кредит акціонерного капіталу) є вартістю капіталу. Дані сплати забезпечуються фактичним прибутком компанії (фірми), прибут-

ковістю використання її активів [122, 199]. Як зазначається в нижці праць, зокрема [16, 18], однією з перших ознак збільшення ступеня ризику і руху до банкрутства є зниження прибутковості, яка стає нижчою від вартості капіталу фірми. Відсотки за кредит і дивіденди, що їх сплачує компанія (фірма), перестають відповідати ринковим умовам, які склалися, і вкладення коштів у дану фірму стає не вигідним. Кредитори (власники облігацій) одержують тверді суми, визначені кредитними угодами (контрактами), але відносна вигідність їх вкладень у дану фірму зменшується, а в зв'язку зі зниженням вартості акціонерного капіталу знижується і ціна акцій, зростає ступінь ризику повернення коштів. У фірмі виникають труднощі з готівкою, особливо якщо кредитори не погодяться продовжити терміни кредитних угод на наступний період і фірма буде змушена сплатити не лише відсотки, але й суму основного боргу. Може виникнути криза ліквідності, і компанія (фірма) ввійде в стан «технічної неплатоспроможності». Цей ступінь спаду може розглядатись як банкрутство. Зниження прибутковості компанії (фірми) означає зменшення її вартості. Вартість фірми може знизитися нижче суми зобов'язань кредиторам. Це означає, що акціонерний капітал зникає. Однак вартість компанії (фірми) може впасти нижче ліквідної вартості активів. Тоді ліквідаційна вартість розглядається як ціна фірми, ліквідація фірми стає доцільнішою, ніж її експлуатація. Акціонери в такому разі втрачають свій капітал. Таким чином, рух, що розпочався з відносного зниження прибутковості, може призвести компанію (фірму) до банкрутства.

На рис. 2.6 наведено схему, за якою можна аналізувати ризик, зумовлений внутрішніми та зовнішніми щодо об'єкта (господарської системи) причинами.

Джерелами можливих збитків підприємця, а отже, і джерелом ризику є:

- політичні чинники;
- економічна, соціальна нестабільність;
- темпи науково-технічного прогресу, застосування нових технологій, моральне старіння товарів і обладнання;
- недосконалість методів управління виробництвом (компанією, фірмою);
- некомпетентність кадрів;
- рекет, злочинство, загострення кримінальної ситуації;
- несумлінність компаньйонів;
- недосконалість кредитно-грошової і фінансової політики держави;
- форс-мажорні обставини.



Рис. 2.6. Причини виникнення економічного ризику

Наприклад, деякі компанії (фірми) можуть мати непевний (випадковий) обсяг продажу та високу частку постійних витрат. Вони особливо обтяжені ризиком можливого зниження обсягів попиту, що значно зменшує надходження грошових ресурсів, тоді як витрати залишаються в основному незмінними.

Необхідно враховувати три характерні аспекти діяльності бізнесменів (менеджерів): обмежені можливості управління; недостатність інформації; брак часу. Господарські ситуації неможливо контролювати повністю. Вони залежать від дій постачальників і конкурентів, запитів на продукцію, заходів уряду тощо. Ці ситуації ніколи не повторюються точно, бо діють приховані на даний час тенденції. Як результат — інформація неповна, ненадійна, часто недоступна. Основні випадкові (можливі) причини, які знижують ефективність окремих інвестиційних проектів і є джерелом ризику, наведені в [25, 78, 90, 275].

Як свідчать дослідження, одним з важливих питань в якісному аналізі ризику є, зокрема, аналіз і прогнозування можливих втрат (збитків) ресурсів. Необхідно наголосити, що випадковий розвиток подій здатний призводити не лише до збитків у вигляді підвищених витрат ресурсів і зниженні кінцевого результату. Одна й та ж випадкова подія може призвести до збільшення витрат у вигляді одного виду ресурсів і зменшення іншого, тобто поряд із підвищеними витратами одних ресурсів може мати місце економія інших. Збитки, які можуть спостерігатися у підприємницькій

діяльності, оцінюються їх величиною та ймовірністю появи. Це стосується збитків матеріальних, трудових і фінансових ресурсів, утрат часу і спеціальних видів збитків [83, 122, 226].

Матеріальні збитки мають місце у випадках, непередбачених підприємницьким проектом, додаткових витратах чи прямих збитках матеріальних ресурсів (інгредієнтів). Маючи оцінку ймовірних витрат по кожному з окремих видів матеріальних ресурсів у вартісному виразі, можна звести їх в один показник.

Трудові збитки є витратами робочого часу, що зумовлені випадковими, непередбачуваними обставинами.

Фінансові збитки мають місце за наявності прямих фінансових утрат, що пов'язані з непередбачуваними виплатами, штрафами, сплатою додаткових податків, утратою цінних паперів. Фінансові збитки проявляються і в разі недоодержання грошей з тих джерел, звідки вони повинні були надійти. Особливий вид збитків пов'язаний з інфляцією, зміною курсу грошової одиниці. Поряд з безповоротними можуть мати місце тимчасові втрати, зумовлені заморожуванням рахунків, несвочасною видачею коштів, відстрочкою виплати боргів.

Втрати часу мають місце, коли процес підприємницької діяльності йде із запізненням. Пряма оцінка втрат вимірюється годинами, днями, тижнями, місяцями затримки в одержанні запланованого результату.

Спеціальні види збитків проявляються у вигляді заподіяння збитків здоров'ю та життю людей, оточуючому середовищу, іміджу (престижу) підприємця.

З погляду загальної оцінки величини ймовірних збитків їх можливо класифікувати як визначальні і другорядні. Якщо має місце якийсь один вид збитків, домінуючий за абсолютною величиною чи ймовірністю виникнення, у кількісній оцінці рівня ризику до уваги можна брати лише цей вид збитків.

Розглядаючи збитки, що призводять до ризику, необхідно брати до уваги лише випадкові збитки, що не піддаються прямому обчисленню.

Збитки можливо класифікувати за видами підприємницької діяльності: виробничі, комерційні, фінансові [226].

Основні причини збитків інвестиційних проектів розглядаються, зокрема, в [25, 291].

Деякі з основних причин щодо можливого випадкового зниження ефективності від інвестицій в акції та інвестиційні сертифікати й інші цінні папери наводяться в [25, 210, 275, 285, 291].

Якщо рішення приймається в умовах невизначеності та зумовленого цим ризику (іншого в економіці майже не буває), а його наслідки поширені на кілька періодів (років), то критерій максимізації прибутку не може бути однозначно інтерпретованим, отже, не може бути надійним підґрунтям для прийняття раціональних (оптимальних) рішень.

2.7. КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ РИЗИКУ

Для кількісного аналізу ризику використовують низку методів. Серед них [52], як показують дослідження, інваріантними стосовно широкого спектра економічних проблем є такі:

- метод аналогій;
- аналіз чутливості (вразливості);
- аналіз методами імітаційного моделювання;
- аналіз ризику можливих збитків тощо.

2.7.1. Метод аналогій

Для аналізу ризику, яким може бути обтяжений, скажімо, новий проект, корисними можуть виявитись дані про наслідки впливу несприятливих чинників ризику якихось, близьких за суттю, раніше виконуваних проектів. У цій сфері найбільшу ініціативу виявляють страхові компанії. Так, на Заході вони регулярно публікують коментарі щодо тенденцій у найважливіших зонах ризику, наприклад, відносно природних катаклізмів (катастроф) і значних збитків. На підставі цих даних можна дійти певних висновків загального характеру.

У використанні аналогів застосовують бази даних і знань стосовно чинників ризику. Ці бази формуються на матеріалах з літературних джерел, пошукових робіт, моніторингу шляхом опитування фахівців (менеджерів проектів) тощо. Одержані дані обробляють, використовуючи відповідний математичний апарат для виявлення залежностей, причин, з метою врахування потенційного ризику в реалізації нових проектів.

Необхідно, однак, зазначити, що навіть у простих і широковідомих випадках невдалого завершення проектів досить важко створити передумови для майбутнього аналізу, тобто підготувати досить вичерпний і реалістичний набір сценаріїв можливих невдалих завершень проектів. Для більшості можливих збитків і зумовленого ними ризику характерні такі особливості [295]:

- їх причини з часом нашаровуються одна на одну, має місце тривалий інкубаційний період їх визрівання;
- вони якісно відрізняються одне від одного;
- їх ефект проявляється як результат складної суперпозиції низки непрогнозованих причин.

2.7.2. Аналіз чутливості (вразливості)

Аналіз ризику — це методологія, за допомогою якої невизначеність, що притаманна, зокрема, найважливішим показникам, які характеризують основні техніко-економічні параметри (наприклад, норму доходу, чисту приведену вартість (ЧПВ) об'єкта (проекта), що аналізується) і розглядаються в контексті майбутнього, піддається аналізу власне для того, щоб оцінити вплив ризику на відповідні результати.

Аналіз чутливості (вразливості) є одним з найпростіших і широко відомих методів урахування чинників невизначеності, характерних для оцінювання проектів у бізнесі. Цей метод описаний у багатьох працях, зокрема в [140]. Як правило, він передує власне аналізу ризиків, бо за його допомогою з'ясовують, які з чинників (параметрів, що оцінюються) стосовно проекту можна віднести до найбільш «ризикованих», тобто таких, що спричиняють значнішу частку ризиків.

Аналіз чутливості може здійснюватися двома кроками.

Перший крок — формування моделі (часто за допомогою програмно-технічного комплексу), яка визначає математичні співвідношення між змінними (параметрами), що стосуються прогнозування (планування) очікуваних результатів [127].

Якісна (адекватна) модель — це модель, яка за умови «достовірних» початкових даних щодо змінних (аргументів, параметрів) здатна досить точно прогнозувати необхідний результат. Окрім усього, така модель містить усі суттєві чинники щодо об'єкта (проекта), який моделюється, ігнорує всі несуттєві, а також постулює на підставі системи відповідних гіпотез адекватні співвідношення між суттєвими змінними. Поняття адекватності моделі дещо ширше, ніж поняття її якості. Остання характеризується очікуваною величиною відхилення обчислюваного значення показника від фактичного. Відносно мала величина відхилення ще не гарантує ступеня (міри) адекватності моделі. Це зумовлено тим, що, зокрема, якість моделі визначається формальними методами на підставі вибіркового даних. При оцінці моделі може не використовуватись, наприклад, інформація відносно можливого

впливу науково-технічного прогресу на структуру взаємозв'язку ознак (чинників) тощо. Дослідження адекватності моделі, окрім оцінки її точності, передбачає всебічний змістовний (якісний) аналіз явища (об'єкта) з урахуванням закономірностей стосовно змін основних її чинників, частина з яких часто навіть не може бути вимірюваною у кількісній формі.

У низці праць, зокрема в [184], зазначається, що на величину розбіжності обчислених за допомогою моделі та фактичних значень результуючих показників впливає весь комплекс умов, за яких були отримані як фактичні, так і змодельовані значення ознак. У [261] перелічені та розглянуті основні умови адекватності моделей.

Другий крок — це власне аналіз чутливості. Він дає змогу ідентифікувати найважливіші (як чинники ризику) змінні в моделі оцінки об'єкта (проекту). Його суть полягає у вимірюванні чутливості основних показників, наприклад, ефективності проекту залежно від випадкової зміни чинників (тієї чи іншої змінної величини параметра). Наприклад, зростання чи падіння норми доходу залежно від зростання чи спаду експлуатаційних витрат. Можна, наприклад, поставити питання, якою буде норма доходу, якщо обсяг продажу продукції (який, власне кажучи, є випадковою величиною) зросте чи знизиться на 10 % порівняно з найбільш імовірним (очікуваним), прийнятим до обчислення. Аналогічно можна аналізувати вплив зміни цін на товари, що їх виробляє дана фірма (підприємство), цін на матеріали, комплектуючі тощо.

За показники чутливості об'єкта (проекта) щодо зміни тих чи інших чинників доречно використовувати показники еластичності.

Еластичність — міра реагування однієї змінної величини (функції) на зміну іншої (аргумента), а коефіцієнт еластичності — це число, яке показує відсоткову зміну функції в результаті відповідної зміни аргумента.

Коли відомий вираз для показника y , у вигляді дійсної функції від n чинників (аргументів), яка визначена в певній області значень цих аргументів:

$$y = f(x) = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (2.1)$$

то еластичність функції n аргументів щодо змінної $x_j, j = 1, \dots, n$ визначається за формулою:

$$\epsilon_j = \frac{\Delta y}{y} \bigg/ \frac{\Delta x_j}{x_j} = \frac{\Delta y}{\Delta x_j} \cdot \frac{x_j}{y} \%, \quad j = 1, \dots, n. \quad (2.2)$$

Якщо функція $y = f(x)$ неперервна та диференційована в певній області значень аргументів, то коефіцієнтом еластичності буде величина:

$$\varepsilon_j = \frac{\partial y}{\partial x_j} \cdot \frac{x_j}{y}, j = 1, \dots, n. \quad (2.3)$$

Перевага такого показника, як коефіцієнт еластичності, перед іншими полягає у тому, що його величина не залежить від вибору одиниць вимірювання різних чинників. Чим більшим (за модулем) є значення коефіцієнта еластичності, тим вищим буде ступінь залежності, скажімо, норми доходу або чистої приведеної вартості (ЧПВ), тобто її чутливість, а отже, й ризик відповідно до зміни певного чинника.

Можна стверджувати, що ризик, яким обтяжений проект, є тим більшим, чим вищою є вразливість цього проекту до зміни кожного з чинників (тобто еластичність) та чим більшим є інтервал можливих коливань цих чинників (у майбутньому). Якщо аналізуються кілька проектів (варіанти певного проекту), то для реалізації має бути обраний той варіант, який є менш уразливим щодо випадкової (у майбутньому) зміни цих чинників.

Описаний вище метод чутливості для аналізу ризику відзначається простотою. Необхідно, однак, звернути увагу на те, що цей метод є дещо обмеженим. По-перше, він спирається на аналіз впливу на оцінку значення показника економічного ефекту чи ефективності (привабливості), зокрема, норми доходу проекту, лише окремих чинників (їх окремого впливу). Тоді як істотне значення має їх інтегральний вплив. Власне тут необхідно враховувати ефект синергізму.

По-друге, аналіз чутливості (вразливості) не враховує взаємозв'язку (взаємозалежності) між цими параметрами (чинниками). Так, зокрема, зміни у попиту можуть потягти за собою зміни у цінах тощо.

Отже, якщо не враховувати суттєві внутрішні взаємозалежності між прогнозованими чинниками (змінними), результати аналізу ризиків можуть бути деформованими.

2.7.3. Аналіз ризику методами імітаційного моделювання

Методи імітаційного моделювання дістали широке застосування в економіці [35, 36, 174, 296].

Узагальнюючи матеріали, що наведені в низці літературних джерел [53], процес кількісного аналізу ризику за допомогою методів імітаційного моделювання можна розділити на сім кроків. Їх сутність і послідовність схематично показані на рис. 2.7.



Рис. 2. 7. Процес кількісного аналізу ризику методами імітаційного моделювання

Як і в методі чутливості аналізу ризику, тут також здійснюється оцінка коливань вихідної величини за випадкових змін вхідних величин, але детальніше, з урахуванням ступеня взаємозалежності випадкових змін вхідних величин.

Перший крок аналізу полягає в формуванні моделі об'єкта (проекта), що розглядається. Про це йшлося у попередньому матеріалі (аналіз чутливості).

Другий крок здійснюється для визначення ключових аргументів (чинників ризику), застосовуючи, зокрема, метод аналізу чутливості (вразливості). Аналіз вразливості використовується щодо низки чинників, які входять у нашу модель, але він не бере до

уваги те, наскільки реалістичними (ймовірними) є ті чи інші випадкові коливання (значення) чинника ризику (аргумента). Для того, щоб дані, одержані в процесі аналізу вразливості, мали сенс, у тест аналізу повинна бути вмонтована концепція впливу невизначеності, пов'язаної з чинниками, що аналізуються, а також можливості використати цей аналіз для вибору чинників підвищеного ризику. Наприклад, може бути визначено, що відхилення у ціні купівлі певного виду устаткування на початку здійснення інвестиційного проекту має значний вплив на чистий інтегрований дисконтований дохід від проекту (велике, за абсолютною величиною, значення коефіцієнта еластичності). Однак імовірність будь-якого, навіть досить незначного відхилення цього чинника може бути дуже малою, якщо, наприклад, постачальник, згідно з умовами контракту, зобов'язаний (гарантіями) здійснити поставки за фіксованою (узгодженою) ціною. Отже, ризик, пов'язаний з цим чинником (аргументом), незначний. Даний чинник видлучається з подальшого аналізу. Тобто для подальшого аналізу ризику залишаються лише ті чинники, які не є строго детермінованими, а еластичність відповідної функції по даному чиннику (аргументу) є значною (суттєвою).

Третій крок полягає в тому, щоб визначити можливі інтервали відхилень прогнозованих значень параметрів (чинників ризику) від очікуваних (найімовірніших). На цьому етапі доречно використовувати математичні (статистичні) оцінки якості прогнозів [207]. Для тих, хто вперше використовує аналіз ризику, визначення меж (множини) можливих (імовірних) значень виявлених чинників ризику може здаватися громіздким і складним завданням. Але воно є не складнішим, ніж визначення відповідної детермінованої (сподіваної, найбільш імовірної) оцінки відповідної випадкової змінної. При застосуванні детерміністичного економічного аналізу та обчисленні ефективності (чистої приведеної вартості тощо) доводиться враховувати ймовірні значення. Вони можуть приймати випадкові змінні (ціни, змінні та постійні витрати, витрати на купівлю обладнання, витрати на будівельно-монтажні роботи тощо), що входять у модель об'єкта (проекта), перш ніж обрати конкретне (сподіване) їх значення для подальших обчислень згідно з обраними критеріями та аналізом за базовим сценарієм. Отже, якщо здійснювалася оцінка відповідних показників за якогось єдиного значення (величини) відповідних чинників (аргументів), то можна вважати, що частка підготовчої роботи щодо оцінки меж можливих значень і розподілу ймовірностей була вже виконана. На практиці проблема, з якою нерідко

зіштовхуються в зв'язку з визначенням множини значень і розподілів ймовірностей відповідних величин для аналізу ризиків після завершення розгляду базового сценарію, полягає в тому, що лише в ході цього процесу приходить розуміння того, що недостатньо уваги було приділено оцінці цього єдиного значення чинника у здійсненні детерміністичного аналізу.

Четвертий крок полягає у визначенні розподілу ймовірності випадкових (ймовірних) значень аргументів (чинників ризику). Він здійснюється паралельно з третім кроком. Під час аналізу ризиків використовується інформація, що відображає множинність значень випадкових змінних (чинників), які входять у математичну модель, і відображає значення відповідних величин у майбутньому (стан економічного середовища) та їх розподіл. Тобто використання в аналізі ризику випадкових величин замість детермінованих власне і дає можливість адекватно врахувати ризик, яким обтяжена відповідна сфера економіки та підприємництва.

Досить часто певна інформація закладена в досвіді людини (експерта). Хоча майже неможливо точно передбачити конкретне значення певного чинника, завжди існує можливість встановлення певних, відносно широких меж його ймовірних значень і відповідний, наближений розподіл ймовірностей, який був би досить представницьким [133, 178, 212, 259].

Підготовка даних та оцінка розподілу ймовірності для відібраних чинників ризику включає як встановлення множини їх можливих значень, так і ймовірностей (вагових величин). На практиці визначення цих величин є ітераційним процесом, інтервали значень відповідних чинників уточнюються, враховуючи конкретний профіль розподілу ймовірності, і навпаки.

Виокремлюють два основні класи законів розподілу ймовірності: неперервні і дискретні. Серед випадкових величин розрізняють такі, що мають симетричні й асиметричні закони розподілу. Симетричні закони краще характеризують ті випадкові змінні, які зумовлені впливом на них малих за своїми можливостями та важливістю різноспрямованих сил і тенденцій, наприклад ціна на товар (реальна), що визначається в умовах конкурентного ринку. Дискретні закони розподілу випадкових величин корисні в тому разі, коли проводяться експертні оцінки. Вони краще узгоджуються з ситуаціями, коли в системі, яка визначає величину випадкової змінної, наявні односторонні обмеження.

П'ятий крок призначений для виявлення взаємозалежності, яка на практиці може існувати між ключовими аргументами (чинниками ризику). Вважають, що дві та більше випадкові змін-

ні корельовані в тому разі, коли вони змінюються систематично. У наборі ризикових чинників такі залежності (взаємозумовленість) зустрічаються досить часто. Наприклад, рівень собівартості значною мірою зумовлює величину ціни реалізації. Рівень ціни на певний товар, як правило, має обернене співвідношення з обсягом його продажу.

Ігнорування кореляції може призвести до неправильних результатів в аналізі ризику, тому важливо переконатися в наявності чи відсутності таких взаємозв'язків і, де це необхідно, ввести у моделювання обмеження, що знизили б до раціонального рівня ймовірність вироблення сценаріїв, які порушують вплив кореляції (взаємозалежності). Фактично наявність кореляційного зв'язку обмежує випадковий вибір значень корельованих випадкових змінних (чинників ризику). Цей вибір стає зумовленим як межами відповідних характеристик, так і напрямом (прямо чи обернено пропорційним) зв'язку. Доцільно також використовувати лінійні моделі множинної регресії, які встановлюють взаємозв'язки між низкою чинників ризику (випадкових величин). Про це йдеться в [118, 133, 147, 170, 245].

Необхідно зауважити, що соціально-економічні процеси, які обтяжені ризиком, не завжди можна описати за допомогою лише одного рівняння регресії. Для адекватнішого відображення багатосторонніх реальних взаємозв'язків між явищами, що їх відображають обрані чинники ризику, необхідно використовувати систему співвідношень. Для цього застосовуються економетричні моделі та методи [114, 139, 278].

Шостий крок полягає у здійсненні власне генерації випадкових сценаріїв, які ґрунтуються на системі прийнятих гіпотез щодо чинників ризику згідно з обраною моделлю на першому кроці. Після того, як усі гіпотези були ретельно досліджені і побудовано відповідні залежності, залишається лише послідовно здійснювати обчислення згідно з обраною на першому кроці моделлю до тих пір, доки не буде одержана досить репрезентативна вибірка з нескінченної множини можливих значень ключових аргументів, враховуючи накладені на них обмеження. Для цього, як свідчить досвід, достатньо, щоб вибірка була одержана в результаті здійснення 200—500 обчислень («прогонів»).

Серія «прогонів» здійснюється за методом Монте-Карло. Після кожного «прогону» генеруються власне різні результати, бо значення ризикових чинників обираються випадково, з урахуванням законів розподілу у визначеному інтервалі значень ключових аргументів, урахуванням кореляційних зв'язків. Метод

Монте-Карло можна розглядати як імітацію майбутнього в лабораторних умовах. Кожен одержаний результат (ефективність) відображає можливе значення результату «прогону». Результати кожного «прогону» зберігаються для подальшої статистичної обробки здобутої вибірки та її аналізу.

Сьомий крок. Після серії «прогону» можна одержати розподіл частот для результуючого показника (ефективності, чистої теперішньої вартості проекту, норми доходу тощо). Результати можуть бути подані як дискретним, так і неперервним законом розподілу результуючого показника як випадкової величини. Для перевірки гіпотез щодо закону розподілу можливо застосувати відповідні критерії, наведені, зокрема, в [259]. Можуть бути обчислені числові характеристики результуючого показника (сподівана величина показника, варіація (дисперсія), семіваріація, асиметрія, ексцес тощо).

Отримані результати вимагають їх інтерпретації. Коли обчислено сподіване значення результуючого показника (наприклад, чиста приведена вартість або норма доходу) об'єкта (проекту), то рішення щодо прийняття чи відхилення даного проекту залежить від того, який знак має ця величина. Якщо він додатний, то це є необхідною, але не достатньою умовою, щоб даний проект прийняти. Якщо знак відповідного показника (прибуток або ЧПВ) від'ємний, то такий проект слід відхилити.

Аналогічно у виборі альтернативних об'єктів (проектів) для подальшого аналізу та прийняття рішень залишаються ті, для яких, скажімо, сподіваний прибуток є додатною величиною.

Отже, сподіване значення величини проаналізованого показника (як випадкової величини), яке у детермінованому аналізі об'єктів (проектів) було підставою для остаточного рішення, при врахуванні ризику є лише одним з параметрів розподілу випадкової величини. Суттєва інформація міститься в законі (законах) розподілу (числових характеристиках випадкової величини). Тобто аналіз ризику створює додаткові можливості для адекватної оцінки об'єкта (проекту).

Остаточне рішення виявляється об'єктивно-суб'єктивним, тобто значною мірою залежить від того, як суб'єкт прийняття рішень (суб'єкт ризику) ставиться до ризику. Проблеми щодо різного ставлення до ризику в прийнятті рішень наведені, зокрема, в [8, 64, 112, 204, 223, 277, 302]. Загальним правилом може служити такий алгоритм: слід обрати об'єкт (проект) з таким розподілом імовірності норми доходу (прибутку), який найкраще відповідає ставленню до ризику суб'єкта (інвестора). Якщо хтось є

«ризикованим гравцем», то він гроші швидше всього вкладе в проект з відносно великою віддачею, не звертаючи особливої уваги на ризик, яким цей проект обтяжений. Якщо ж особа, яка приймає рішення, обережніша (не схильна до ризику), то вона інвестує в проект з більш скромною, але гарантованішою віддачею.

Беручи до уваги традиційну поведінку суб'єкта прийняття рішення, у [52] розглядається кілька можливих спрощених ситуацій. У кожній ситуації подано як інтегральну ($I'(x)$), так і диференціальну ($f(x)$) функції певного закону розподілу імовірностей випадкової величини економічного показника (наприклад, ЧПВ), яка характеризує доцільність інвестування в один проект або вибору між альтернативними проектами.

З аналізу ситуацій можна вивести кілька правил щодо того, який з альтернативних проектів є сенс прийняти, беручи до уваги ризик.

Правило 1. Якщо криві інтегральних функцій законів розподілу ЧПВ двох альтернативних (взаємовиключаючих) проектів не перетинаються в жодній точці, то завжди доцільно віддати перевагу тому проекту, в якого графік диференційної функції (щільність розподілу) розташований дещо правіше.

Правило 2. Якщо криві інтегральних функцій законів розподілу ЧПВ двох взаємовиключаючих проектів перетинаються в певній точці, то рішення залежить від суб'єкта (інвестора), від його схильності (несхильності) до ризику. Необхідні якісь додаткові гіпотези або додаткова інформація для прийняття одного з проектів.

2.7.4. Аналіз ризику можливих збитків

У пункті 2.1 йшлося про можливі в підприємстві (бізнесі) збитки і зумовлений цим ризик. Проаналізуємо ризик з позиції можливих (імовірних) збитків, які є характерними для будь-якого об'єкта (проекту).

У низці праць, зокрема [18, 110, 226], вводиться поняття областей (зон) ризику. Виокремлюють такі зони ризику.

1. *Безризикова зона* — область, в якій випадкові збитки не очікуються, їй відповідають майже нульові збитки чи перевищення прибутку над очікуваним. Ця область — область виграшу підприємця.

2. *Зона допустимого ризику* — область, у межах якої зберігається економічна доцільність підприємницької діяльності, тобто випадкові збитки можуть мати місце, але вони менші за сподіваний прибуток від підприємницької діяльності.

3. *Зона критичного ризику* — область, де наявною є можливість обсягів збитків, що перевищують величину (обсяг) очікуваних прибутків, до величини обчисленої (розрахункової) виручки від підприємницької діяльності. Величина можливих (імовірних) збитків у цій зоні може призвести до втрати всіх коштів, вкладених підприємцем у справу.

4. *Зона катастрофічного ризику* — область можливих збитків, які за своєю величиною (обсягом) перевершують критичний рівень і можуть досягати величини (обсягу) майнового стану підприємця. Катастрофічний ризик може призвести до краху, банкрутства компанії (фірми), закриття та розпродажу її майна. До категорії катастрофічного ризику слід віднести також ризик, пов'язаний з безпосередньою загрозою для життя людей чи екологічною катастрофою.

У процесі прийняття економічних рішень про допустимість і доцільність ризику важливо з'ясувати ймовірність того, що збитки (ризик) не перевершать певного рівня x_0 , тобто:

$$F(x_0) = P(\xi \leq x_0).$$

Згідно з абстрактною логікою (та здоровим глуздом) власне це і є основним показником ризику.

У прикладних проблемах економічного ризику, поряд з кривою щільності ймовірності збитків, ще важливішим є знання кривої функції розподілу ймовірностей $F(x)$ (інтегральна функція), тобто ймовірність неперевершення певного рівня збитків x_α , $F(x_\alpha) = P(\xi \leq x_\alpha)$ (чи ймовірності обмеження збитків заданим рівнем) або оберненої величини

$$W(x_\alpha) = 1 - F(x_\alpha), \quad (2.4)$$

тобто кривої ймовірностей перевищення певного рівня збитків [226].

На рис. 2.8 зображена типова форма такої кривої.

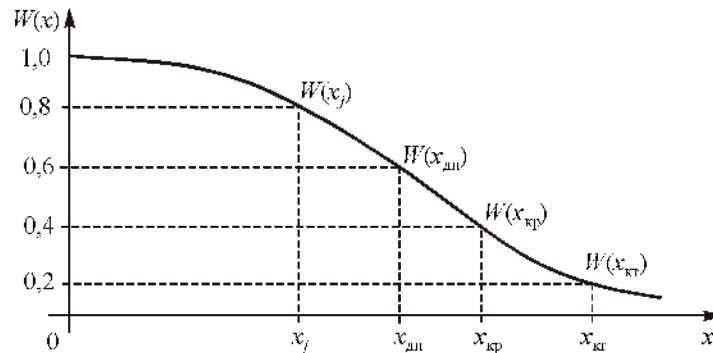


Рис. 2.8. Крива ймовірностей перевищення певного рівня збитків
У побудові кривої $W(x)$ прийнято такі припущення:

- імовірність збитків, більших від нуля, дорівнює одиниці $P(\xi > 0) = W(0) = 1$;
- зі зростанням заданого рівня збитків імовірність перевищення цього рівня монотонно спадає;
- за необмеженого зростання рівня збитків ($x \rightarrow \infty$) імовірність його перевищення прямує до нуля $W(x) \rightarrow 0$, тобто

$$\lim_{x \rightarrow \infty} W(x) = 0. \quad (2.5)$$

Необхідно також враховувати схильність (несхильність) суб'єкта прийняття рішень до ризику, тобто висувати та враховувати якісь додаткові гіпотези та критерії (показники) щодо оцінки підприємницького ризику.

2.7.5. Наслідки кількісного аналізу ризику

Узагальнюючи викладений матеріал і результати, що містяться в численних літературних джерелах, де йдеться про економічний ризик, можна сформулювати, зокрема, такі позитивні моменти, що дає кількісний аналіз ризику.

1. Розширення бази даних для обґрунтованого прийняття рішень стосовно об'єктів (проектів). Так, зокрема, проект, ефективність (ЧПВ, норма доходу) якого виражена єдиним числом і є відносно невеликою, може, між іншим, бути прийнятим після того, як визначено, що його сукупні шанси щодо одержання позитивних результатів вищі, ніж імовірність неприйнятних збитків. Але навіть від привабливого проекту (з високою нормою доходу) можуть відмовитися на підставі того, що він надто ри-

зикований. У порівнянні двох альтернативних проектів перевагу може здобути проект з меншим значенням норми доходу завдяки кращому співвідношенню ризиків і сподіваних значень норми доходу.

2. Необхідність того, щоб з урахуванням ризику здійснювався попередній відбір, наприклад нових варіантів проектів, і визначалися інвестиційні можливості. Попередньо застосувавши прості (легко здійсненні, за малих затрат часу та коштів) методи аналізу ризику, можна отримати необхідну інформацію щодо ймовірних значень ключових аргументів (чинників ризику), зрозуміти, з якими чинниками пов'язані найбільші коливання вихідного параметра. Завдяки цьому заощаджуються людські та фінансові ресурси.

3. Виокремлення областей щодо зміни (ймовірної) суттєвих параметрів в об'єкті (проекті), який аналізується, що і спрямовує процес подальшого аналізу і збирання (купівлі) додаткової інформації. Якщо затрати, пов'язані з додатковою інформацією, більші, ніж вигоди, які можна одержати від її використання для зниження ступеня ризику, то збір додаткової інформації не справджує себе.

4. Заохочення до подальшого ретельного перегляду відповідних показників, виражених єдиним числом, у ході детерміністичної оцінки аналізованого об'єкта (проекту). Певні труднощі у визначенні чинників ризику, діапазону можливих коливань значень і законів розподілу ймовірності відповідних чинників і результуючих показників в аналізі проекту нерідко призводять до того, що прогнозовані значення не досліджуються належним чином. У той же час потреба визначати і додержуватись зрозумілих раціональних гіпотез у процесі аналізу ризику вимагає від аналітика критично переглядати і змінювати базовий сценарій, вводити додаткові гіпотези.

5. Ефективне використання експертів (експертної інформації), які воліють виражати свої судження у вигляді розподілу ймовірності різних значень оцінок (чи розпливчастих множин), а не у вигляді згортки їх до єдиного числового значення показника.

6. Сприяння тому, щоб в детерміністичному аналізі використовувався інтервальний прогноз відповідних значень показників (чинників) на відміну від точкових прогнозів, які в багатьох випадках практично не справджуються реальними результатами. Ймовірнісний (розпливчастий) підхід є методикою, яка полегшує перевірку емпіричних і експертних даних.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ТА ІНСТРУМЕНТАРІЙ КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ РИЗИКУ

3.1. ЗАГАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ РИЗИКУ

У кожній ситуації, пов'язаній з ризиком, виникає питання: що означає виправданий (допустимий) ризик, де проходить межа, яка відокремлює допустимий ризик від загрозливого. Знати про існування економічного ризику, аналізувати його необхідно, але не достатньо. Важливо виявити його ступінь, причому слід, зокрема, оцінити ймовірність того, що певна (несприятлива) подія має шанси відбутись, а потім — яким чином це вплине на ситуацію (рішення).

За досить високого ступеня ризику в альтернативних стратегіях менеджери інколи приймають варіант рішення (стратегію) з дещо меншою економічною ефективністю (нормою прибутку, доходу) чи економічним ефектом, але з більшими шансами на своєчасну та успішну (надійну) реалізацію прийнятого варіанта (стратегії).

Чим досконалішими є методи дослідження та кількісної оцінки ризику, тим меншим стає чинник невизначеності. Використовуються дві групи методів — апіорні та емпіричні. Перші ґрунтуються на теоретичних положеннях і формують вимоги щодо результатів певних рішень, другі — на вивченні минулих подій та опрацюванні інформації, зокрема статистичної.

Кількісна оцінка ступеня ризику провадиться на підставі обчислень, які здійснюються ще на попередній стадії. У прийнятті рішень треба враховувати можливість суперпозиції кількох обставин (сприятливих чи несприятливих) і визначити величину ймовірного прибутку або збитків, які виникають додатково. Якщо малоймовірно, що відбудуться несприятливі наслідки, то ризик малий. Малий він і в тому разі, коли ймовірність збитків велика, а самі по собі обсяги збитків малі. Якщо вартість помилки велика, наприклад, у випадках з аваріями, людським життям, то їх ймовірність слід зробити дуже малою.

Важливими проблемами є розробка методик кількісної оцінки ризику в різних сферах економічної діяльності, розвиток відповідного механізму відстеження (моніторингу), контролювання еко-

номічного ризику та управління ним на засадах системного аналізу. Усе багатство людського інтелекту, накопичене, зокрема, в теорії ймовірностей і математичній статистиці, теорії корисності, теорії розпливчастих (нечітких) множин, якщо його використовувати конструктивно, може служити для побудови системи кількісних оцінок ризику, із застосуванням тієї чи іншої системи гіпотез стосовно конкретної ситуації, пов'язаної з вибором з множини альтернативних об'єктів (проектів) оптимального (раціонального) рішення (проекту, стратегії) з відповідним (допустимим) ступенем ризику. Долаючи невизначеність і конфлікт, здійснюють перехід до ризику, переходять від невимірної невизначеності до вимірної. Це можна зробити, коли згідно з виокремленими цілями дослідження приймається й відповідна система гіпотез.

Якщо перейти на формалізованішу мову, то «невизначеності» можна зіставити таку модель. Фіксується певний комплекс умов α , що накладається на систему S (реальну чи абстрактну), і спостерігається відповідний результат $\omega(\alpha)$. Якщо за решти рівних умов можливими є різні результати $\omega_1(\alpha), \dots, \omega_n(\alpha)$, $n > 1$, то кажуть про невизначеність щодо функціонування системи S в цих умовах. Не надто обмежуючи загальність подальших міркувань, можна припустити, що задано множину $\Omega = \{\omega\}$ усіх можливих попарно різних результатів за фіксації комплексу умов α . Додатково припустивши наявність деякої функції оцінювання $v(\omega)$, що зіставляє кожному можливому результату $\omega \in \Omega$ його оцінку $v \in V$ (V — множина різноманітних оцінок, впорядкованих за ступенем корисності, цінності, привабливості та інших), можна говорити про ризик щодо отримання результату ω .

У праці [283] наводиться приклад, де йдеться про фінансовий інвестиційний проект S . Початковий стан задається фіксацією комплексу умов α , що описується вектором $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_n)$, $\alpha_i \geq 0$ — обсяг коштів, витрачених на купівлю цінних паперів i -го виду; $\alpha_1 + \dots + \alpha_n > 0$. Результуючий стан системи S можна описати, наприклад, за допомогою вектора $\omega = (\omega_1, \dots, \omega_n)$, де ω_i — прирости за певний період реальної вартості i -го цінного паперу. Якщо цінністю результату ω є приріст $v(\omega) = \omega_1 + \dots + \omega_n$ реальної вартості всього інвестиційного портфеля, то можна говорити про невизначеність результату ω , встановленого «з точністю до множини Ω », і про ризик малої фінансової ефективності $v(\omega)$ інвестиційного проекту S .

Існує тлумачення терміну «ризик» як часткового випадку невизначеності, пов'язаного з оцінкою низки можливих варіантів лише як несприятливих. Водночас необхідно наголосити на наявності в

науковій літературі зовсім іншого трактування взаємозв'язку цих двох термінів [21, 283, 315, 327]. Часто словом «ризик» позначають ситуацію, коли для можливих варіантів визначена, зокрема, ймовірність їх появи, а словом «невизначеність» — ситуацію, коли визначити цю ймовірність неможливо. Таке розуміння термінів походить від відомої праці Ф. Найта «Ризик, невизначеність і дохід» [315]. У цій науковій праці робиться протиставлення щодо можливості статистичного чи теоретичного (апріорного, за термінологією Ф. Найта) визначення ймовірностей варіантів.

Протягом багатьох років полярна пара «ризик — невизначеність» набула низки додаткових семантичних відтінків, втративши одночасно деякі первісні риси. Говорять про прийняття рішень в умовах ризику і прийняття рішень в умовах невизначеності.

У науковій праці [283] професор М. В. Хованов наголошує на неправомірності такого підходу. Натомість він пропонує розрізняти вимірювану та невимірну невизначеність за допомогою понять «невизначеність першого роду» та «невизначеність другого роду». Невизначеність першого роду має місце тоді, коли досліднику відома лише множина Ω усіх можливих альтернативних варіантів поведінки досліджуваної системи, а невизначеність другого роду — тоді, коли є додатково відомий розподіл ймовірності P , заданий на деякій сукупності підмножини Ω [283]. У цій праці на підставі теоретико-ймовірнісного підходу отримані досить вагомні результати.

Необхідно зазначити, що предикат «невизначеність» належить не до самого дослідника і не до окремо розглядуваної системи S , але до ситуації в цілому, описуючи реляцію між дослідником і досліджуваною системою [315]. Тобто терміном «невизначеність» фіксується наявність у дослідника дефіциту знань (інформації) стосовно системи. Власне саме це не дозволяє однозначно визначити стан системи чи варіанти її поведінки.

На нашу думку, в ситуаціях оцінювання, управління, неминучого вибору необхідно спиратися на наведені в першому розділі постулати, а також на визначення ризику, які становлять концептуальні засади для кількісного оцінювання ризику.

Отже, ризик зумовлюється необхідністю подолання невизначеності, конфлікту в ситуаціях цілепокладання, оцінювання, управління, неминучого вибору.

Конфлікт необхідно розуміти в двох аспектах: як внутрішній конфлікт суб'єкта ризику — множина цілей, множина критеріїв, неоднорідність самого суб'єкта ризику (структури) тощо; як зовнішній конфлікт, тобто наявність контрагентів, конкурентів і необхідність для суб'єкта ризику враховувати альтернативні варіанти їх по-

ведінки. Наголосимо також, що подолання невизначеності й конфлікту зовсім не означає того, що невизначеність усувається (зникає). Зовсім не це мається на увазі. Адже ризик зумовлений існуванням невизначеності, тобто існування невизначеності й конфлікту, власне, і породжує ризик, яким обтяжений суб'єкт ризику, котрий змушений оцінювати, управляти, приймати рішення.

Подолання невизначеності розуміється нами в сенсі того, що суб'єкт ризику приймає низку обґрунтованих (раціональних) гіпотез, що дає йому змогу здійснити напіввпорядкування множини можливих станів системи чи варіантів її поведінки. Зрозуміло, що невизначеність залишається, але суб'єкт сприймає та враховує ризик, оцінюючи його, вводячи міру ризику. Зазначимо, що в ризикології не все так просто й ставити крапку щодо проблем полярної пари «ризик — невизначеність» ніхто в наш час не наважиться. Але задача мінімізації ризику чи функціонування системи у межах прийняттого ризику у фінансово-економічній сфері — це задача боротьби з невизначеністю.

Історично першим способом урахування невизначеності, як зазначається в [193], було винайдення *ймовірностей*. Тут зазначається, що особи, котрі спеціалізувалися на азартних іграх, були зацікавлені в оцінці частот тих чи інших подій, реалізуючи серію з достатньої кількості випробувань. Разом з тим з самого початку було зрозуміло, що досліджувана частота тих чи інших значень, яких набуває випадкова величина, не є характеристиками одиночної (разової) події (однієї гри), а повної їх множини, що пізніше дістала назву генеральної сукупності. Успішне застосування ймовірнісних методів у статистиці наприкінці XIX століття (у дослідженні масових і статистично однорідних демографічних процесів) зробило методи теорії ймовірностей досить поширеними в усіх сферах буття. Використання ймовірностей для врахування випадковості, невизначеності стосовно очікуваних подій набуло ексклюзивного характеру. Доречним є таке використання, де йдеться про однорідні події масового характеру, зокрема, в теорії масового обслуговування, теорії надійності.

Однак, починаючи з 50-х років XX століття, в академічній науці з'явилися праці, що ставили під сумнів тотальне застосування ймовірнісної теорії до врахування невизначеності й породженого нею ризику. Автори цих праць слушно зазначали, що класична ймовірність аксіоматично визначена як характеристика генеральної сукупності статистично однорідних випадкових подій. У тих випадках, коли статистична однорідність не має місця, застосування класичних ймовірностей в аналізі не є адекватним.

Реагуванням на ці аргументовані зауваження стала низка фундаментальних наукових праць, зокрема Севіджа, Пойя, Кайберга, Фішберна, де Фінетті та ін., де обґрунтовувалось впровадження неklasичних ймовірностей. Тобто таких ймовірностей, що не мають частотного сенсу, а виражають пізнавальну активність дослідника (суб'єкта ризику) щодо випадкових процесів, який вимушений приймати рішення (оцінювати) в умовах дефіциту необхідної інформації, котра в більшості випадків відсутня на момент прийняття рішення. Так з'явилися суб'єктивні (аксіологічні) ймовірності. Разом з тим більшість наукових результатів з класичної теорії ймовірностей перебралася в теорію аксіологічних ймовірностей і, зокрема, у логіко-ймовірнісні схеми дедуктивного виведення інтегрованих ймовірностей складних подій, що базуються на побудові повної множини вихідних гіпотез щодо реалізації простих подій, котрі є складовими досліджуваної складної події. Ці схеми дістали назву імплікативних. Докладно про розвиток теорії ймовірностей протягом ХХ століття досить яскраво й переконливо описано в [161].

Водночас поява неklasичних ймовірностей стала не єдиним реагуванням на виявлену проблему. Необхідно наголосити на підвищенні зацікавленості до мінімаксних підходів, принципу гарантованого результату, а також на зародженні теорії нечітких множин. За мінімаксного підходу суб'єктові ризику, особі, що приймає рішення (ОПР), пропонується відреагувати на ситуацію так, аби домогтися найкращих (у певному сенсі) результатів за найгірших умов. Вважається, що така поведінка є оптимальною в умовах невизначеності й породженого нею ризику. Опонуючи мінімаксним підходам, учені (дослідники) зазначають, що очікування найгірших сценаріїв може виявитися вкрай обережним (коли особа є гранично несхильною до ризику), і це налаштовуватиме систему прийняття рішень на найнесприятливіші результати, що призведе, в свою чергу, до паралічу економічних інновацій, виникненню ризику невикористаних можливостей («закопаних талантів»).

Компромісом щодо мінімаксних підходів є метод Гурвіця [44, 255], коли два екстремальні сценарії (найгірший і найкращий) ураховуються спільно, а за ваговий коефіцієнт у згортці сценаріїв виступає параметр λ ($0 \leq \lambda \leq 1$), значення котрого задається ОПР. Чим більшого значення набуває λ , тим оптимістичніше налаштована ОПР. Але за такого підходу губиться (не враховується) наявна інформація, що її дають решта сценаріїв (окрім мінімального та максимального ефектів). Модифікацією інтегрально-ймовірнісного методу Гурвіця є метод, який враховує додаткову інформацію щодо співвідношення ймовірностей наявної множини сценаріїв з ураху-

ванням того, що точні значення сценарних ймовірностей невідомі [193].

Стосовно нечітких множин, то первісною ідеєю цієї теорії було прагнення побудувати функціональну відповідність між нечітким лінгвістичним описом (типу «високий», «теплый» тощо) і відповідними спеціальними числами, що виражають ступінь адекватності значень вимірюваних параметрів (довжина, температура, вага тощо) згаданому нечіткому опису [137]. У цій праці *Лофті Заде* були впроваджені так звані лінгвістичні ймовірності — ймовірності, що задаються не кількісно, а за допомогою нечітко-змістовного оцінювання. Згодом сфера застосування теорії нечітких множин суттєво розширилась. Сам Л. Заде визначив нечіткі множини як інструмент побудови теорії можливостей [354]. З тих пір наукові категорії випадковості й можливості, ймовірності й ступінь належності отримують теоретичне розмежування.

Черговим досягненням теорії нечітких (розпливчастих) множин є впровадження таких понять, як нечіткі числа нечітких підмножин спеціалізованого виду, що відповідають висловлюванням (судженням) типу «значення змінної приблизно дорівнює a ». З їх запровадженням стало можливим прогнозувати майбутні значення параметрів, котрі очікуються як значення в деякому діапазоні (інтервалі). Вибудовується також набір операцій над нечіткими числами, котрі приводяться до алгебраїчних операцій із звичайними числами за задання певного інтервалу належності.

Прикладні результати теорії нечітких множин, як про це йдеться, зокрема, в [193], не примусили себе довго очікувати. Закордонний ринок так званих нечітких контролерів (різновид яких встановлено навіть на пральних машинах марки LG) оцінюють ємністю в мільярди доларів. Набуває поширення як модель людських розумових процесів нечітка логіка, вбудована в системи штучного інтелекту й автоматизовані системи підтримки прийняття рішень тощо.

Починаючи з кінця 70-х років XX століття методи теорії нечітких множин починають застосовуватися в економіці. Серед низки публікацій вийшла друком і монографія [160], у котрій подано широкий спектр можливих застосувань цієї теорії, починаючи від оцінки ефективності інвестицій до кадрових рішень і заміни устаткування. Побудовані й відповідні економіко-математичні моделі.

У [193] зазначається, що суттєвою перевагою теорії ймовірностей і математичної статистики є історичний (протягом кількох століть) досвід застосування й використання ймовірностей та логічних схем на їх підґрунті. Але коли невизначеність щодо майбутнього стану об'єкта дослідження губить риси статистичної

невизначеності, класична ймовірність як характеристика масових процесів відходить у небуття. Погіршення інформованості спонукає до використання суб'єктивних імовірностей, але тут же виникає й проблема достовірності ймовірнісних оцінок ОПР: приписуючи ймовірностям точкові значення в ході деякої віртуальної простої лотереї, керуються міркуваннями власних економічних переваг, котрі можуть бути деформовані сподіваннями й пристрастями.

У виборі оцінок суб'єктивних імовірностей нерідко посиляються на відомий принцип Гібса—Джейнса: серед усіх імовірнісних розподілів, узгоджених з вихідною (первісною) інформацією стосовно невизначеності відповідного показника, рекомендується обрати той, котрому відповідає максимальна ентропія. Багато дослідників, зокрема й автор [193], і автори цієї монографії [52, 83], залюбки використовували даний метод. Однак цей принцип необхідно застосовувати обережно, бо він не забезпечує автоматично монотонності критерія сподіваного ефекту [255]. Отже, принцип максимуму ентропії необхідно доповнювати граничними умовами застосовуваності цього критерію щодо вибору ймовірнісних розподілів.

У разі ж застосування нечітких чисел від ОПР вимагається не формулювати точкові ймовірнісні оцінки, а задавати розрахунковий коридор значень прогнозованих параметрів. У такому разі сподіваний ефект оцінюється експертом так само, як і нечітке число зі своїм розрахунковим розкидом (ступенем нечіткості). Як зазначається в низці праць, за такого підходу виникає алгоритмічна й програмна перевага методу, що ґрунтується на нечіткості, оскільки дослідник оперує не опосередкованими оцінками (до яких можна віднести ймовірності), а, зокрема, прямими проектними даними щодо розкиду (варіації) параметрів.

Стосовно оцінки ступеня ризику при прийнятті рішень в умовах невизначеності, то, як зазначається в низці наукових праць, ймовірнісні й нечітко-множинні методи дають дослідникові додаткові можливості аналізу залежно від цілей і прийнятих гіпотез. Ступінь стійкості рішень, чутливих щодо коливання вихідних даних, верифікується в процесі їх аналізу, і ця стійкість може бути оцінена аналітично, що має принципове значення.

Зазначимо, що на сьогодні можна виокремити низку математичних теорій, що їх доречно застосовувати для формалізації невизначеної інформації й вимірювання ризику [31]:

1. Багатозначна логіка.
2. Теорія ймовірностей.
3. Теорія похибок (інтервальні моделі).
4. Теорія інтервальних середніх.

5. Теорія суб'єктивних імовірностей.
6. Теорія нечітких множин.
7. Теорія нечітких мір й інтегралів.

Проведений аналіз (порівняння) цих теорій показав, що однією з найефективніших математичних теорій, з погляду її використання в проблемах невизначеності і породженого нею ризику, є теорія нечітких мір [31]. Але, незважаючи на бурхливий розвиток цієї теорії протягом останніх десятиліть, математичні підходи, що використовують нечіткі міри, ще недостатньо розвинуті і залишається низка питань щодо їх практичного застосування в економіці та підприємстві. З часу перших публікацій з основ теорії нечітких мір [347] пройшло понад 30 років. Найбільший розвиток і практичне застосування отримали дослідження з питань міри можливості й необхідності [120, 197]. Вказані галузі знань, особливо математичні моделі нечітких процесів, бурхливо розвиваються.

Кількісна оцінка ризику базується на результатах його кількісного та якісного аналізу. Ще раз наголосимо, що якісний аналіз ризику є найскладнішим і вимагає ґрунтовних знань, досвіду та інтуїції в сфері конкретної діяльності [52]. У процесі кількісного оцінювання ризику якісний і кількісний аналіз не механічно доповнюють один одного, а системно взаємодіють. Кількісний аналіз може мати в основі лише якісно встановлені цілі, гіпотези, критерії, чинники, умови, альтернативи, відображати ставлення до ризику його суб'єкта. В свою чергу, якісний аналіз можна вдосконалити, використовуючи результати кількісного аналізу. Зокрема, якщо внаслідок кількісного аналізу чинників ризику вдалося встановити недостатню достовірність їх впливу, то це є підставою для перегляду висновків якісного аналізу й проведення ґрунтовніших досліджень з метою встановлення реально суттєвих чинників ризику (ключових параметрів).

Зазначимо, що в теорії досить поширеною і розумною є гіпотеза, що варіація відносно середнього (математичного сподівання) ефекту (наприклад, прибутку) може бути одним з безлічі показників кількісної оцінки ступеня економічного ризику. Математичним виразом варіації відносно середнього як однієї з кількісних оцінок ступеня економічного ризику традиційно приймається дисперсія та середньоквадратичне відхилення [83]. На нашу думку, цілком чітко можна зазначити, що обчислення середньоквадратичного відхилення норми прибутку деякого активу як оцінки ступеня ризику ще не є завершеною оцінкою міри ризику, бо суб'єктові ризику необхідно ще співвіднести серед-

ноквадратичне відхилення до необхідної норми прибутку щодо даного класу активів і до рівня ефективності й ступеня її варіабельності в альтернативних варіантах. Таке співвіднесення може завершити кількісну оцінку ступеня ризику, але не оцінку ризику загалом (щодо даної операції), оскільки для реалізації останнього необхідно враховувати ставлення ОПР до ризику. Одні й ті самі кількісні оцінки сприймаються різними ОПР як такі, що характеризують різний ступінь і грань ризику. Отже, необхідно врахувати ставлення до ризику його суб'єктів. Тому в концептуальному сенсі кількісна оцінка ґрунтується на:

- 1) якісному аналізу ризику;
- 2) кількісному аналізу ризику;
- 3) ставленні до ризику його суб'єкта.

Ризик є характерним феноменом ринкової економіки, потребує ретельного аналізу впливу на об'єкти (процеси) оцінювання та управління множини внутрішніх і зовнішніх чинників, надсистеми, а також урахування ставлення до ризику суб'єктів господарювання (суб'єктів ризику). Наведене у попередньому матеріалі означення ризику та система постулатів також вказують на необхідність урахування діалектичної об'єктивно-суб'єктивної структури ризику, здійснюючи його якісний і кількісний аналіз, визначаючи кількісну оцінку міри ризику, моделюючи його та управляючи ним.

Необхідно, щоб міра ризику відображала міру (ступінь) відхилення від цілей, бажаного (очікуваного) результату, міру невдачі (збитків) з урахуванням впливу керованих (контрольованих) і некерованих (неконтрольованих) чинників, прямих і зворотних зв'язків, враховувала різні грані цього феномену економічного буття. Отже, можна дійти висновку, що кількісна міра ризику є вектором, компоненти якого відображають різні грані ризику і формуються залежно від цілей дослідження, прийнятої системи гіпотез, наявної інформації, ставлення суб'єкта ризику до невизначеності, конфліктності.

Вимірювання ризику повинно ґрунтуватися на загальнометодологічних положеннях теорії вимірювань, що складає науковий фундамент будь-яких вимірювань. Стосовно оцінки економічного ризику вимірюваними властивостями економічних систем повинні бути такі характеристики структури, стану чи поведінки цих систем та їх зовнішнього середовища, котрі дозволяють за умов невизначеності та конфлікту віднайти і диференціювати за потенційними наслідками можливі майбутні стани чи траєкторії (їх множину) поведінки певних економічних об'єктів, можливі

відхилення від цілей, можливі збитки. Виявлення таких властивостей є предметом якісного та кількісного аналізу ризику і полягає у виявленні ключових параметрів (чинників ризику) та ідентифікації форм, видів і типів ризику. Методологічні засади і методичні підходи такого аналізу викладені у попередніх розділах даної роботи.

Як приклад застосування теорії вимірювань до вирішення питань ризикології з урахуванням специфіки цієї науки [288] запропоновано узагальнений алгоритм розробки методики вимірювання певних видів і показників економічного ризику. Наведемо цей алгоритм (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Узагальнений алгоритм розробки методики вимірювання певного виду економічного ризику [288]

Реляційна модель являє собою відображення предметної області у вигляді множини, що задає сукупність відношень. У теорії вимірювань таку множину називають системою з відношеннями. У найпростіших випадках це можуть бути відношення еквівалентності й порядку. Водночас система відношень може визначатися і за допомогою різноманітних операцій (наприклад, бісекції, суми, добутку тощо), що створюють так звану алгебру. За посередництвом алгебри логіки та відповідних шкал конструюються інтегровані показники міри ризику на підґрунті окремих компонент вектора міри ризику $w = \{\omega_1, \dots, \omega_n\}$.

Зазначимо, що необхідно прагнути використовувати наявні можливості вимірювання у відносних чи хоча б інтервальних шкалах. Як вимірювач може виступати відображення, що є гомоморфізмом з емпіричної реляційної системи у шкальну числову систему з реляціями [288]. Відповідно до теорії вимірювань гомоморфізм визначається не однозначно, тобто існує множина шкал, що гомоморфно відображає певну емпіричну систему з реляціями [225]. У зв'язку з цим суттєву роль відіграє четвертий блок наведеного узагальненого алгоритму (див. рис. 3.1), функцією якого є визначення та обґрунтування вибору того чи іншого показника як вимірювача, що є адекватним предметній сфері вимірюваного ризику, її емпіричній системі з реляціями, цілям дослідження та прийнятій системі гіпотез. Аналіз наукових публікацій свідчить, що у вимірюванні економічного ризику отримали практичне застосування майже всі типи шкал, окрім номінальних.

Виходячи зі змістовного визначення економічного ризику, його ієрархічності, множинності чинників ризику тощо, можна стверджувати про принципову неможливість вичерпного вимірювання ризику за окремою його емпіричною властивістю. Зазначимо, що окремі показники ступеня ризику обчислюють у відносних або абсолютних величинах. Велике значення для оцінки ступеня ризику має вибір економічних показників, за варіацією, мінливістю, швидкістю змін яких судять про міру ризику. Необхідно, щоб ці показники відображали економічну сутність результатів оцінювання, управління, рішення та були адекватними щодо обраних цілей і прийнятої системи гіпотез.

Зазначимо, що кількість показників ступеня ризику в економіці та підприємстві весь час зростає й зростатиме надалі через багатогранність ризику. Тому є сенс продовжувати наукові дослідження в даній сфері.

3.2. КІЛЬКІСНІ ПОКАЗНИКИ СТУПЕНЯ РИЗИКУ В АБСОЛЮТНОМУ ВИРАЖЕННІ

В абсолютному вираженні ризик може визначатися сподіваною величиною можливих збитків, якщо збитки піддаються такому виміру. Як міру ризику в абсолютному вираженні використовують також оцінки мінливості результату. На практиці часто обмежуються спрощеними підходами: оцінюючи ризик, спираються на один чи кілька головних показників (критеріїв), параметрів, які являють собою найважливіші узагальнені характеристики у даній конкретній ситуації. Якщо такою узагальненою характеристикою виступає величина небажаних наслідків (збитки, непередбачувані платежі тощо), то в абсолютному вираженні міра (ступінь) ризику невдачі (очікуваної невдачі в процесі досягнення мети) може визначатися як добуток імовірності невдачі (небажаних наслідків) та величини цих небажаних наслідків, які мають місце в даному випадку, тобто:

$$W = p_n x_n,$$

де W — величина ризику; p_n — імовірність небажаних наслідків; x_n — величина (обсяг) цих наслідків.

У ряді випадків, зокрема страхуванні, величину (ступінь) ризику W визначають як імовірність настання небажаних наслідків.

У такому разі:

$$W = p_n.$$

Імовірність p_n з достатнім ступенем точності обчислюється, зокрема, на підставі статистичних даних.

Розрізняти теоретичні значення параметрів (числових характеристик) випадкових величин та їхні статистичні оцінки у подальших викладках будемо лише в окремих випадках, застерігаючи це.

Як міра ризику використовується функціонал збуреної ймовірності [200]:

$$\pi(F) = \int_{-\infty}^0 [g(1 - F(x)) - 1] dx + \int_0^{\infty} g(1 - F(x)) dx,$$

де $F(x)$ — функція розподілу ймовірності випадкової величини, а $g: [0,1] \rightarrow [0,1]$ — збурююча функція ймовірності, $g(0) = 0$, $g(1) = 1$.

Безсумнівний інтерес становить така оцінка ризику невдачі, яка ґрунтується на всьому спектрі можливих результатів (збитків,

платежів тощо). Якщо відомі всі можливі наслідки окремого рішення та ймовірності їх настання, то для оцінки міри (ступеня) ризику використовується величина очікуваної невдачі (сподіване значення, математичне сподівання), тобто середньозважена величина цих можливих результатів. У випадку, коли можливі наслідки описуються дискретною випадковою величиною $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, а розподіл імовірностей їх настання $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$; $\sum_{j=1}^n p_j = 1$, величина ризику очікуваної невдачі:

$$W = M(X) = \sum_{j=1}^n p_j x_j.$$

Якщо ж несприятливі наслідки описуються неперервною випадковою величиною $X \in (-\infty; +\infty)$, то

$$W = M(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx,$$

де $f(x)$ — щільність розподілу ймовірності випадкової величини X .

У більшості випадків показники ефекту та ефективності (приєдбувості, збитковості) як випадкові величини мають асиметричні закони розподілу. Це зумовлено низкою причин: насамперед тим, що ці економічні показники залежать від багатьох чинників, частина з яких на момент дослідження є латентними. Крім того, мають місце приховані тенденції, нелінійність і багатоваріантність розвитку економічних процесів, асиметрія інформації на ринках, асиметричне ставлення більшості суб'єктів до сприятливих і несприятливих подій у майбутньому (стосовно експертних оцінок). Значний вплив має науково-технічний прогрес.

У разі, коли адекватною моделлю міри невдачі є випадкова величина X з несиметричним розподілом імовірності, за величину ризику доцільно використовувати модальне значення ($M_o(X)$) цієї випадкової величини, тобто

$$W = M_o(X).$$

У низці проблем, пов'язаних з економічним аналізом і прийняттям рішень в умовах невизначеності, конфліктності, використовуються середньгеометричні величини відповідних економічних показників. Про це йдеться ще у відомій праці *О. Ланге*, присвяченій проблемам економічної кібернетики [166]. Середньгеометричне доцільно використовувати у маркетингових дослідженнях для кількісної оцінки рейтингу якості товарів і послуг, рейтингу

підприємства (фірми) тощо. При врахуванні низки припущень і гіпотез середньогометричне використовується у теорії раціональних сподівань, теорії пріоритетності ліквідності для оцінки дохідності (ставки відсотка) довгострокових фінансових інструментів [33, 183, 312]. У цілому ж загальна теорія часової структури ставки відсотка, як зазначається в [133], перебуває в стані становлення і подальших досліджень.

У працях з теорії ймовірностей та математичної статистики (див. [156]) середньогометричне розглядається як характеристика центра групування випадкової величини X , що обчислюється за формулою:

$$G(X) = e^{M(\ln(X))}, \quad (3.1)$$

де $M(\bullet)$ — математичне сподівання випадкової величини.

Очевидно, що можливості використання оцінки (3.1) обмежені тим, що логарифмічна функція визначена лише для додатного аргументу (тобто для $X > 0$). Походження терміна «середньогометричне» легко пояснюється на прикладі дискретної випадкової величини $X = \{x_1; x_2; \dots; x_n\}$ з розподілом $P = \{p_1; p_2; \dots; p_n\}$, де $p_j = P(X = x_j) = 1/n, j = 1, 2, \dots, n$. Тоді

$$\begin{aligned} G(X) &= \exp(M(\ln(X))) = \exp\left(\sum_{j=1}^n p_j \ln x_j\right) = \exp\left(\sum_{j=1}^n \ln x_j^{p_j}\right) = \\ &= \exp\left(\ln \prod_{j=1}^n x_j^{p_j}\right) = \prod_{j=1}^n x_j^{p_j} = \prod_{j=1}^n x_j^{1/n} = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n x_j}. \end{aligned}$$

Власне середньогометричним прийнято називати оцінку [179]

$$\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n x_j},$$

а тому у ситуації, коли $p_j \neq 1/n, j = 1, 2, \dots, n$, вживання терміна «середньогометричне» стає не зовсім коректним. У зв'язку з цим надалі в більш загальних ситуаціях оцінку (3.1) називатимемо *зваженим середньогометричним* випадкової величини X . Як характеристику деяких економічних показників має сенс розглядати саме зважене середньогометричне.

Подальшим узагальненням використання зваженої середньогометричної в практичній діяльності може слугувати оцінка [42]:

$$G(X, \varepsilon) = a - \varepsilon + \exp(M(\ln(X - a + \varepsilon))), \quad (3.2)$$

де $a = \inf(X)$; $\varepsilon \geq 0$ — довільна константа, введення якої дозволяє використовувати ПЕОМ у розрахунках, і реалізації x випадкової величини X , які близькі до a (при $x \rightarrow a \ln(x - a) \rightarrow \infty$).

Використання формули (3.2) в дещо спрощеному вигляді можна зустріти в багатьох джерелах.

Встановимо деякі властивості оцінки $G(X)$, що обчислюється згідно з (3.2). Оскільки всі реалізації випадкової величини X задовольняють умові $x_j \geq a$, то

$$\begin{aligned} G(X, \varepsilon) &= a - \varepsilon + \exp(M \ln(X - a + \varepsilon)) \geq a - \varepsilon + \exp(M \ln(a - a + \varepsilon)) = \\ &= a - \varepsilon + \exp(\ln \varepsilon) = a - \varepsilon + \varepsilon = a. \end{aligned}$$

Якщо покласти $b = \sup(X)$, всі реалізації випадкової величини X задовольнятимуть умові $x_j \leq b$ і тоді

$$\begin{aligned} G(X, \varepsilon) &= a - \varepsilon + \exp(M \ln(X - a + \varepsilon)) \leq a - \varepsilon + \exp(M \ln(b - a + \varepsilon)) = \\ &= a - \varepsilon + \exp(\ln(b - a + \varepsilon)) = a - \varepsilon + b - a + \varepsilon = b. \end{aligned}$$

Отже, величина $G(X, \varepsilon) \in [a, b]$. Зауважимо також, що на результат прийняття рішення значення параметра ε ($\varepsilon \geq 0$) не впливає, тобто його значення можна вибирати довільним залежно від ситуації, але однаковим для всіх альтернативних рішень, що порівнюються.

Зробимо такі перетворення:

$$\begin{aligned} M(\ln(X - a + \varepsilon)) &= M \ln((X - m) + (m - a + \varepsilon)) = \\ &= M \left(\ln \left((m - a + \varepsilon) \cdot \left(1 + \frac{X - m}{m - a + \varepsilon} \right) \right) \right) = \\ &= M \left(\ln(m - a + \varepsilon) + \ln \left(1 + \frac{X - m}{m - a + \varepsilon} \right) \right) = \ln(m - a + \varepsilon) + \\ &+ M \left(\frac{X - m}{m - a + \varepsilon} - \frac{1}{2} \left(\frac{X - m}{m - a + \varepsilon} \right)^2 + \frac{1}{3} \left(\frac{X - m}{m - a + \varepsilon} \right)^3 - \frac{1}{4} \left(\frac{X - m}{m - a + \varepsilon} \right)^4 + \dots \right) = \\ &= \ln(m - a + \varepsilon) + M \left(\frac{X - m}{m - a + \varepsilon} \right) - \frac{1}{2} M \left(\left(\frac{X - m}{m - a + \varepsilon} \right)^2 \right) + \\ &+ \frac{1}{3} M \left(\left(\frac{X - m}{m - a + \varepsilon} \right)^3 \right) - \frac{1}{4} M \left(\left(\frac{X - m}{m - a + \varepsilon} \right)^4 \right) + \dots = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \ln(m-a+\varepsilon) + 0 - \frac{1}{2} \left(\frac{\sigma(X)}{m-a+\varepsilon} \right)^2 + \\
&+ \frac{1}{3} \left(\frac{\sigma(X)}{m-a+\varepsilon} \right)^3 As(X) - \frac{1}{4} \left(\frac{\sigma(X)}{m-a+\varepsilon} \right)^4 (Ex(X)+3) + \dots = \\
&= \ln(m-a+\varepsilon) - \frac{1}{2} \tilde{\sigma}^2(X) + \frac{1}{3} \tilde{\sigma}^3(X) As(X) - \frac{1}{4} \tilde{\sigma}^4(X) (Ex(X)+3) + R_4(X).
\end{aligned}$$

Тут $R_4(X)$ — залишок степеневого ряду, який прямує до нуля при $\tilde{\sigma}(X) \rightarrow 0$. У ході здійснення цих перетворень було враховано, що випадкова величина $Z = (X-m)/\sigma(X)$ є нормованою, тобто $M(Z) = 0$, $D(Z) = 1$, а також введені позначення:

$As(X)$ — коефіцієнт асиметрії випадкової величини X ;

$Ex(X)$ — коефіцієнт ексцесу;

$\tilde{\sigma}(X) = \sigma(X)/(m-a+\varepsilon)$.

Крім того, наведені перетворення включили розклад функції $\ln(1+t)$ в ряд Маклорена, який є збіжним лише для $|t| < 1$.

У нашому випадку $t = (X-m)/(m-a+\varepsilon)$. Але через довільність вибору параметра ε умову $|t| < 1$ легко задовольнити, поклавши, наприклад, $\varepsilon = kb - m$, $k = 1, 2, \dots$

Ураховуючи результат здійснених перетворень, приходимо до співвідношення:

$$\begin{aligned}
G(X, \varepsilon) &= a - \varepsilon + \exp(M(\ln(X-a+\varepsilon))) = a - \varepsilon + \exp(\ln(m-a+\varepsilon)) \times \\
&\times \exp\left(M\left(\ln\left(1 + \frac{X-m}{m-a+\varepsilon}\right)\right)\right) = a - \varepsilon + (m-a+\varepsilon) \left(-\frac{1}{2} \tilde{\sigma}^2(X) + \right. \\
&\quad \left. + \frac{1}{3} \tilde{\sigma}^3(X) As(X) - \frac{1}{4} \tilde{\sigma}^4(X) (Ex(X)+3) \dots \right).
\end{aligned}$$

Оскільки при $\varepsilon \rightarrow \infty$

$$\exp\left(M\left(\ln\left(1 + \frac{X-m}{m-a+\varepsilon}\right)\right)\right) \rightarrow \exp(M(\ln(1+0))) = \exp(\ln 1) = e^0 = 1,$$

то при $\varepsilon \rightarrow \infty$

$$G(X, \varepsilon) \rightarrow a - \varepsilon + (m-a+\varepsilon) \cdot 1 = a - \varepsilon + m - a + \varepsilon = m.$$

Слід зауважити також, що у випадку, коли $X > 0$, при $\varepsilon = a$ отримуємо:

$$G(X, a) = a - a + \exp(M(\ln(X-a+a))) = \exp(M(\ln X)) = G(X),$$

тобто зважене середньгеометричне, що отримується згідно із запропонованою методикою, збігається з середньгеометричним, запропонованим у [270].

Виявляється, що портфель цінних паперів, сформований на підставі максимізації зваженої середньгеометричної норми прибутку, характеризується найвищою очікуваною вартістю в кінці середньота довготермінового періоду (найвищим кінцевим багатством).

Як величина ризику в абсолютному вираженні часто використовується міра розсіювання значень економічного показника відносно центра групування цих значень. Нехай за центр групування значень економічного показника використовується його математичне сподівання. Тоді середньозважене модуля відхилення цього показника від свого математичного сподівання у дискретному випадку можна знайти за формулою:

$$M(|X - M(X)|) = \sum_{j=1}^n p_j |x_j - M(X)|.$$

Якщо ж за центр групування значень економічного показника використати моду, то середньозважене модуля відхилення від модального значення у дискретному випадку знаходять за формулою:

$$M(|X - M_o(X)|) = \sum_{j=1}^n p_j |x_j - M_o(X)|.$$

Можна розглянути як центр групування значень економічного показника медіану, тоді середньозважене модуля відхилення від медіанного значення (M_e) у дискретному випадку обчислюють за формулою:

$$M(|X - M_e(X)|) = \sum_{j=1}^n p_j |x_j - M_e(X)|.$$

У ситуації, коли адекватною моделлю економічного показника є неперервна випадкова величина,

$$M(|X - M(X)|) = \int_{-\infty}^{+\infty} |x - M(X)| f(x) dx,$$

$$M(|X - M_o(X)|) = \int_{-\infty}^{+\infty} |x - M_o(X)| f(x) dx,$$

$$M(|X - M_e(X)|) = \int_{-\infty}^{+\infty} |x - M_e(X)| f(x) dx,$$

де $f(x)$ — функція щільності розподілу ймовірності випадкової величини X .

Очевидно, що більші значення наведених оцінок свідчать про вищу нестабільність щодо діяльності відповідного економічного об'єкта. Як величина ризику і використовується ця міра нестабільності, тобто:

$$W = M(|X - M(X)|)$$

або

$$W = M(|X - M_o(X)|),$$

або ж

$$W = M(|X - M_e(X)|).$$

Слід мати на увазі, що даний підхід до оцінки ризику застосовується у разі, коли економічний показник може мати як позитивний, так і негативний інгредієнт.

При абсолютному вираженні міри економічного ризику (див. [18, 25, 92, 140, 204, 213, 227, 275, 291]) під час прийняття рішень широко використовується дисперсійний підхід.

Дисперсією (варіацією) $V(X)$ випадкової величини X є зважена щодо ймовірності величина квадратів відхилення значень випадкової величини X від її математичного сподівання $M(X)$. Дисперсія характеризує міру розсіяння випадкової величини X навколо $M(X)$ і обчислюється за формулою:

$$V(X) = M[(X - M(X))^2].$$

Формула для розрахунку середньоквадратичного відхилення випадкової величини X :

$$\sigma(X) = \sqrt{V(X)} = [M\{(X - M(X))^2\}]^{0,5},$$

де $M(X)$ — математичне сподівання випадкової величини X , $V(X)$ — її варіація (дисперсія), $\sigma(X)$ — середньоквадратичне відхилення.

Якщо ж за центр групування значень економічного показника використати модальне значення випадкової величини, то в абсолютному вираженні міри економічного ризику можна використати модальну варіацію та середньоквадратичне відхилення від модального значення:

$$V_{M_o}(X) = M[(X - M_o(X))^2],$$

$$\sigma_{M_o}(X) = \sqrt{V_{M_o}(X)} = [M\{(X - M_o(X))^2\}]^{0.5},$$

де $M_o(X)$ — модальне значення випадкової величини X ; $V_{M_o}(X)$ — її модальна варіація; $\sigma_{M_o}(X)$ — середньоквадратичне відхилення від модального значення.

Аналогічно, якщо розглянути як центр групування значень економічного показника медіану, тоді в абсолютному вираженні міри економічного ризику можна використати медіанну варіацію та середньоквадратичне відхилення від медіани:

$$V_{Me}(X) = M[(X - Me(X))^2],$$

$$\sigma_{Me}(X) = \sqrt{V_{Me}(X)} = [M\{(X - Me(X))^2\}]^{0.5},$$

де $Me(X)$ — медіана випадкової величини X ; $V_{Me}(X)$ — її медіанна варіація; $\sigma_{Me}(X)$ — середньоквадратичне відхилення від медіани.

Підхід, що спирається на варіацію чи середньоквадратичне відхилення, вважається класичним. У варіації та середньоквадратичному відхиленні ризик визначається через відхилення значень випадкової величини від її сподіваного значення (математичного сподівання). При цьому, чим більшим буде це відхилення, тим більшим виявиться ступінь (міра) ризику, пов'язаного з певною стратегією.

Необхідно зауважити, що при такому визначенні міри ризику однаково трактуються як додатні (сприятливі), так і від'ємні (несприятливі) відхилення від сподіваної величини. Тобто використовується гіпотеза, що коливання випадкової величини X (прибутку, норми доходу, ЧПВ, збитків) в обидві сторони однаково небажані. У ряді випадків, наприклад, при асиметричних законах розподілу ймовірностей, це не так і дану гіпотезу доводиться відхиляти.

Якщо випадкова величина X відображає прибутки і має місце від'ємне відхилення, то зрозуміло, що відповідна оцінка прибутку як реалізація випадкової величини є нижчою, ніж сподівана величина. Це означає, взагалі кажучи, несприятливу ситуацію. Водночас додатне відхилення вказує на те, що реалізація випадкової величини (прибутку) є вищою, ніж сподівана величина. Для менеджера (інвестора) це, очевидно, сприятлива ситуація.

Ризик насамперед пов'язаний з несприятливими для підприємця (менеджера, інвестора) ефектами, і для його оцінювання мо-

жна брати до уваги лише від'ємні відхилення від сподіваної величини (наприклад, при інвестуванні в цінні папери). При цьому оцінкою ризику може бути семіваріація, яка й обирається, зокрема в [51, 92, 323], за міру ризику. Цю оцінку для дискретної випадкової величини X можна подати формулою:

$$SV(X) = \sum_{j=1}^n \alpha_j p_j (x_j - M(X))^2,$$

де n — кількість значень випадкової величини X ; α_j — індикатор несприятливих відхилень значень випадкової величини від її сподіваного значення, тобто:

$$\alpha_j = \begin{cases} 0, & \text{у разі сприятливого відхилення,} \\ 1, & \text{у разі несприятливого відхилення,} \end{cases}$$

x_j — значення випадкової величини, $j = 1, \dots, n$; p_j — відповідні ймовірності; $m = M(X)$ — математичне сподівання випадкової величини X .

Для неперервної величини X у разі, якщо випадкова величина має позитивний інгредієнт:

$$SV(X) = \int_{-\infty}^{M(X)} (x - M(X))^2 f(x) dx,$$

де $f(x)$ — щільність розподілу ймовірності випадкової величини X ; у разі, якщо випадкова величина має негативний інгредієнт:

$$SV(X) = \int_{M(X)}^{+\infty} (x - M(X))^2 f(x) dx,$$

де $f(x)$ — щільність розподілу ймовірності випадкової величини X .

З практичного погляду зручніше (беручи до уваги вимірність величин) застосувати так зване семіквадратичне відхилення, яке можна подати за формулою:

$$SSV(X) = \sqrt{SV(X)}.$$

Отже, чим більшою буде величина $SV(X)$ (чи $SSV(X)$), тим вищим буде ступінь ризику.

Якщо ж за центр групування значень економічного показника використати модальне значення випадкової величини, то в абсолютному вираженні міри економічного ризику можна використати модальну семіваріацію та семіквадратичне відхилення від модального значення.

Для дискретної випадкової величини X модальну семіваріацію можна подати формулою:

$$SV_{M_o}(X) = \sum_{j=1}^n \alpha_j p_j (x_j - M_o(X))^2,$$

де n — кількість значень випадкової величини X ; α_j — індикатор несприятливих відхилень значень випадкової величини від її модального значення, тобто:

$$\alpha_j = \begin{cases} 0, & \text{у разі сприятливого відхилення,} \\ 1, & \text{у разі несприятливого відхилення,} \end{cases}$$

x_j — значення випадкової величини, $j = 1, \dots, n$; p_j — відповідні ймовірності; $M_o(X)$ — модальне значення випадкової величини X .

Для неперервної величини X у разі, якщо випадкова величина має позитивний інгредієнт:

$$SV_{M_o}(X) = \int_{-\infty}^{M_o(X)} (x - M_o(X))^2 f(x) dx,$$

де $f(x)$ — щільність розподілу ймовірності випадкової величини X ;

у разі, якщо випадкова величина має негативний інгредієнт;

$$SV_{M_o}(X) = \int_{M_o(X)}^{-\infty} (x - M_o(X))^2 f(x) dx,$$

де $f(x)$ — щільність розподілу ймовірності випадкової величини X .

Семіквадратичне відхилення від модального значення можна подати за формулою:

$$SSV_{M_o}(X) = \sqrt{SV_{M_o}(X)}.$$

Аналогічно якщо розглянути за центр групування значень економічного показника медіану, то в абсолютному вираженні міри економічного ризику можна використати медіанну семіваріацію та семіквадратичне відхилення від медіани.

Для дискретної випадкової величини X медіанну семіваріацію можна подати формулою:

$$SV_{M_e}(X) = \sum_{j=1}^n \alpha_j p_j (x_j - M_e(X))^2,$$

де n — кількість значень випадкової величини X ; α_j — індикатор несприятливих відхилень значень випадкової величини від її медіанного значення, тобто:

$$\alpha_j = \begin{cases} 0, & \text{у разі сприятливого відхилення,} \\ 1, & \text{у разі несприятливого відхилення,} \end{cases}$$

x_j — значення випадкової величини, $j = 1, \dots, n$; p_j — відповідні ймовірності; $M_e(X)$ — медіанне значення випадкової величини X .

Для неперервної величини X у разі, якщо випадкова величина має позитивний інгредієнт:

$$SV_{M_e}(X) = \int_{-s}^{M_e(X)} (x - M_e(X))^2 f(x) dx,$$

де $f(x)$ — щільність розподілу ймовірності випадкової величини X ; у разі, якщо випадкова величина має негативний інгредієнт:

$$SV_{M_e}(X) = \int_{M_e(X)}^{+\infty} (x - M_e(X))^2 f(x) dx,$$

де $f(x)$ — щільність розподілу ймовірності випадкової величини X .

Семіквадратичне відхилення від медіанного значення можна подати за формулою:

$$SSV_{M_e}(X) = \sqrt{SV_{M_e}(X)}.$$

Для оцінки ризику також застосовуються варіація та середньоквадратичне відхилення від зваженого середньгеометричного:

$$VG(X) = \sum_{i=1}^n p_i (x_i - G(X))^2,$$

$$\sigma G(X) = \sqrt{\sum_{i=1}^n p_i (x_i - G(X))^2},$$

де $VG(X)$ — варіація від зваженого середньгеометричного; $\sigma G(X)$ — середньоквадратичне відхилення від зваженого середньгеометричного; x_i , p_i — значення та відповідні ймовірності дискретної випадкової величини.

З погляду неокласичного підходу до оцінки ризику доцільним є впровадження такого показника ступеня ризику, як семіквадра-

тичне відхилення від зваженого середньгеометричного випадкової величини:

$$SSG(X) = \sqrt{SG(X)} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \alpha_i p_i (x_i - G(X))^2},$$

де $SG(X)$ — величина семіваріації стосовно зваженого середньгеометричного; $SSG(X)$ — семіквадратичне відхилення стосовно зваженого середньгеометричного; α_i — індикатор несприятливого відхилення від зваженого середньгеометричного.

Оскільки величини $SV_{M_o}(X)$, $SSV_{M_o}(X)$, $SV_{M_r}(X)$, $SSV_{M_r}(X)$, $VG(X)$, $\sigma G(X)$, $SG(X)$, $SSG(X)$ мають негативний інгредієнт, то, як і раніше, ризик вважається вищим при більших значеннях цих показників.

3.3. РИЗИК У ВІДНОСНОМУ ВИРАЖЕННІ

У відносному вираженні ризик може визначатись як величина можливих збитків, віднесена до деякої бази, за яку найзручніше приймати або майно підприємця, або загальні витрати ресурсів на даний вид підприємницької діяльності, або ж очікуваний прибуток від даного виду підприємництва.

Для підприємства (корпорації) за базу визначення відносної величини міри ризику, як правило, беруть вартість основних фондів та обігових коштів або плановані сумарні витрати на даний вид ризикованої діяльності, маючи на увазі як поточні витрати, так і капіталовкладення чи розрахунковий прибуток тощо.

Якщо під ризиком розуміти ризик банкрутства, то міру (оцінку) ризику, що може призвести до банкрутства, можна визначити, зокрема, як співвідношення максимально можливого обсягу збитків до обсягу власних фінансових ресурсів інвестора.

У відносному вираженні ризик визначається іноді за допомогою коефіцієнта ризику:

$$W = x/K, \quad (3.3)$$

де W — коефіцієнт ризику; x — максимально можливий обсяг збитків (гр. од.); K — обсяг власних фінансових ресурсів з урахуванням точно відомих надходжень коштів (гр. од.).

У формулі (3.3) за міру ризику взята відносна величина: відношення можливих збитків до певної бази — обсягу власних ресурсів. Необхідно підкреслити, що залежно від ситуації за базу

можуть слугувати також або майновий стан інвестора (підприємства), або загальні витрати, пов'язані з певним видом діяльності, або ж очікуваний дохід (ефективність) тощо. Доречним буде й багатокритеріальний підхід, що спирається на раціональну систему гіпотез.

З формального погляду в формулі (3.3) величини, які стоять у знаменнику, не повинні дорівнювати нулю ($K \neq 0$). Якщо таке трапиться, то, проводячи оцінку ризику на підставі відносних показників, слід перенести початок координат по осі абсцис, наприклад, в ліву сторону, тобто додати до знаменника певну константу C (додатне число).

Коефіцієнт сподіваних збитків (I_1) являє собою показник, що враховує обсяг сподіваних збитків стосовно певної величини, котра характеризує прибуток (ЧПВ) об'єкта (проекту), тобто це частка від ділення абсолютної величини сподіваних збитків на суму сподіваних вигід плюс абсолютна величина сподіваних збитків. Коефіцієнт цей обчислюється за формулою:

$$I_1 = \frac{\left| \int_{-\infty}^0 xf(x)dx \right|}{\int_0^{+\infty} xf(x)dx + \left| \int_{-\infty}^0 xf(x)dx \right|}, \quad (3.4)$$

де $f(x)$ — щільність імовірності випадкової величини ефективності проекту.

Коефіцієнт I_1 є теоретичним узагальненням, модифікацією коефіцієнта ризику, поданого в [284].

Значення коефіцієнта сподіваних збитків I_1 можуть знаходитися в межах від нуля (що означає відсутність сподіваних збитків) до одиниці (що означає відсутність сподіваних вигід), тобто $0 \leq I_1 \leq 1$. Коефіцієнт ризику I_1 інтегрально враховує як форму, так і розташування (вздовж осі абсцис) закону розподілу випадкової величини (прибутку, ЧПВ) відносно граничної позначки, за яку приймається нульове значення цієї величини. Зауважимо, що за точку відліку не обов'язково брати нульову відмітку. Для дещо змодифікованого коефіцієнта за таку точку може бути обране, скажімо, математичне сподівання тощо залежно від прийнятої раціональної системи гіпотез:

$$I_2 = \frac{\left| \int_{-x}^z xf(x)dx \right|}{\int_z^{+\infty} xf(x)dx + \left| \int_{-x}^z xf(x)dx \right|},$$

де Z — деяке заплановане значення економічного показника залежно від прийнятої раціональної системи гіпотез.

Модифікований коефіцієнт сподіваних збитків (K_z) обчислюється за формулою:

$$K_z = \frac{|M_z|}{|M_z^+| + |M_z^-|}, \quad (3.5)$$

де Z — заплановане значення економічного показника; M_z^+ та M_z^- — відповідно сподівані величини сприятливих і несприятливих відхилень (стосовно Z).

Формально M_z^+ та M_z^- — це умовні математичні сподівання щодо відхилень, тобто:

$$M_z^+ = M(X - Z / X \in X_z^+), \quad M_z^- = M(X - Z / X \in X_z^-),$$

де X_z^+ — множина сприятливих значень економічного показника стосовно рівня Z ; X_z^- — множина його несприятливих значень. Очевидно, що $X = X_z^+ \cup X_z^-$.

Значення модифікованого коефіцієнта сподіваних збитків $K_z \in [0;1]$, причому $K_z = 0$, якщо відсутні сподівані збитки, і $K_z = 1$, якщо відсутні сподівані вигоди. Слід зауважити, що K_z має негативний інгредієнт.

У дискретному випадку, тобто у випадку, коли $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, а розподіл імовірностей їх настання $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$; $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$; $\sum_{j=1}^n p_j = 1$, величини M_z^+ та M_z^- (умовні математичні сподівання) обчислюються за формулами:

$$M_z = \frac{1}{P} \sum_{j=1}^n \alpha_j p_j x_j - Z, \quad P = \sum_{j=1}^n \alpha_j p_j;$$

$$M_z^+ = \frac{1}{P^+} \sum_{j=1}^n \beta_j^+ p_j x_j - Z, \quad P^+ = \sum_{j=1}^n \beta_j^+ p_j,$$

де α_j^- — індикатор несприятливого (стосовно Z) відхилення; β_j^+ — індикатор сприятливого (стосовно Z) відхилення.

У неперервному випадку в ситуації, коли відома, наприклад, щільність ймовірності $f(x)$ випадкової величини X , маємо:

$$M_Z^- = \frac{1}{P^-} \int_{-\infty}^{+\infty} \alpha^-(x) x f(x) dx - Z, \quad P^- = \int_{-\infty}^{+\infty} \alpha^-(x) f(x) dx,$$

$$M_Z^+ = \frac{1}{P^+} \int_{-\infty}^{+\infty} \beta^+(x) x f(x) dx - Z, \quad P^+ = \int_{-\infty}^{+\infty} \beta^+(x) f(x) dx,$$

де $\alpha^-(x)$ — індикатор несприятливого (стосовно Z) відхилення, тобто

$$\alpha^-(x) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } x \text{ відхиляється у несприятливу сторону від } Z, \\ 0, & \text{якщо } x \text{ відхиляється у сприятливу сторону від } Z, \end{cases}$$

$\beta^+(x)$ — індикатор сприятливого (стосовно Z) відхилення, тобто

$$\beta^+(x) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } x \text{ відхиляється у сприятливу сторону від } Z, \\ 0, & \text{якщо } x \text{ відхиляється у несприятливу сторону від } Z. \end{cases}$$

У разі, коли ризик оцінюється як варіабельність щодо отримання доходів, для його оцінки у відносному вираженні використовується коефіцієнт варіації, тобто відношення середньоквадратичного відхилення економічного показника ефективності X з позитивним інгредієнтом до сподіваного значення цього показника. Його застосовують у разі, коли сподівані доходи одного проекту відрізняються від сподіваних доходів іншого проекту, і стає недостатнім порівнювати лише показники варіації, а слід визначати (або вимірювати) ризикованість проекту відносно сподіваних доходів. Мірою ризику в цьому разі є коефіцієнт варіації (CV), який обчислюється за формулою:

$$CV(X) = \sigma(X)/M(X). \quad (3.6)$$

Коефіцієнту варіації можна надати таке економічне тлумачення: це величина ризику відхилень, що припадає на одиницю сподіваного доходу. А тому можна дійти висновку, що коефіцієнт варіації має негативний інгредієнт (чим менше значення $CV(X)$ для проекту, тим меншим відносним ризиком він обтяжений).

Коефіцієнт варіації використовується у тому випадку, коли для двох альтернативних проектів A і B виявиться, що $m_A > m_B$ та $\sigma_A > \sigma_B$ ($m_A < m_B$ та $\sigma_A < \sigma_B$), де $m_A = M(X_A)$; $m_B = M(X_B)$; $\sigma_A = \sigma(X_A)$; $\sigma_B = \sigma(X_B)$. Перевагу слід віддати проекту, для якого є меншим коефіцієнт варіації.

У разі, коли $m_A > m_B$ та $\sigma_A > \sigma_B$ ($m_A < m_B$ та $\sigma_A < \sigma_B$) і при цьому $CV_A = CV_B$, то слід враховувати схильність (несхильність) суб'єкта прийняття рішень (менеджера, управлінської команди) до ризику. Для цього необхідно застосування теорії корисності

чи прийняття додаткових гіпотез (додаткових критеріїв) на підставі аналізу відповідної ситуації, тобто виникає необхідність у багатокритеріальному підході.

Як оцінку ступеня ризику у відносному вираженні використовують також коефіцієнт семіваріації, який обчислюється за формулою:

$$CSV(X) = SSV(X)/M(X), \quad (3.7)$$

де $SSV(X)$ — семіквадратичне відхилення випадкової величини X ; $M(X)$ — математичне сподівання випадкової величини X .

Коефіцієнт семіваріації характеризує величину ризику несприятливих відхилень, що припадає на одиницю сподіваного доходу. Коефіцієнт семіваріації у ряді випадків дає можливість, вникаючи у сутність проблеми, краще оцінити ступінь ризику. Це доцільно, зокрема, тоді, коли зовнішнє економічне середовище, чинники ризику, характерні для аналізованого об'єкта (проекту), відзначаються динамізмом.

На нашу думку, можна застосовувати як оцінку ступеня ризику, пов'язаного з модальним значенням випадкової величини, медіанним значенням випадкової величини, зі зваженою середньгеометричною випадкової величини, відповідно коефіцієнт семівідхилення від модального значення ($CSV_{M_o}(X)$), коефіцієнт семівідхилення від медіанного значення ($CSV_{M_e}(X)$), коефіцієнт семівідхилення від середньгеометричної величини ($CSG(X)$), які обчислюються за формулами:

$$CSV_{M_o}(X) = SSV_{M_o}(X)/M_o(X),$$

$$CSV_{M_e}(X) = SSV_{M_e}(X)/M_e(X),$$

$$CSG(X) = SSG(X)/G(X),$$

де $M_o(X)$ — модальне значення випадкової величини; $SSV_{M_o}(X)$ — величина семіквадратичного відхилення стосовно модального значення; $M_e(X)$ — медіанне значення випадкової величини; $SSV_{M_e}(X)$ — величина семіквадратичного відхилення стосовно медіанного значення; $G(X)$ — зважене середньгеометричне значення випадкової величини; $SSG(X)$ — величина семіквадратичного відхилення стосовно зваженого середньгеометричного.

Як неважко помітити, у разі асиметричного закону розподілу певних показників ефективності аналіз лише середньквадратичного відхилення як міри ризику може бути недостатнім, особливо коли ці значення збігаються для кількох альтернативних об'єктів (проектів). У такому разі варто аналізувати як показник кількіс-

ної міри ризику таку числову характеристику випадкової величини, як коефіцієнт асиметрії (As). Його визначають за формулою:

$$As = M((X - M(X))^3) / \sigma(X)^3.$$

Зокрема, для дискретної випадкової величини коефіцієнт асиметрії можна обчислити за такою формулою:

$$As = \sum_{j=1}^n p_j (x_j - M(X))^3 / \sigma(X)^3,$$

де $x_j, j = 1, \dots, n$ — значення випадкової величини; $p_j, j = 1, \dots, n$ — відповідні ймовірності; $M(X)$ — математичне сподівання; $\sigma(X)$ — середньоквадратичне відхилення.

Якщо $As = 0$, то графік функції щільності ймовірності випадкової величини розташований симетрично відносно математичного сподівання. Якщо $As > 0$, то відповідна випадкова величина має правосторонній скіс (рис. 3.2), «хвіст» розподілу розташований праворуч.

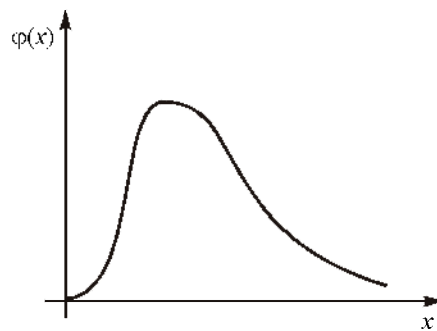


Рис. 3.2. Диференційна функція (щільність) розподілу випадкової величини, яка має додатне значення коефіцієнта асиметрії

Коли $As < 0$, випадкова величина має лівосторонній скіс (рис. 3.3), «хвіст» розподілу розташований ліворуч.



Рис. 3.3. Диференційна функція (щільність) розподілу випадкової величини, яка має від'ємне значення коефіцієнта асиметрії

Зрозуміло, що у разі, коли досліджуваний показник має позитивний інгредієнт за решти рівних умов серед m різних альтернативних об'єктів (проектів, стратегій), меншим ризиком обтяжений той, для якого має місце:

$$As_{k_0} = \max_{k=1, \dots, m} As_k,$$

оскільки несприятливі відхилення від сподіваного значення з відносно великою ймовірністю розташовані для обраного об'єкта X_{k_0} зліва найближче до сподіваного значення (менше відхиляються від нього в несприятливу сторону, порівняно з іншими), а відповідні (сприятливі) значення значно віддалені від сподіваної величини (ці значення — «хвіст» — розташовані праворуч).

У зв'язку з цим можна вважати, що критерій максимальної асиметрії є критерієм, який забезпечує мінімальний ризик стосовно несприятливих відхилень від сподіваного результату (для задач максимізації показників ефективності).

За міру ризику можна використовувати величину lAs [76, 78], що обчислюється за формулою:

$$lAs = \begin{cases} 1/(As + 1), & \text{якщо } As \geq 0, \\ 1 - As, & \text{якщо } As < 0. \end{cases}$$

Очевидно, що оцінка lAs має негативний інгредієнт, а тому перевага віддається тому об'єкту, для якого вона є мінімальною.

Для відносного вираження ризику з урахуванням As можна використовувати коефіцієнт варіації асиметрії:

$$CVAs(X) = lAs(X)/M(X).$$

Очевидно, що цей коефіцієнт у випадку, якщо досліджувана випадкова величина має позитивний інгредієнт, має негативний інгредієнт, а тому перевага віддається тому об'єкту, для якого $CVAs$ має найменше значення.

Використання коефіцієнта асиметрії можливе і тоді, коли показники ефективності об'єкта мають негативний інгредієнт (збитки, затрати). У цьому випадку ефективнішим рішенням відповідатимуть менші значення коефіцієнта асиметрії і більші значення коефіцієнта варіації асиметрії.

У ситуації, коли аналіз певних показників ефективності об'єктів (проектів) показує, що ці показники мають майже однакові сподівані значення, приблизно рівні середньоквадратичні відхилення (семіквадратичні відхилення), а також рівними є значення коефіцієнтів асиметрії, для порівняння ризиковості цих

проектів можна скористатись коефіцієнтом ексцесу. Його обчислюють за формулою:

$$Es = M((X - M(X))^3) / \sigma(X)^3 - 3.$$

Чим більше значення коефіцієнта ексцесу, тим більш «гостровершинним» є графік функції щільності ймовірності випадкової величини, що характеризує об'єкт (проект). Ця властивість коефіцієнта ексцесу вказує на вищу «концентрацію» значень показника ефективності в околі його сподіваного значення.

Очевидно, що серед m різних альтернативних об'єктів (проектів) найменш ризикованим є той, для якого «концентрація» значень показника ефективності в околі його сподіваного значення є вищою.

За міру ризику можна використовувати також величину IEs , що обчислюється за формулою:

$$IEs = \begin{cases} 1/(Es + 1), & \text{якщо } Es \geq 0, \\ 1 - Es, & \text{якщо } Es < 0, \end{cases}$$

або ж коефіцієнт варіації ексцесу

$$CVEs(X) = IEs(X) / M(X). \quad (3.8)$$

Очевидно, що величини IEs , $CVEs$ мають негативні інгредієнти, тож, серед m альтернативних об'єктів перевага віддається тому, для якого ці показники найменші.

Розглянемо задачу вибору ефективнішого рішення серед двох альтернативних на базі використання зваженого середньгеометричного [42]. Цим рішенням поставимо у відповідність дві випадкові величини X та Y , що відображають рівні їх ефективності залежно від ситуації (стану економічного середовища).

Для визначеності зробимо припущення щодо інгредієнтів цих випадкових величин: надалі вважатимемо, що X та Y мають позитивний інгредієнт (тобто величини розглядаються в плані максимізації їх рівнів). А тому, враховуючи, що функції $\ln(1+x)$ та e^x є зростаючими, ефективнішому рішенню відповідатиме більше значення його зваженої середньгеометричної оцінки.

Перша задача прийняття рішення.

Нехай

$$\begin{cases} M(X) = M(Y) = m; \\ \inf(X) = \inf(Y) = a; \\ \sup(X) = \sup(Y) = b; \end{cases} \quad (3.9)$$

приймаємо також, що

$$D(X) = \sigma^2(X); D(Y) = \sigma^2(Y); \sigma(X) < \sigma(Y). \quad (3.10)$$

Використовуючи перетворення, зроблені вище, отримаємо

$$\begin{aligned} \frac{G(X, \varepsilon) - a + \varepsilon}{G(Y, \varepsilon) - a + \varepsilon} = \exp & \left(\frac{1}{2} (\tilde{\sigma}^2(Y) - \tilde{\sigma}^2(X)) + \frac{1}{3} (\tilde{\sigma}^3(X) As(X) - \tilde{\sigma}^3(Y) As(Y)) + \right. \\ & \left. + \frac{1}{4} (\tilde{\sigma}^4(Y) Ex(Y) + 3) - \tilde{\sigma}^4(X) (Ex(X) + 3) + \dots \right). \end{aligned}$$

Параметр ε ($\varepsilon > 0$) можна вибирати довільно і при його збільшенні відбувається зменшення значень величин $\sigma(X)$ та $\sigma(Y)$, тому вибором ε завжди можна досягнути того, щоб залишок збіжного степеневого ряду (ряду Маклорена) став настільки малим, щоб з урахуванням (3.9) мала місце оцінка:

$$\begin{aligned} |R_2| &= \left| \frac{1}{3} (\tilde{\sigma}^3(X) As(X) - \tilde{\sigma}^3(Y) As(Y)) - \dots \right| < \frac{1}{4} |\tilde{\sigma}^2(X) - \tilde{\sigma}^2(Y)| = \\ &= \frac{1}{4} (\tilde{\sigma}^2(Y) - \tilde{\sigma}^2(X)). \end{aligned}$$

Тоді

$$\begin{aligned} \frac{G(X, \varepsilon) - a + \varepsilon}{G(Y, \varepsilon) - a + \varepsilon} &> \exp \left(\frac{1}{2} (\tilde{\sigma}^2(Y) - \tilde{\sigma}^2(X)) - \frac{1}{4} (\tilde{\sigma}^2(Y) - \tilde{\sigma}^2(X)) \right) = \\ &= \frac{1}{4} \exp((\tilde{\sigma}^2(Y) - \tilde{\sigma}^2(X))) > \exp(0) = 1. \end{aligned}$$

Враховуючи, що $G(Y, \varepsilon) - a + \varepsilon > 0$, приходимо до нерівності:

$$G(X, \varepsilon) - a + \varepsilon > G(Y, \varepsilon) - a + \varepsilon,$$

тобто

$$G(X, \varepsilon) > G(Y, \varepsilon).$$

Отриманий результат надає можливості дійти такого висновку: при порівнянні двох випадкових величин, що мають однакові математичні сподівання (сподівані результати), але різну дисперсію, згідно з критерієм, що є зваженим середньгеометричним, перевага віддається тій випадковій величині, для якої є меншою оцінка дисперсії.

Якщо за умов (3.9) замість умови (3.10) покласти

$$\sigma(X) = \sigma(Y); As(X) > As(Y), \quad (3.11)$$

то при відповідному виборі параметра ε по аналогії з попереднім маємо:

$$\frac{G(X, \varepsilon) - a + \varepsilon}{G(Y, \varepsilon) - a + \varepsilon} > \exp\left(\frac{1}{6} \tilde{\sigma}^3(X)(As(X) - As(Y))\right) > \exp(0) = 1,$$

тобто

$$G(X; \varepsilon) > G(Y; \varepsilon).$$

Отже, з позицій зваженого середньгеометричного перевага віддається тій випадковій величині, для якої коефіцієнт асиметрії набуває більшого значення.

Якщо тепер до умови (3.9) додати умови

$$\sigma(X) = \sigma(Y); \quad (3.12)$$

$$As(X) = As(Y); \quad (3.13)$$

$$Ex(X) < Ex(Y), \quad (3.14)$$

то легко здобути оцінку:

$$\frac{G(X, \varepsilon) - a + \varepsilon}{G(Y, \varepsilon) - a + \varepsilon} > \exp\left(\frac{1}{8} \tilde{\sigma}^4(X)(Ex(Y) - Ex(X))\right) > \exp(0) = 1,$$

тобто

$$G(X; \varepsilon) > G(Y; \varepsilon).$$

Отже, з позицій зваженого середньгеометричного перевага віддається тій випадковій величині, для якої коефіцієнт ексцесу набуває меншого значення.

Отриманий результат, якщо його розглядати формально (тобто не з позицій зваженого середньгеометричного), узагальнює результати, одержані у [52]. У даній ситуації доходимо висновку, що зважене середньгеометричне орієнтує суб'єкт управління (за інших рівних умов) на те рішення, яке є перспективнішим у плані збільшення його ефективності (прибутку) в майбутньому.

Друга задача прийняття рішення.

Розглянемо тепер задачу порівняння двох випадкових величин, виходячи з іншої системи припущень:

$$\begin{cases} a = \inf(X) = \inf(Y); & (3.15) \\ m_1 = M(X); \quad m_2 = M(Y); \quad m_1 > m_2; & (3.16) \\ \sigma(X) = \sqrt{D(X)}; \quad \sigma(Y) = \sqrt{D(Y)}; \quad \sigma(X) > \sigma(Y). & (3.17) \end{cases}$$

Тоді, враховуючи те, що

$$\frac{m_1 - a + \varepsilon}{m_2 - a + \varepsilon} = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - a + \varepsilon} + 1 > 1,$$

приходимо до оцінки:

$$\begin{aligned} & \frac{G(X) - a + \varepsilon}{G(Y) - a + \varepsilon} > \\ & > \exp\left(\frac{1}{4}\left(\frac{m_2}{m_2 - a + \varepsilon}\right)^2\left(CV^2(Y) - CV^2(X)\left(\frac{m_1}{m_2}\right)^2\left(\frac{m_2 - a + \varepsilon}{m_1 - a + \varepsilon}\right)^2\right)\right), \end{aligned}$$

де $CV(X) = \sigma(X)/M(X)$, $CV(Y) = \sigma(Y)/M(Y)$ — коефіцієнти варіації відповідно випадкових величин X та Y .

Отримане співвідношення вказує на те, що рішенням X перевага буде віддана в тому випадку, коли

$$CV^2(Y) - CV^2(X)\left(\frac{m_1}{m_2}\right)^2\left(\frac{m_2 - a + \varepsilon}{m_1 - a + \varepsilon}\right)^2 > 0,$$

тобто коли

$$CV(X) < \frac{m_2}{m_1} \cdot \left(\frac{m_1 - m_2}{m_2 - a + \varepsilon} + 1\right) CV(Y). \quad (3.18)$$

Якщо в співвідношенні (3.18) покласти $\varepsilon = 0$, то приходимо до нерівності

$$CV(X) < \frac{1 - \frac{a}{m_1}}{1 - \frac{a}{m_2}} CV(Y), \quad (3.19)$$

яка порівняно з класичним підходом ($CV(X) < CV(Y)$) враховує не тільки значення коефіцієнтів варіації, але й розміщення на $[a; b]$ відповідних математичних сподівань. Наприклад, коли $CV(X) = CV(Y)$, то перевага буде віддана рішенням X , оскільки коефіцієнт $\gamma = (1 - a/m_1)/(1 - a/m_2)$ згідно з припущенням (3.16) перевищує одиницю.

Співвідношення (3.18) та (3.19) можна узагальнити у разі, коли випадкова величина X набуває своїх значень на $[a_1; b_1]$, Y — на $[a_2; b_2]$ і при цьому $a_1 \neq a_2$. Таке узагальнення може скласти предмет для окремого дослідження.

Слід зазначити, що коли йдеться про ряд показників (коефіцієнтів) ступеня ризику у відносному вираженні, зокрема про коефіцієнт варіації, коефіцієнт семіваріації тощо, що обчислюються відповідно до формул (3.6), (3.7), то вони мають сенс лише тоді, коли доцільно максимізувати відповідний показник ефективності, математичне сподівання (модальне значення, медіанне значення тощо) якого перебуває в знаменнику відповідної формули. Коли ж йдеться про ймовірні витрати (втрати, збитки), прийняті за базу, то чим меншим є в абсолютному вираженні сподіване значення базового показника, з яким пов'язаний відповідний об'єкт (проект) з ряду альтернативних, тим в цілому цей проект буде кращим.

У такому разі відносні оцінки ризику, обчислювані за формулами (3.6), (3.7), втрачають сенс, тож необхідно використати інші оцінки. Можна, зокрема, застосувати такі оцінки ризику [52, 78]:

$$W_1 = \alpha w_1 \beta |w_2| \quad (3.20)$$

або

$$W_2 = \alpha w_1 - \beta |w_2|, \quad (3.21)$$

де W_1 , W_2 — показники ризику; w_1 — чисельник однієї з формул (3.6), (3.7); w_2 — знаменник відповідної формули; α , β — коефіцієнти, які повинні задовольняти таким умовам:

$$\alpha \geq 0, \beta \geq 0, \quad (3.22)$$

$$\alpha + \beta = 1. \quad (3.23)$$

Отже, чим меншим буде значення показника W_1 чи W_2 , тим меншим ризиком обтяжений даний об'єкт (проект). Добір конкретних значень коефіцієнтів α , β пов'язаний з певним суб'єктивізмом. Тут доречно вводити додаткові гіпотези, будувати відповідні функції корисності, застосовувати методи інтелектуальної підтримки прийняття рішень тощо.

Аналіз та оцінка співвідношення ризику і доходу відіграють ключову роль у прийнятті обґрунтованих рішень щодо інвестицій у цінні папери тощо.

Одним з основних показників, поширених на Заході при аналізі фінансових ризиків, є показник систематичного ризику, або коефіцієнт чутливості бета (β) [198].

Систематичний ризик акції пов'язаний з подіями, які впливають на весь фондовий ринок у цілому, а отже, його неможливо уникнути диверсифікацією портфеля цінних паперів. Показник β характеризує змінюваність доходів по певній акції відносно до-

ходів «середнього», повністю диверсифікованого портфеля, яким в ідеальному випадку є весь ринок цінних паперів. Вважають, що показник систематичного ризику для «ринкової» акції, динаміка доходів по якій збігається з динамікою ринку цінних паперів у цілому (вимірюється за будь-яким фондовим індексом), дорівнює одиниці ($\beta = 1$).

Величина β_i — коефіцієнт систематичного ризику i -го активу — характеризує міру зв'язку між біржовим курсом акцій i -ї компанії та загальним станом ринку і визначається за формулою:

$$\beta_i = \frac{\text{cov}(R_i, R_M)}{\sigma^2(R_M)} = \frac{\rho(R_i, R_M)\sigma(R_i)}{\sigma(R_M)},$$

де R_i — норма прибутку i -го активу (акції); R_M — загальноринковий середній рівень норми прибутку; $\sigma(R_i), \sigma(R_M)$ — середньоквадратичне відхилення норми прибутку i -го активу та загальноринкової норми прибутку; $\text{cov}(R_i, R_M)$ — коваріація норми прибутку i -го активу та норми прибутку ринку; $\rho(R_i, R_M)$ — коефіцієнт кореляції норми прибутку i -го активу і середньоринкової норми прибутку.

Показник β регулярно публікується у західній фінансовій періодиці, він широко використовується для аналізу якості інвестиційних проектів, зокрема, для оцінки того, наскільки сподіваний дохід компенсує ризикованість вкладень у певний вид цінних паперів. Обчисленням показників ризику (β) активно займаються консалтингові, інвестиційні компанії, фінансово-кредитні установи та ін.

У теорії ризику та на практиці використовують ще цілу низку показників (параметрів) ризику. З деякими з них можна ознайомитися в [52, 78, 168, 356].

3.4. ГРАНИЧНІ МЕЖІ РИЗИКУ

Слід зазначити, що дисперсія (варіація) як міра ризику неповністю характеризує ступінь ризику, але дозволяє в низці випадків з притаманною точністю виявити граничні можливості інвестора або підприємця. Теоретичною основою цього є лема Маркова та нерівність Чебишева. Лема Маркова проголошує: якщо випадкова величина X не набуває від'ємних значень, то для будь-якого додатного числа ε справедливою буде нерівність:

$$P\{X > \varepsilon\} \leq M(X)/\varepsilon,$$

де $M(X)$ — математичне сподівання випадкової величини X .

Нерівність Чебишева стверджує: ймовірність того, що випадкова величина відхиляється за модулем від свого математичного сподівання більше, ніж на заданий допуск δ , не перевищує її дисперсії (варіації), поділеної на δ^2 , тобто

$$P\{|X - M(X)| > \delta\} \leq \frac{V(X)}{\delta^2} = \frac{\sigma^2(X)}{\delta^2},$$

де $M(X)$ — математичне сподівання випадкової величини X ;

$\sigma(X)$ — середньоквадратичне відхилення випадкової величини.

Ця нерівність містить важливу інформацію, якщо $\frac{\sigma^2}{\delta^2} < 1$.

Припустимо, що інвестиції здійснюються за рахунок кредиту, взятого під відсоток x_s під заставу нерухомості [210]. Яка ймовірність того, що інвестор не зможе повернути свій борг і позбудеться своєї нерухомості? Це ймовірність того, що випадкова величина X набуде значення, яке відповідає умові:

$$X < x_s \quad (3.24)$$

або

$$-(X - m) > m - x_s.$$

Отже, одержимо:

$$\begin{aligned} P\{X < x_s\} &= P\{-(X - m) > m - x_s\} \leq \\ &\leq P\{|X - m| > m - x_s\} \leq V/(m - x_s)^2. \end{aligned} \quad (3.25)$$

Звідси маємо, що шанс збанкрутувати не перевищує величини

$$V/(m - x_s)^2 = p_n.$$

Звичайно при цьому мають на увазі, що обов'язково виконується умова раціональності такого вкладу «під кредит»: $m > x_s$, а оцінка (3.25) має сенс лише тоді, коли варіація (дисперсія) не надто велика, тобто

$$V \leq (m - x_s)^2. \quad (3.26)$$

При заданих умовах (гіпотезах), щоб шанс збанкрутувати був би не більшим, ніж $1/9$ ($p_n \leq 1/9$), достатньо виконати умову (правило «трьох сигм»)

$$V \leq 1/9(m - x_s)^2 \quad (3.27)$$

або

$$m \geq x_s + 3\sigma. \quad (3.28)$$

Зазначимо, що тут як один з параметрів ризику у системі його кількісних оцінок виступає ймовірність несприятливої події $\left(p_n = \frac{\sigma^2(X)}{\delta^2}\right)$ поряд з таким параметром ризику, як дисперсія (варіація). У даному випадку приймається, що $p_n \leq 1/9$. Звичайно, можна сперечатися, чи задовольняє ця величина менеджера (суб'єкт прийняття рішення), чи ні. У ряді випадків величину p_n необхідно брати досить малою інколи (навіть у разі забезпечення «допустимого» ризику) $p_n = 0,001$. У загальному випадку необхідно приймати додаткові гіпотези, використовувати методи інтелектуальної підтримки прийняття рішень тощо.

Зазначимо, що для більшості економічних показників несприятливою подією логічно вважати відхилення в несприятливу сторону від обраної бази. Так, якщо X відображає прибуток чи інший показник економічного ефекту, то жоден суб'єкт господарювання не заперечуватиме проти його зростання. Несприятливими подіями у такому разі будуть лише ті, за яких значення показника ефекту виявиться меншим за значення встановленої бази. В таких випадках, як зазначається у [124], ефективнішим (з погляду точності оцінки) є застосування нерівності Кантеллі.

Нехай досліджується економічний показник X , який трактується як випадкова величина. Відомі такі параметри цієї випадкової величини: m — математичне сподівання; σ — середньоквадратичне відхилення. Нехай нормативно задається також величина L — встановлений рівень економічного ефекту, недосягнення якого трактується як несприятлива подія. Нерівність Кантеллі полягає у встановленні ймовірності несприятливої події, яка оцінюється за формулою:

$$P(X < L) \leq \frac{\sigma^2}{\sigma^2 + (m - L)^2}.$$

Необхідно також наголосити на діалектичній об'єктивно-суб'єктивній оцінці ризику, що має місце в оцінці Кантеллі. Якщо параметри m та σ мають об'єктивний характер, то поняття «несприятлива подія» і «ризик» чисельно характеризуються встановленням допустимого рівня порогового (бажаного) значення випадкової величини ($X \geq L$), який є суб'єктивним і залежить від суб'єкта ризику.

Ймовірність як один з показників міри ризику широко використовується у «Safety first» при моделюванні задач вибору опти-

мального портфеля на ринку акцій. Норма доходу (R) звичайної акції може бути представлена як випадкова величина зі статистично оціненими характеристиками (використовуючи дані минулих періодів). Зрозуміло, що й норма доходу портфеля з кількох акцій також буде випадковою величиною. Позначимо через R_k норму доходу деякого портфеля k з сукупності портфелів K , обраних інвестором до розгляду; m_k — середня норма доходу портфеля k ; σ_k — середньоквадратичне відхилення портфеля k . Нехай R_L встановлений інвестором (бажаний) пороговий рівень норми доходу портфеля, а значення R_k , нижче за цей рівень, нехай буде несприятливою подією. Відомі три основні критерії типу «Safety first», котрі наводяться у деяких працях [314]:

1) критерій Роя. Оптимальним вважається портфель із сукупності K , який дає мінімальне значення ймовірності як ступеня ризику $P(R_k < R_L)$;

2) критерій Катаока. Оптимальним портфелем із сукупності K вважається портфель, який дає максимальне значення R_L за умови

$$P(R_k < R_L) < \alpha ,$$

де α — встановлений інвестором ступінь ризику;

3) критерій Телсера. Оптимальним із сукупності портфелів K вважається такий портфель, який дає максимальне значення математичного сподівання m_k за умови, що

$$P(R_k < R_L) < \alpha ,$$

де α — встановлений інвестором ступінь ризику.

Очевидно, що для оцінки ймовірностей у кожному з наведених критеріїв можна використати нерівність Кантеллі.

Існує ціла система показників кількісної оцінки ступеня ризику. Але, як зазначається у низці праць [52, 294], від жодного кількісного показника ступеня ризику не слід очікувати, що він показуватиме адекватні результати за будь-яких обставин. Тобто встановлення певного єдиного показника як кількісної міри (ступеня) ризику є спробою подолати невизначеність, характеризуючи випадкову величину (ефективність, збитки) одним (єдиним) показником (числом). На нашу думку, кількісна оцінка ризику є багатовимірною величиною (вектором): $G = (g_1, \dots, g_n)$, компоненти якої $g_i, i = 1, \dots, n$, формуються залежно від мети дослідження, прийнятої системи гіпотез, суб'єктивного чинника, який характеризує ставлення суб'єкта ризику (управлінської команди) до невизначеності та ризику тощо.

У загальній теорії ризику досить часто вводять деякі числа B , які характеризують, зокрема, ефективність проекту за допомогою співвідношення [210]:

$$B = M[U(R)], \quad (3.29)$$

де R — випадкова величина, яка характеризує ефективність чи збитки досліджуваної економічної системи (об'єкта); $M[\]$ — оператор математичного сподівання; $U(R)$ — та чи інша аналітична функція, яку називають функцією корисності. Так, якщо $U(R) = R$, то $B = m(R)$, де $m(R)$ — математичне сподівання випадкової величини R . Тобто стохастика (випадковість) тут спрощено характеризується лише сподіваним значенням випадкової величини R (як правило, це можливі збитки). Якщо ж

$$U(R) = R - k(R - m(R))^2,$$

то

$$B = m(R) - kD(R),$$

де R — випадкова величина значення економічної ефективності; $U(R)$ — функція корисності певного суб'єкта прийняття рішення (управлінської команди); k — задане число (параметр); $D(R)$ — дисперсія випадкової величини R , яка характеризує її розсіювання щодо математичного сподівання $m(R)$.

У багатьох працях приймається, що

$$B = m(R) - k\sigma(R), \quad (3.30)$$

де $\sigma(R) = \sqrt{D(R)}$ — середньоквадратичне відхилення. Тобто сподівана корисність ураховує як сподіване значення, так і варіацію випадкової величини.

Зупинимось на деяких питаннях, що стосуються кількісної оцінки та врахування ризику, і є актуальними у фінансово-економічних проблемах прийняття рішень, обтяжених ризиком.

Ще одним показником ступеня ризику, який визначає суб'єктивне ставлення до нього особи, яка приймає рішення, є рівень значущості α . Вибір величини α залежить від низки чинників, зокрема схильності, несхильності, байдужості до ризику його суб'єкта, від величини наявного капіталу тощо.

За заданим рівнем значущості (ризiku) α можна знайти $k = k(\alpha)$ таке, що

$$P\{|m(R) - R| > k\sigma(R)\} \leq \frac{\sigma^2}{k^2 \sigma^2} = \frac{1}{k^2} = \alpha. \quad (3.31)$$

Тобто існує k , що з імовірністю не меншою, ніж γ ($\gamma = 1 - \alpha$) чи з ризиком не більшим, ніж α , можна стверджувати, що

$$m(R) - k\sigma(R) \leq R \leq m(R) + k\sigma(R). \quad (3.32)$$

Узагальнюючи викладене, можна стверджувати, що, враховуючи міру ризику та ставлення до нього суб'єктів прийняття рішення, оцінюють так зване ефективне значення (B) відповідного економічного показника. Вважатимемо, що суб'єкти прийняття рішень неохочі до ризику. Якщо досліджуваний показник має позитивний інгредієнт, тобто його прагнуть максимізувати, то його ефективне значення (B^+) обчислюється за формулою:

$$B^+ = M[R] - k\sigma(R), \quad (3.33)$$

де $M[R]$ — математичне сподівання випадкової величини R ; k — певний постійний коефіцієнт (ціна ризику); $\sigma(R)$ — середньоквадратичне відхилення (міра ризику). Якщо ж досліджуваний показник має від'ємний інгредієнт, тобто його прагнуть мінімізувати, то його ефективне значення (B^-) обчислюється за формулою:

$$B^- = M[R] + k\sigma(R). \quad (3.34)$$

При визначенні ефективних значень B^+ та B^- за ступінь ризику обрано вектор $G = (g_1, g_2)$, компонентами якого є $g_1 = \sigma(R)$, $g_2 = \alpha$. Зрозуміло, що це — спрощений підхід до оцінки та врахування невизначеності і породженого нею ризику.

У подальшому розглядатимуться випадки, коли досліджуваний показник має додатний інгредієнт. У низці випадків буває заданим певне значення R_0 — нормативне значення показника ефективності проекту, тобто йдеться про те, що ефективне значення B^+ показника ефективності R обов'язково має дорівнювати чи перевищувати величину заданого нормативного значення, тобто $B^+ \geq R_0$. Інакше такий проект нас не влаштовує і відхиляється. Якщо з урахуванням ступеня ризику прийняти ефективне значення показника якості проекту за певний вираз від $m(R)$, $\sigma(R)$, зокрема,

$$B^+ = m[R] - k\sigma(R),$$

то в цьому випадку можна дійти висновків щодо прийняття проекту, порівнюючи значення R_0 та B^+ .

Якщо одним із показників ступеня ризику обрати величину семіквадратичного відхилення ($SSV(R)$), можна отримати нерівності, аналогічні нерівностям (3.31), (3.32).

Введемо випадкову величину

$$R_- = \begin{cases} m(R), & \text{якщо } R \geq m(R), \\ R, & \text{якщо } R < m(R). \end{cases}$$

Покладемо у лемі Маркова $X = |m(R) - R_-|$, $\varepsilon = kSSV$, отримаємо

$$\begin{aligned} P\{m(R) - R_- > kSSV(R)\} &= P\{|m(R) - R_-| > kSSV(R)\} = \\ &= P\{(m(R) - R_-)^2 > (kSSV(R))^2\} \leq \\ &\leq \frac{M((m(R) - R_-)^2)}{k^2 SSV(R)^2} \leq \frac{SSV(R)^2}{k^2 SSV(R)^2} = \frac{1}{k^2} = \alpha. \end{aligned} \quad (3.35)$$

З нерівності (3.35) випливає, що з імовірністю, не меншою $1 - \alpha$, можна стверджувати, що

$$m(R) - kSSV(R) \leq R_-.$$

Враховуючи, що для будь-якого дійсного x : $x \leq m(R)$ виконується рівність $P\{R \geq x\} = P\{R_- \geq x\}$, отримаємо

$$P\{R \geq m(R) - kSSV(R)\} = P\{R_- \geq m(R) - kSSV(R)\}.$$

А отже, з імовірністю, не меншою ніж $1 - \alpha$, виконуватиметься нерівність

$$R \geq m(R) - kSSV(R). \quad (3.36)$$

Тобто ризик порушення останньої нерівності буде не більшим, ніж α .

Якщо з урахуванням ризику прийняти ефективну оцінку показника ефективності проекту рівною

$$\tilde{B}^+ = m(R) - kSSV(R),$$

то, порівнюючи $\tilde{B}^+$ зі значенням R_0 , можна дійти висновків щодо прийняття чи відхилення проекту.

Однак слід наголосити, що у низці випадків математичне сподівання не є ні єдиною, ні адекватною характеристикою випадкової величини R , і тому його доцільно було б замінити, наприклад, модою. Моду можна визначити як значення випадкової величини R , що найчастіше зустрічається в наборі вибірових даних досліджуваного показника. Тобто це — найтипівіше значення серед вибірових даних і часто його слід вважати репрезентативнішим, ніж математичне сподівання. Наприклад, у маркетингу мода використовується для вивчення попиту населення на товари спожи-

вання (одяг, взуття), коли дослідника цікавить розмір, котрий користується найбільшим попитом, тощо.

Зрозуміло, що оцінки значень математичного сподівання, моди, медіани збігаються для симетричних розподілів випадкових величин. Але у більшості випадків розподіли економічних показників асиметричні і тому за базу доцільно обирати моду, а у низці випадків — медіану. Наприклад, розподіл заробітної плати серед працівників певного підприємства (фірми) чи у регіоні, розподіл доходів тощо характеризуються асиметричними розподілами.

На нашу думку, обирати за базу модальне значення (M_o) деякої дискретної випадкової величини R , яка набуває значень $R_i, i=1, \dots, n$, з імовірностями, відповідно рівними $p_i, i=1, \dots, n$, є сенс тоді, коли ймовірність p_k цього значення $R_k = M_o$ суттєво домінує порівняно з іншими значеннями імовірностей цієї випадкової величини, тобто коли $\max_{i=1, \dots, n} p_i = p_k \geq p^*$, де p^* — задане експертним шляхом значення, або якщо $p_k \gg \max_{\substack{i=1, \dots, n \\ i \neq k}} p_i$.

У такому разі за ефективне очікуване значення відповідного економічного показника (R), на нашу думку [54], доцільно обирати моду, скориговану на величину, пропорційну ступеню ризику, а за міру ризику — модальне семіквадратичне відхилення SSV_{M_o} (див. п. 3.2).

Нехай для випадкової величини R (показника ефективності певного проекту) відомі значення моди (M_o), середньоквадратичного відхилення від моди (σ_{M_o}), семіквадратичного відхилення в несприятливу сторону від моди (SSV_{M_o}). Скористаємось знову лемою Маркова для $X = |M_o - R|$, $\varepsilon = k\sigma_{M_o}$.

$$\begin{aligned} P\{|M_o - R| > k\sigma_{M_o}\} &= P\{(M_o - R)^2 > (k\sigma_{M_o})^2\} \leq \\ &\leq \frac{M((M_o - R)^2)}{k^2\sigma_{M_o}^2} \leq \frac{\sigma_{M_o}^2}{k^2\sigma_{M_o}^2} = \frac{1}{k^2} = \alpha. \end{aligned}$$

Отже, для заданого рівня надійності γ (або рівня значущості α) існує k таке, що

$$P\{|M_o - R| > k\sigma_{M_o}\} \leq \alpha. \quad (3.37)$$

Звідси маємо, що з імовірністю, не меншою ніж γ , виконується нерівність

$$M_o - k\sigma_{M_o} \leq R \leq M_o + k\sigma_{M_o}. \quad (3.38)$$

Тобто, можна оцінити ефективне значення показника якості проекту (R), приймаючи за показник ступеня ризику величину σ_{M_O} :

$$B_{M_O} = M_O - k\sigma_{M_O}.$$

Для семіквадратичного відхилення у несприятливу сторону від моди можна отримати аналогічну нерівність:

$$\begin{aligned} P\{M_O - R_{M_O} > kSSV_{M_O}\} &= P\{|M_O - R_{M_O}| > kSSV_{M_O}\} = \\ &= P\{(M_O - R_{M_O})^2 > (kSSV_{M_O})^2\} \leq \\ &\leq \frac{M((M_O - R_{M_O})^2)}{k^2 SSV_{M_O}^2} \leq \frac{SSV_{M_O}^2}{k^2 SSV_{M_O}^2} = \frac{1}{k^2} = \alpha, \end{aligned}$$

$$\text{де } R_{M_O} = \begin{cases} M_O, & \text{якщо } R \geq M_O, \\ R, & \text{якщо } R < M_O. \end{cases}$$

Отже, для заданого рівня надійності γ (або рівня значущості $\alpha = 1 - \gamma$) знайдеться k таке, що

$$M_O - kSSV_{M_O} \leq R_{M_O}.$$

А оскільки $P\{R \geq M_O - kSSV_{M_O}\} = P\{R_{M_O} \geq M_O - kSSV_{M_O}\}$, то

$$R \geq M_O - kSSV_{M_O}, \quad (3.39)$$

і при цьому ризик порушення останньої нерівності буде не більшим, ніж α .

Якщо прийняти за міру ризику величину SSV_{M_O} , отримаємо таку оцінку ефективного значення показника якості проекту:

$$\tilde{B}_{M_O} = M_O - kSSV_{M_O}.$$

Порівнявши оцінки $B_{M_O}^+, \tilde{B}_{M_O}^+$ зі значенням R_0 , можна схвалювати проект чи відхиляти його.

У низці випадків за базу доцільно обирати медіану як найадекватнішу характеристику досліджуваного показника, а за ефективне значення цього економічного показника R — медіану, скориговану на величину, пропорційну відповідному показникові ступеня економічного ризику.

Нехай для випадкової величини R (показника ефективності певного проекту) відомі значення медіани (M_e), середньоквадратичного відхилення від медіани (σ_{M_e}), семіквадратичного відхилення у несприятливу сторону від медіани (SSV_{M_e}).

Скористаємось лемою Маркова для $X = |M_e - R|$, $\varepsilon = k\sigma_{M_e}$.

$$\begin{aligned} P\{|M_e - R| > k\sigma_{M_e}\} &= P\{(M_e - R)^2 > (k\sigma_{M_e})^2\} \leq \\ &\leq \frac{M((M_e - R)^2)}{k^2\sigma_{M_e}^2} \leq \frac{\sigma_{M_e}^2}{k^2\sigma_{M_e}^2} = \frac{1}{k^2} = \alpha. \end{aligned}$$

Отже, для заданого рівня надійності γ (або рівня значущості α) існує k таке, що

$$P\{|M_e - R| > k\sigma_{M_e}\} \leq \alpha. \quad (3.40)$$

Звідси маємо, що з імовірністю, не меншою ніж γ , виконується нерівність

$$M_e - k\sigma_{M_e} \leq R \leq M_e + k\sigma_{M_e}. \quad (3.41)$$

Тобто, можна оцінити ефективне значення показника якості проекту (R), приймаючи за показник ступеня ризику величину σ_{M_e} :

$$B_{M_e} = M_e - k\sigma_{M_e}.$$

Для семіквадратичного відхилення у несприятливу сторону від медіани можна отримати аналогічну нерівність:

$$\begin{aligned} P\{M_e - R_{M_e} > kSSV_{M_e}\} &= P\{|M_e - R_{M_e}| > kSSV_{M_e}\} = \\ &= P\{(M_e - R_{M_e})^2 > (kSSV_{M_e})^2\} \leq \\ &\leq \frac{M((M_e - R_{M_e})^2)}{k^2SSV_{M_e}^2} \leq \frac{SSV_{M_e}^2}{k^2SSV_{M_e}^2} = \frac{1}{k^2} = \alpha, \end{aligned}$$

де $R_{M_e} = \begin{cases} M_e, & \text{якщо } R \geq M_e, \\ R, & \text{якщо } R < M_e. \end{cases}$

Отже, для заданого рівня надійності γ (або рівня значущості $\alpha = 1 - \gamma$) знайдеться k таке, що

$$M_e - kSSV_{M_e} \leq R_{M_e}.$$

А оскільки $P\{R \geq M_e - kSSV_{M_e}\} = P\{R_{M_e} \geq M_e - kSSV_{M_e}\}$, то

$$R \geq M_e - kSSV_{M_e},$$

а ризик порушення останньої нерівності буде не більшим, ніж α .

Якщо прийняти за міру ризику величину SSV_{M_e} , отримаємо таку оцінку ефективного значення показника якості проекту:

$$\tilde{B}_{M_e}^+ = M_e - kSSV_{M_e}.$$

Порівнявши оцінки $B_{M_e}^+$, $\tilde{B}_{M_e}^+$ зі значенням R_0 , можна схвалювати проект чи відхиляти його.

Запропонований нами підхід дає змогу в широкому спектрі фінансово-економічних проблем адекватно враховувати цілі суб'єктів господарювання, раціональну систему гіпотез, а також об'єктивно існуючу невизначеність і породжений нею ризик як об'єктивно-суб'єктивну економічну категорію.

3.5. СИСТЕМНІ ПОКАЗНИКИ СТУПЕНЯ РИЗИКУ

У багатьох випадках, щоб кількісно визначити ризик, необхідно знати можливі наслідки (події) та ймовірності цих подій. У 2.7.4 йшлося про аналіз ризику збитків, де говорилося про те, що кожній із запропонованих зон ризику слід поставити у відповідність кількісні показники — критерії ризику. Такими показниками можуть бути ймовірності певного рівня збитків або ж ймовірності того, що збитки виявляться вищими якогось певного рівня (див. рис. 2.8).

Розглянемо три найважливіші базові показники підприємницького ризику [18, 226].

Показник допустимого ризику $W(x_{\text{дп}}) = P(X > x_{\text{дп}})$ — ймовірність того, що збитки виявляться більшими, ніж їх граничний допустимий рівень $x_{\text{дп}}$ ($X > x_{\text{дп}}$).

Показник критичного ризику $W(x_{\text{кр}}) = P(X > x_{\text{кр}})$ — ймовірність того, що збитки виявляться більшими, ніж їх граничний критичний рівень $x_{\text{кр}}$ ($X > x_{\text{кр}}$).

Показник катастрофічного ризику $W(x_{\text{кг}}) = P(X > x_{\text{кг}})$ — ймовірність того, що збитки виявляться більшими, ніж галактичний катастрофічний рівень $x_{\text{кг}}$ ($X > x_{\text{кг}}$).

Знання цих показників дозволяє прийняти рішення стосовно здійснення певної підприємницької діяльності. Але для такого рішення недостатньо лише оцінити значення названих показників. Необхідно ще на підставі системи раціональних гіпотез задати (встановити, прийняти) їх граничні величини, щоб не потра

пити в зону неприйнятного ризику. Такі величини називають критеріями відповідно допустимого, критичного та катастрофічного ризиків $k_{\text{дп}}$, $k_{\text{кр}}$, $k_{\text{кт}}$.

Отже, маючи значення трьох показників ризику та критеріїв граничного ризику приходимо до таких умов прийнятності рівня ризику в досліджуваному виді підприємництва:

$$W(x_{\text{дп}}) < k_{\text{дп}}; \quad (3.42)$$

$$W(x_{\text{кр}}) < k_{\text{кр}}; \quad (3.43)$$

$$W(x_{\text{кт}}) < k_{\text{кт}}. \quad (3.44)$$

Ці основні умови прийнятності ризику можна пояснити за допомогою графіка таким чином (рис. 3.4): крива (1) очікуваної (прогнозованої) ймовірності перевищення певного рівня збитків не повинна виходити за межі критеріальної кривої (2).

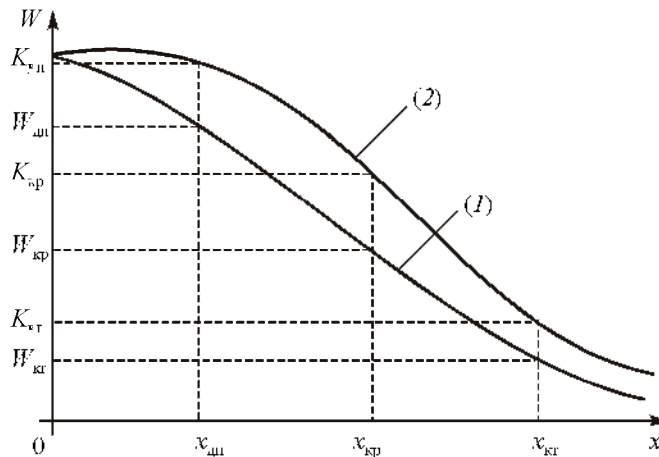


Рис. 3.4. Порівняння очікуваної ймовірності перевищення випадкових збитків з граничною ймовірністю

Якщо в результаті певного виду підприємницької діяльності здійснена оцінка величин $m = M(X)$ та $\sigma^2 = \sigma^2(X)$, а також встановлені для даної фірми величини критеріїв допустимого, критичного та катастрофічного ризиків $k_{\text{дп}}$, $k_{\text{кр}}$, $k_{\text{кт}}$, то граничні значення можна оцінити таким чином. Нехай $m = \lambda_m \sigma$; $x_{\text{дп}} = \lambda_{\text{дп}} \sigma$; $x_{\text{дп}} > m$ (випадок $x_{\text{дп}} < m$ характеризує ситуацію, що є несприятливою щодо підприємницької діяльності, оскільки верхня межа зони до-

пустимих збитків є меншою від величини сподіваних (математичне сподівання) збитків). Тоді

$$\begin{aligned} W_{\text{дп}} &= P(X \geq x_{\text{дп}}) = P(X - m \geq x_{\text{дп}} - m) \leq P(|X - m| \geq |x_{\text{дп}} - m|) \leq \\ &\leq \frac{\sigma^2}{\sigma^2 (\lambda_{\text{дп}} - \lambda_m)^2} = \frac{1}{(\lambda_{\text{дп}} - \lambda_m)^2} \leq k_{\text{дп}}, \end{aligned}$$

тобто $\lambda_{\text{дп}} \geq \lambda_m + \frac{1}{\sqrt{k_{\text{дп}}}}$ або ж $\lambda_{\text{дп}} \leq \lambda_m - \frac{1}{\sqrt{k_{\text{дп}}}}$.

Враховуючи, що $x_{\text{дп}} > m$, приходимо до оцінки:

$$x_{\text{дп}} \geq m + \frac{\sigma}{\sqrt{k_{\text{дп}}}}.$$

Поклавши $x_{\text{кр}} = \lambda_{\text{кр}} \sigma$ та $x_{\text{кт}} = \lambda_{\text{кт}} \sigma$, аналогічно доходимо висновків:

$$\begin{aligned} \lambda_{\text{кр}} \geq \lambda_m + \frac{1}{\sqrt{k_{\text{кр}}}} &\Rightarrow x_{\text{кр}} \geq m + \frac{\sigma}{\sqrt{k_{\text{кр}}}}; \\ \lambda_{\text{кт}} \geq \lambda_m + \frac{1}{\sqrt{k_{\text{кт}}}} &\Rightarrow x_{\text{кт}} \geq m + \frac{\sigma}{\sqrt{k_{\text{кт}}}}. \end{aligned}$$

Отже, мінімальні значення порогових значень можливих збитків, що задовольняють висунутим вимогам, будуть:

$$x_{\text{дп}} = m + \frac{\sigma}{\sqrt{k_{\text{дп}}}}; \quad x_{\text{кр}} = m + \frac{\sigma}{\sqrt{k_{\text{кр}}}}; \quad x_{\text{кт}} = m + \frac{\sigma}{\sqrt{k_{\text{кт}}}}.$$

При оцінці доцільності державних проектів різного спрямування — законодавчих, інституціональних, інвестиційних, зазначається [9], аналіз вигід і витрат є просто раціональним методом прийняття рішень. Люди користуються ним щодня і він старіший за писану історію людства. Проте наше природне розуміння витрат і вигід може бути неадекватним реальній ситуації, коли альтернативи відносно складні або ж (чи) інформація невизначена. Тоді ми відчуваємо гостру потребу у формальних способах чіткого системного і раціонального мислення. Дедалі частіше використовуються економіко-математичні моделі для проведення аналізу вигід і витрат та прийняття оптимальних (чи раціональних) рішень.

У низці наукових праць наводяться деякі кількісні методи, котрі допомагають прийняти рішення стосовно доцільності капіта-

ловкладень. Хоча у більшості фундаментальних праць з фінансового менеджменту перевага віддається чистій поточній (приведеній) вартості (NPV), не слід ігнорувати інші методи, позаяк кожен з них несе у собі корисну інформацію. Метод періоду окупності пропонує інформацію стосовно ліквідності і ризику проекту. Метод NPV дає прямий грошовий вираз щодо прибутку, котрий належатиме акціонерам підприємства (компанії). Метод внутрішньої норми дохідності (прибутку) IRR також вимірює прибутковість, але вона виражена у відсотках, що зручніше для більшості керівників (менеджерів). При визначенні доцільності капіталовкладень використовується також індекс дохідності (PI), або, як його інколи називають, співвідношення доходів і витрат. Цей метод найчастіше використовують у державному секторі. Метод модифікованої IRR ($MIRR$) дає таку саму інформацію, але його слід використовувати при виникненні конфліктів.

Слід зауважити, що наведені методи не завжди досить глибоко враховують ризик, яким обтяжений проект, про що йдеться у ряді наукових праць, зокрема [253]. Протягом останніх років опубліковано низку фундаментальних праць [24, 32, 33, 294], присвячених проблемам прийняття фінансово-економічних рішень та вибору ефективних проектів з низки альтернативних варіантів в умовах невизначеності, конфліктності та породженого ними ризику. Постає запитання: як враховувати вплив чинників невизначеності при оцінюванні стратегій (проектів) і прийнятті рішень щодо вибору однієї з множини альтернативних варіантів?

Необхідною умовою науково обґрунтованого підходу до врахування впливу невизначеності є її опис на якісному та кількісному рівнях. Останнє передбачає використання адекватних математичних понять та інструментарію. Зазначимо, що основна відмінність між ризиком і невизначеністю полягає у тому, що невизначеність існує об'єктивно, а породжений нею ризик є об'єктивно-суб'єктивною економічною категорією.

Один з методологічних підходів до кількісної оцінки ступеня ризику, зокрема ризику інвестиційних проектів, ґрунтується на припущенні, за якого показники ефективності проекту та окремі чинники, від яких залежать значення показників, трактуються як випадкові величини. Це припущення дає можливість використовувати потужний апарат теорії ймовірностей і математичної статистики. Отже, значення показників NPV , IRR , $MIRR$ тощо доцільно трактувати як випадкові величини. Нехай R — випадкова величина, що характеризує один із згаданих вище показників ефективності проекту. Припустимо, що випадкова величина R

має додатній інгредієнт ($R = R^+$, тобто ми прагнемо її максимізувати). Позначимо через $m = M[R]$ математичне сподівання випадкової величини R , M_o — моду випадкової величини R . Аналіз проекту (ефективності проекту) пов'язаний з аналізом його ризиковості. Використовується багато різних показників ризику [52]: середньоквадратичне відхилення (σ), семіквадратичне відхилення (SSV), коефіцієнт варіації (CV), коефіцієнт семіваріації (CSV), середньоквадратичне відхилення відносно моди (σ_{M_o}), семіквадратичне відхилення відносно моди (SSV_{M_o}) тощо.

Нехай задано певний рівень надійності γ (тобто ймовірність того, що значення випадкової величини R знаходитимуться у межах відповідного інтервалу). У такому разі величину $\alpha = 1 - \gamma$ можна вважати теж одним з показників кількісної оцінки ступеня ризику.

Згідно з викладеним ризик можна характеризувати вектором:

$$G = (g_1, \dots, g_i, \dots, g_n), \quad (3.45)$$

де g_i — певні кількісні оцінки ступеня ризику (наприклад, σ , SSV , CV , CSV , α і можливо ще багато інших). Серед компонент g_i , $i = 1, \dots, n$ є об'єктивні (наприклад, σ , SSV), а решта — суб'єктивні показники міри ризику (наприклад, α).

Наведемо кілька величин, які є прикладами системного використання показників кількісної оцінки ступеня ризику:

$$\pi(\sigma, a) = m \cdot e^{-a\sigma},$$

де m — математичне сподівання випадкової величини R ; σ — середньоквадратичне відхилення цієї випадкової величини; a — коефіцієнт ризику, який задається експертним шляхом і показує міру неохочості до ризику (в разі, коли $a > 1$);

$$B^+ = m - k(a) \cdot \sigma, \quad (3.46)$$

де m — математичне сподівання випадкової величини R ; σ — середньоквадратичне відхилення цієї випадкової величини; $k(a)$ — коефіцієнт, який є функцією від α ($k(\alpha) > 0$); B^+ — ефективне значення [55] (нижня межа) економічного показника R , $R = R^+$ тощо.

Розглянемо детальніше величину B^+ . Аналізуючи ризик проекту, необхідно з'ясувати, для яких значень $k(\alpha)$ виконуватиметься умова

$$B^+ = m - k(a) \cdot \sigma > 0. \quad (3.47)$$

Із співвідношення (3.47) легко одержати, що $k(a) < \frac{1}{CV}$.

При заданих m та σ величина B^+ є лінійною функцією від k . Зобразимо це графічно (рис. 3.5).

Бачимо, що має сенс розглядати тільки ті значення k , де $B^+ > 0$, тобто такі значення k , які задовольняють нерівність: $0 < k < \frac{1}{CV}$.

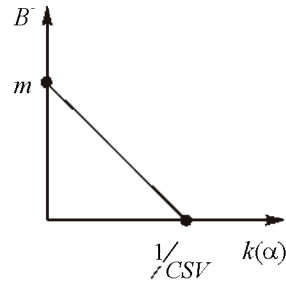


Рис. 3.5

Розглянемо два альтернативні проекти. Позначимо через R_1, R_2 випадкові величини обраного показника ефективності відповідно першого і другого проектів, $m_i, i = 1, 2$, — сподівані значення показника ефективності відповідного проекту ($m_i = M[R_i]$), $\sigma_i, i = 1, 2$, — середньоквадратичні відхилення показника ефективності відповідного проекту, $CV_i = \frac{\sigma_i}{m_i}, i = 1, 2$, — коефіцієнти варіації.

Порівняємо показники $B_1^+ = m_1 - k \cdot \sigma_1$ та $B_2^+ = m_2 - k \cdot \sigma_2$.

Розглянемо характерні випадки:

1) $m_1 > m_2, \sigma_1 < \sigma_2, CV_1 < CV_2$.

Прямі перетинаються у точці $M(k_0, B_0^+)$ (рис. 3.6):

$$k_0 = \frac{m_1 - m_2}{\sigma_1 - \sigma_2} < 0,$$

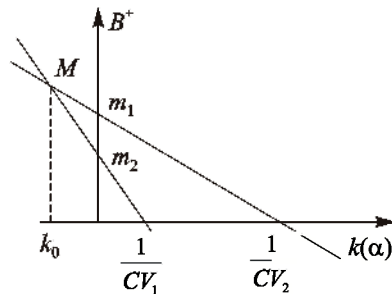


Рис. 3.6

$$B_0 = \frac{m_2 \sigma_1 - m_1 \sigma_2}{\sigma_1 - \sigma_2} > m_1.$$

Бачимо, що $B_1^+ > B_2^+$ для всіх значень $0 < k(\alpha) < \max\left(\frac{1}{CV_1}, \frac{1}{CV_2}\right)$.
Тобто, у цьому випадку кращим є перший проект, який має менше значення коефіцієнта варіації.

2) $m_1 > m_2, \sigma_1 > \sigma_2, CV_1 < CV_2$.

Координати точки перетину

прямих $M(k_0, B_0^+)$ (рис. 3.7):

$$k_0 = \frac{m_1 - m_2}{\sigma_1 - \sigma_2} > \max\left(\frac{1}{CV_1}, \frac{1}{CV_2}\right),$$

$$B_0^+ = \frac{m_2\sigma_1 - m_1\sigma_2}{\sigma_1 - \sigma_2} < 0.$$

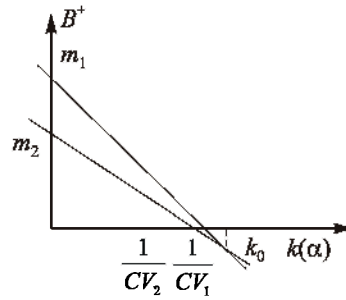


Рис. 3.7

Отже, $B_1^+ > B_2^+$ для всіх значень $0 \leq k(\alpha) < \max\left(\frac{1}{CV_1}, \frac{1}{CV_2}\right)$. Бачимо, що і у цьому випадку кращим є перший проект з меншим значенням коефіцієнта варіації.

3) $m_1 > m_2$, $\sigma_1 > \sigma_2$, $CV_1 > CV_2$.

Координати точки перетину прямих $M(k_0, B_0^+)$ (рис. 3.8):

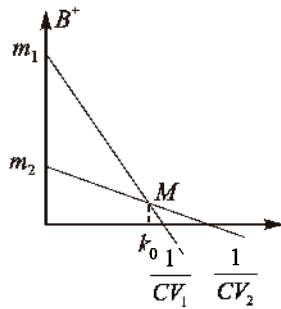


Рис. 3.8

$$0 < k_0 = \frac{m_1 - m_2}{\sigma_1 - \sigma_2} < \min\left(\frac{1}{CV_1}, \frac{1}{CV_2}\right);$$

$$0 < B_0^+ = \frac{m_2\sigma_1 - m_1\sigma_2}{\sigma_1 - \sigma_2} < m_2.$$

Отже, для значень k : $0 < k < k_0$ виконуватиметься нерівність $B_1^+ > B_2^+$, а для значень $k > k_0$ — $B_2^+ > B_1^+$. Тобто існує α_0 : $k(\alpha_0) = k_0$ таке, що для значень $0 < \gamma < \gamma_0$ ($\gamma_0 = 1 - \alpha_0$) виконується нерівність

$B_1^+ > B_2^+$, а для значень $\gamma_0 < \gamma < 1$ — $B_2^+ > B_1^+$. Тобто суб'єкт прийняття рішення (менеджер), якщо його влаштовує рівень надій-

ності γ_0 , може обрати перший проект. Якщо ж він прагне забезпечити рівень надійності більший, ніж γ_0 , то слід обрати другий проект (якому відповідає менше значення коефіцієнта варіації).

Розглянемо три проекти. Нехай $R_i, i = \overline{1,3}$ — випадкові величини обраного показника ефективності відповідно i -го проекту, $m_i, i = \overline{1,3}$ — сподівані значення показника ефективності, $\sigma_i, i = \overline{1,3}$ — середньоквадратичні відхилення, $CV_i, i = \overline{1,3}$ — коефіцієнти варіації.

Порівняємо показники $B_1^+ = m_1 - k \cdot \sigma_1$, $B_2^+ = m_2 - k \cdot \sigma_2$ та $B_3^+ = m_3 - k \cdot \sigma_3$. В залежності від співвідношення між m_i, σ_i та $CV_i, i = \overline{1,3}$ можливі різні випадки. Розглянемо найцікавіший, на наш погляд.

Нехай $m_1 > m_2 > m_3$, $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$, $CV_1 > CV_2 > CV_3$.

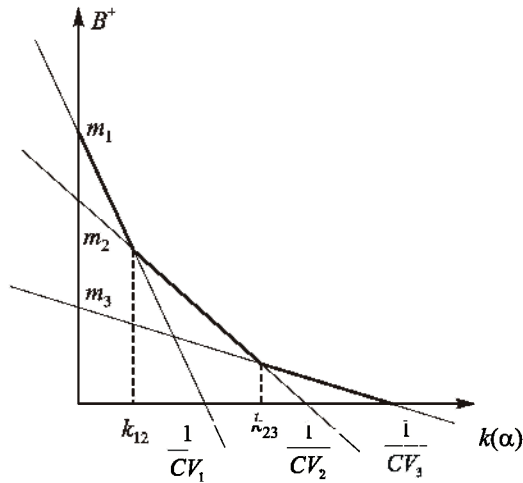


Рис. 3.9

У цьому випадку залежно від рівня надійності, який хотів би мати фінансовий менеджер, можливі три варіанти рішення. Позначимо $\alpha_{12} : k(\alpha_{12}) = k_{12}$ та $\alpha_{23} : k(\alpha_{23}) = k_{23}$ (рис. 3.9), відповідно $\gamma_{12} = 1 - \alpha_{12}$, $\gamma_{23} = 1 - \alpha_{23}$. Тоді можливі такі рекомендації щодо прийняття рішення [56]:

1) якщо менеджера влаштовує рівень надійності γ_{12} , то він може обрати перший проект (цього проекту відповідає найбільше значення B^+);

2) якщо менеджеру необхідно мати рівень надійності γ : $\gamma_{12} < \gamma < \gamma_{23}$ то можна обрати другий проект;

3) у разі, коли необхідно мати рівень надійності $\gamma > \gamma_{23}$, слід обрати третій проект.

Зауважимо, що у випадку, коли $\gamma = \gamma_{12} (B_1^+ = B_2^+)$, на наш погляд, доцільно вибрати проект з меншим значенням коефіцієнта варіації. Аналогічно можна зробити і у разі, коли $\gamma = \gamma_{23} (B_2^+ = B_3^+)$.

Аналізуючи (3.46), можна отримати:

$$m - B^- = k(\alpha) \cdot \sigma > 0,$$

а тому

$$\frac{1}{k(\alpha)} = \frac{\sigma}{m - B^+}.$$

Якщо суб'єкта прийняття рішення цікавить певне (порогове) значення $B^- = B_F^+$, то дістанемо показник ризику, який називається модифікованим коефіцієнтом варіації [57]:

$$CVM = \frac{\sigma}{m - B_F^+}.$$

Використання модифікованого коефіцієнта варіації доцільне у тих випадках, коли суб'єкт прийняття рішення може задати порогове значення досліджуваного економічного показника R . Наприклад, B_F^+ — це норма прибутку безризикових цінних паперів. Зауважимо, що коефіцієнт

$$k(\alpha) = \frac{1}{CVM} = \frac{m - B_F^+}{\sigma}$$

використовується при побудові лінії ринку капіталів.

Якщо за міру ризику обираються семіквадратичне відхилення (SSV) та коефіцієнт семіваріації (CSV), то аналогічні результати легко отримати для показника $\tilde{B}^+ = m - k(\alpha) \cdot SSV$.

Аналізуючи ризик проекту, необхідно з'ясувати, для яких значень $k(\alpha)$ виконуватиметься умова

$$\tilde{B}^- = m - k(\alpha) \cdot SSV > 0. \quad (3.48)$$

Із співвідношення (3.48) легко одержати, що $k(\alpha) < \frac{1}{CSV}$.

За заданих m та SSV величина $\tilde{B}^-$ є лінійною функцією від k . Зобразимо це графічно (рис. 3.10).

Бачимо, що має сенс розглядати тільки ті значення k , де $\tilde{B}^+ > 0$, тобто такі значення k , які задовольняють нерівність:

$$0 < k < \frac{1}{CSV_i}.$$

Розглянемо два альтернативні проекти. Позначимо через R_1, R_2 випадкові величини обраного показника ефективності відповідно першого і другого проектів, $m_i, i = 1, 2$ — сподівані значення показника ефективності відповідного проекту ($m_i = M[R_i]$), $SSV_i, i = 1, 2$ — семіквадратичні відхилення показника ефективності відповідного проекту, $CSV_i = \frac{SSV_i}{m_i}, i = 1, 2$ — коефіцієнти семіваріації. Порівняємо показники $\tilde{B}_1^+ = m_1 - k \cdot SSV_1$ та $\tilde{B}_2^+ = m_2 - k \cdot SSV_2$.

Розглянемо характерні випадки:

1) $m_1 > m_2, SSV_1 < SSV_2, CSV_1 < CSV_2$.

Прямі перетинаються у точці $M(k_0, \tilde{B}_0^+)$ (рис. 3.11):

$$k_0 = \frac{m_1 - m_2}{SSV_1 - SSV_2} < 0, \quad \tilde{B}_0^+ = \frac{m_1 SSV_1 - m_2 SSV_2}{SSV_1 - SSV_2} > m_1.$$

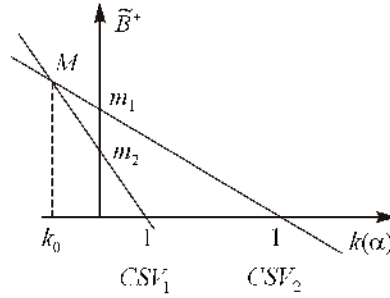
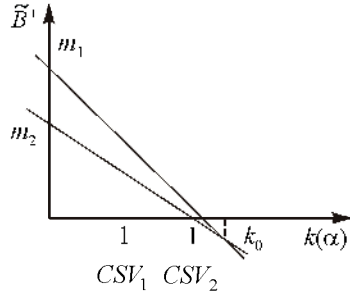


Рис. 3.11

Бачимо, що $\tilde{B}_1^+ > \tilde{B}_2^+$ для всіх значень $0 < k(\alpha) < \max\left(\frac{1}{CSV_1}, \frac{1}{CSV_2}\right)$. Тобто, у такому разі кращим є перший проект, який має менше значення коефіцієнта семіваріації.

2) $m_1 > m_2$, $SSV_1 > SSV_2$, $CSV_1 < CSV_2$.

Координати точки перетину прямих $M(k_0, \tilde{B}_0^+)$ (рис. 3.12):



$$k_0 = \frac{m_1 - m_2}{SSV_1 - SSV_2} > \max\left\{\frac{1}{CSV_1}, \frac{1}{CSV_2}\right\},$$

$$\tilde{B}_0^+ = \frac{m_2 SSV_1 - m_1 SSV_2}{SSV_1 - SSV_2} < 0.$$

А тому $\tilde{B}_1^+ > \tilde{B}_2^+$ для всіх значень $0 < k(\alpha) < \max\left\{\frac{1}{CSV_1}, \frac{1}{CSV_2}\right\}$. Бачимо,

що і у даному випадку кращим є перший проект з меншим значенням коефіцієнта семіваріації.

3) $m_1 > m_2$, $SSV_1 > SSV_2$, $CSV_1 > CSV_2$.

Координати точки перетину прямих $M(k_0, \tilde{B}_0^+)$ (рис. 3.13):

$$0 < k_0 = \frac{m_1 - m_2}{SSV_1 - SSV_2} < \min\left\{\frac{1}{CSV_1}, \frac{1}{CSV_2}\right\},$$

$$0 < \tilde{B}_0^+ = \frac{m_2 SSV_1 - m_1 SSV_2}{SSV_1 - SSV_2} < m_2.$$

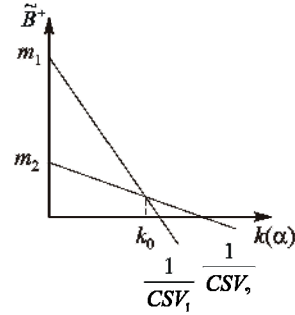


Рис. 3.13

Отже, для значень k : $0 < k < k_0$ виконуватиметься нерівність $\tilde{B}_1^+ > \tilde{B}_2^+$, а для значень $k > k_0$ — $\tilde{B}_2^+ > \tilde{B}_1^+$. Тобто існує α_0 : $k(\alpha_0) = k_0$ таке, що для значень $0 < \gamma < \gamma_0$ ($\gamma_0 = 1 - a_0$) виконується нерівність $\tilde{B}_1^+ > \tilde{B}_2^+$, а для значень $\gamma_0 < \gamma < 1$ — $\tilde{B}_2^+ > \tilde{B}_1^+$. Тобто суб'єкт прийняття рішення (менеджер), якщо його влаштовує рівень надійності γ_0 , може обрати перший проект. Якщо ж він прагне забезпечити рівень надійності більший, ніж γ_0 , то слід обрати другий проект (якому відповідає менше значення коефіцієнта семіваріації).

Розглянемо три проекти. Нехай R_i , $i = \overline{1, 3}$ — випадкові величини обраного показника ефективності відповідно i -го проекту, m_i , $i = \overline{1, 3}$ — сподівані значення показника ефективності, SSV_i , $i = \overline{1, 3}$ — семіквадратичні відхилення, CSV_i , $i = \overline{1, 3}$ — коефіцієнти семіваріації.

Порівняємо показники $\tilde{B}_1^+ = m_1 - k \cdot SSV_1$, $\tilde{B}_2^+ = m_2 - k \cdot SSV_2$ та $\tilde{B}_3^+ = m_3 - k \cdot SSV_3$. Залежно від співвідношення між m_i , SSV_i та CSV_i , $i = \overline{1,3}$, можливі різні випадки. Розглянемо найцікавіший, на наш погляд.

Нехай $m_1 > m_2 > m_3$, $SSV_1 > SSV_2 > SSV_3$, $CSV_1 > CSV_2 > CSV_3$. У цьому випадку залежно від рівня надійності, який хотів би мати фінансовий менеджер, можливі три варіанти рішення. Позначимо $\alpha_{12} : k(\alpha_{12}) = k_{12}$ та $\alpha_{23} : k(\alpha_{23}) = k_{23}$ (рис. 3.14), відповідно $\gamma_{12} = 1 - \alpha_{12}$, $\gamma_{23} = 1 - \alpha_{23}$. Тоді можливі наступні рекомендації щодо прийняття рішення:

1) якщо менеджера влаштовує рівень надійності γ_{12} , то він може обрати перший проект (цьому проекту відповідає найбільше значення $\tilde{B}^+$);

2) якщо менеджеру необхідно мати рівень надійності γ : $\gamma_{12} < \gamma < \gamma_{23}$, то можна обрати другий проект;

3) у разі, коли необхідно мати рівень надійності $\gamma > \gamma_{23}$, слід обрати третій проект.

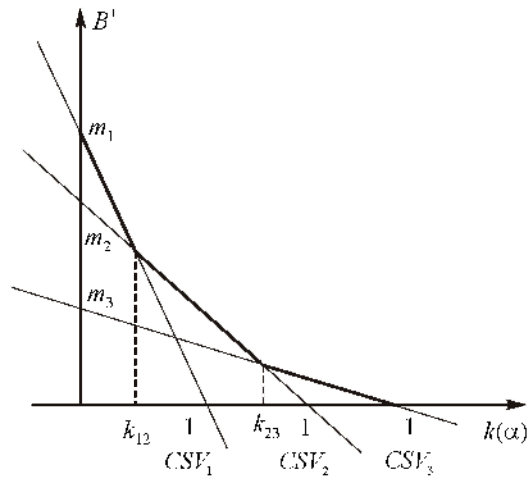


Рис. 3.14

Зауважимо, що у випадку, коли $\gamma = \gamma_{12} (\tilde{B}_1^+ = \tilde{B}_2^+)$, на наш погляд, доцільно вибрати проект з меншим значенням коефіцієнта семіваріації. Аналогічно можна вчинити й у випадку, коли $\gamma = \gamma_{23} (\tilde{B}_2^+ = \tilde{B}_3^+)$.

Викладене дає підстави дійти певних висновків. Зокрема, такі показники ризику у відносному вираженні, як коефіцієнт варіації (чи коефіцієнт семіваріації), будучи об'єктивними складовими вектора кількісної оцінки ступеня ризику, можуть вважатися також пороговими значеннями (характеристичними точками) ризику. Розглядаючи у комплексі такі показники, що характеризують проект з позицій ризику та ефективності, як σ_i , CV_i , α , B_i^- , $i = 1, \dots, l$, де l — кількість альтернативних стратегій (проектів),

бачимо: для значень $k_i > \frac{1}{CV_i}$ відповідні значення B_i^- будуть від'ємними. Тобто, відповідна (i -та) стратегія є неефективною. Аналогічний висновок можна зробити й у разі використання показників семіквадратичного відхилення та коефіцієнта семіваріації.

Отже, коли суб'єкт прийняття рішень обирає нормативне (прийнятне для нього) значення суб'єктивного показника ступеня ризику α^* , то, маючи відповідні закони розподілу випадкової величини R_i , $i = 1, \dots, l$, можна обчислити відповідні коефіцієнти k_i , $i = 1, \dots, l$. Порівнюючи величину k_i з об'єктивним показником ступеня ризику, яким є величина CV_i (або CSV_i), можна або відхи-

лити відповідну i -ту стратегію, якщо $k_i \geq \frac{1}{CV_i}$ (чи $k_i \geq \frac{1}{CSV_i}$), або прийняти її для подальшого аналізу, якщо $k_i < \frac{1}{CV_i}$ (чи $k_i < \frac{1}{CSV_i}$).

Неважко також дійти висновку, що, знайшовши точки перетину прямих $B_i^-(k)$, $i = 1, \dots, l$, обчисленням таких k_{ij} , для яких $B_i^- = B_j^-$, $i, j = 1, \dots, l$, $i \neq j$, можна отримати ламану $B_{\max}^-(k) = \max_{i=1, \dots, l} B_i^-(k)$ (див. рис. 3.9), кожний відрізок якої дозволяє відшукати інтервали стійкості відповідної i -ї стратегії. З рис. 3.9 легко помітити, зокрема, що для значень $k: 0 \leq k < k_{12}$ домінуючою (найкращою у певному розумінні) є перша стратегія. Отже, якщо суб'єкта прийняття рішення задовольняє таке значення α^* (суб'єктивна складова кількісної оцінки ступеня ризику), для якого $k^* = k(\alpha^*)$ перебуває в інтервалі $[0, k_{12})$, то перша стратегія є оптимальною (для даного суб'єкта).

Аналогічно, знайшовши точки перетину прямих $\tilde{B}_i^-(k)$, $i = 1, \dots, l$ через обчислення таких k_{ij} , для яких $\tilde{B}_i^+ = \tilde{B}_j^+$, $i, j = 1, \dots, l$, $i \neq j$, можна отримати ламану $\tilde{B}_{\max}^-(k) = \max_{i=1, \dots, l} \tilde{B}_i^-(k)$ (див. рис. 3.14),

кожний відрізок якої дозволяє відшукати інтервали стійкості відповідної i -ї стратегії. З рис. 3.14 легко помітити, зокрема, що для значень $k: 0 \leq k < k_{12}$ домінуючою (найкращою у певному розумінні) є перша стратегія. Отже, якщо суб'єкта прийняття рішення задовольняє таке значення α^* (суб'єктивна складова кількісної оцінки ступеня ризику), для якого $k^* = k(\alpha^*)$ перебуває в інтервалі $[0, k_{12})$, то перша стратегія є оптимальною (для даного суб'єкта).

Інтервал стійкості є важливою категорією, оскільки суб'єктові прийняття рішень, як правило, складно абсолютно точно встановити бажане (нормативне) значення α^* . Інша справа, коли йому відомий інтервал стійкості та його задовольняють ті значення α^* , які належать до цього інтервалу.

Аналогічний аналіз можна провести для показників $B_{M_O} = M_O - k\sigma_{M_O}$, $\tilde{B}_{M_O} = M_O - kSSV_{M_O}$, $B_{M_e} = M_e - k\sigma_{M_e}$, $\tilde{B}_{M_e} = M_e - kSSV_{M_e}$, тобто якщо за базу обрати модальне або медіанне значення випадкової величини, що характеризує один із згаданих показників ефективності проекту.

Одним з основних способів оцінки ризику у різноманітних сферах економічної діяльності є метод фінансових коефіцієнтів. Наприклад, для оцінки кредитного ризику комерційного банку [162] здійснюють аналіз платоспроможності та кредитоспроможності потенційного позичальника на основі методу фінансових коефіцієнтів. Кількість розрахункових коефіцієнтів з груп коефіцієнтів (ліквідності, ділової активності, рентабельності, фінансової стійкості), що рекомендується для аналізу фінансового стану, може бути дуже великою. Деякі комп'ютерні програми для здійснення цього аналізу розраховують 100 і більше коефіцієнтів. Кількість і набір необхідних коефіцієнтів визначається метою фінансового аналізу. З одного боку, чим більше коефіцієнтів розраховується, тим детальніший аналіз можна провести, з іншого боку, зі зростанням числа показників, які повинні бути відстежені, завдання аналізу ускладнюються.

Зазначимо, що у разі необхідності можна здійснити і складніший комплексний аналіз ризику у фінансово-економічній сфері, використовуючи інші як об'єктивні, так і суб'єктивні показники ступеня ризику, що адекватно відображають цілі дослідження, реальну ситуацію і прийняту систему гіпотез (обмежень).

3.6. МІРА ВІДСОТКОВОГО РИЗИКУ

У низці наукових праць акцентується на тому, що менеджери зосереджують свою увагу на незбігу термінів погашення, виконання чи переоцінки відсоткових активів і пасивів і проводять аналіз «розривів» термінової відсоткової структури (*gap analysis*) [233]. Статті аналітичного балансу групують окремо: відсоткові активи і пасиви (вони приносять відсотковий дохід чи витрати, наприклад облігації, боргові зобов'язання, кредити, депозити тощо), невідсоткові активи і пасиви (наприклад, рахунки ностро і лоро), грошові кошти в касі, пайові цінні папери, основні фонди, власні кошти, інші активи. Відсоткові активи і пасиви групують за терміном до погашення чи переоцінки (тобто за терміном надходження відсоткового доходу) на кілька діапазонів. Чим більша кількість діапазонів використовується (чим коротші діапазони), тим точнішими вважаються обчислення. Зокрема, застосовується таке групування: перші 12 діапазонів по місяцях, чотири квартальних діапазони, потім річні діапазони і нарешті діапазон з відкритою межею. Групування на діапазони здійснюється, як правило, так, щоб усі відсоткові активи були враховані в діапазонах, що передують останньому, у котрому часто враховують активи й пасиви з великим терміном чи безстрокові.

Розрив (Gap) заданої терміновості визначається як різниця між сумою відсоткових активів заданої терміновості A_t і відсоткових пасивів заданої терміновості L_t . Для кожного діапазону можна обчислити величину такого розриву:

$$Gap_t = A_t - L_t.$$

Можна розрахувати *кумулятивний розрив (Cumulative Gap_T)* як суму розривів, що містять усі діапазони, починаючи від t_0 до T :

$$Cumulative\ Gap_t = \sum_{t=t_0}^T Gap_t.$$

Можна також обчислити *коефіцієнт відношення розривів до загального обсягу активів (Gap Ratio)*:

$$Gap\ Ratio_t = \frac{Gap_t}{A_t},$$

а також *коефіцієнт кумулятивних розривів*:

$$Cumulative\ Gap\ Ratio_T = \frac{\sum_{t=t_0}^T Gap_t}{\sum_{t=t_0}^T A_t}.$$

Позитивний розрив означає, що відсоткові активи в межах заданої терміновості перевищують за обсягом пасиви. Якщо відсоткові ставки зростуть, то збільшення відсоткового доходу перевищить зростання вартості обслуговування боргу (відсоткових витрат), і отже, зросте чистий відсотковий дохід. Якщо ж відсоткові ставки знизяться, доходи по відсоткових активах становитимуть більше, ніж вартість обслуговування боргу, а чистий відсотковий дохід знизиться.

Негативний розрив означає, що відсоткові пасиви в межах даної терміновості перевищують за масою активи. Якщо відсоткові ставки зростуть, вартість обслуговування боргу (відсоткові витрати) зростуть більше, ніж відсотковий дохід, і чистий відсотковий дохід знизиться. Якщо ж відсоткові ставки знизяться, вартість обслуговування боргу зменшиться більше, ніж відсотковий дохід, а чистий відсотковий дохід зросте. Чим більшою є абсолютна величина розриву, тим сильніший вплив зміни відсоткових ставок на відсотковий дохід, тобто тим більшим є ступінь ризику.

Ідеальним з погляду мінімізації ступеня ризику є *нульовий розрив*, але, по-перше, така ситуація нереальна, по-друге, за впевненості щодо зростання чи зниження відсоткових ставок можна прагнути до збільшення доходів, нарощуючи позитивний чи негативний розрив відповідно.

Серед гіпотез, що приймаються при використанні розривів як вимірювачів відсоткового ризику, заслуговує на увагу гіпотеза стосовно симетричного руху ставок для різних інструментів, тобто якщо ставки по овернайту (добовому міжбанківському депозиту) зростуть на 1 %, то й по кредитах, облігаціях, депозитних сертифікатах вони також зростуть на 1 %.

У [233] зазначається, що апарат дюрації й опуклості є досконалішим відносно апарату розривів, але він вимагає проведення складніших розрахунків по портфелю банку. Для пакета облігацій ці обчислення набагато простіші й суттєво ефективніші.

3.7. ПАРАМЕТРИ РИЗИКУ ДЕРИВАТИВІВ

Параметри ризику деривативів (похідних фінансових інструментів) вимірюють за допомогою низки показників, які позначаються грецькими буквами, тому в цілому їх інколи називають грецькими (*the Greeks*). Так, *показник ризику (Delta)* вимірює величину зміни вартості даного фінансового інструмента V за зміни базового цінового чинника r (наприклад, ставки відсотка):

$$Delta = \frac{\Delta V}{\Delta r}.$$

Якщо зобразити на площині залежність вартості інструменту від базового цінового чинника лінією, то дельта характеризує кут нахилу (величина дельти дорівнює тангенсу цього кута). Зв'язок між дюрацією і дельтою має такий вигляд:

$$Duration = -Delta \cdot \frac{1+r}{V}.$$

Зміну дельти за змін базового цінового чинника вимірює такий показник ризику, як гама (Gamma):

$$Gamma = \frac{\Delta Delta}{\Delta r}.$$

Гама вимірює той же ризик, що й опуклість [233]. Якщо профіль ризику є опуклим, гама додатна, якщо профіль ризику ввігнутий, гама від'ємна, якщо профіль ризику — пряма, то гама дорівнює нулю. Показник гама є важливим для опціонів.

Vega (Vega) — це також один з низки кількісних вимірювачів ризику похідних фінансових інструментів, що вимірює зміну вартості фінансового інструменту за зміни дисперсії (волатильності) базового цінового чинника:

$$Vega = \frac{\Delta V}{\Delta \sigma}.$$

Показник ступеня ризику *тема (Theta)* вимірює зміну вартості фінансового інструменту при зміні терміну, що залишився до виконання контракту t :

$$Theta = \frac{\Delta V}{\Delta t}.$$

Не рідко цей показник міститься в звітах про прибутки і збитки інвестиційних компаній.

Показник ступеня ризику *ро (rho)* використовується для вимірювання показника зміни вартості відсоткових опціонів за зміни відсоткової вставки.

Показник ступеня ризику *лямбда (Lambda)* вимірює зміну вартості опціонів за зміни рівня дивідендів d для опціонів на акції чи рівня валютної відсоткової ставки для валютних опціонів:

$$Lambda = \frac{\Delta V}{\Delta d}.$$

Зміні гами за зміни базового цінового чинника відповідає показник *швидкості (speed)*:

$$Speed = \frac{\Delta Gamma}{\Delta r}.$$

Якщо дельта — це перша похідна функції вартості фінансового інструменту по базовому ціновому чиннику, то гама — це друга похідна, а швидкість — це похідна третього порядку. Показник швидкості дозволяє менеджерів слідувати за змінами гами й дельти при роботі з опціонами (здійснювати виважений моніторинг, ураховуючи ризик).

Зміну дельти з плином часу, що залишився до виконання контракту, вимірює такий показник кількісної оцінки ризику, як *особливість (charm)*:

$$Charm = \frac{\Delta Delta}{\Delta t}.$$

Якщо, скажімо, портфель похідних фінансових інструментів хеджується так, що його дельта (чутливість щодо змін цінового чинника) дорівнює нулю, то хеджування підлягає постійним щоденним корективам і показник особливості покаже, наскільки активно повинна бути тактика щодо хеджування.

Колір (color) є ще одним показником ступеня ризику деривативів. За його величиною вимірюють зміну гами в міру плину часу до виконання контракту:

$$Color = \frac{\Delta Gamma}{\Delta t}.$$

Наприклад, з наближенням моменту виконання за кольором менеджери можуть визначитися, як невеликі зміни ціни базового активу вплинуть на хеджування [233].

РОЗДІЛ 4

ЕКСПЕРТНІ ПРОЦЕДУРИ ТА МЕТОДИ СУБ'ЄКТИВНИХ ОЦІНОК У ВИМІРЮВАННІ РИЗИКУ

4.1. ЗДОБУТТЯ ІНФОРМАЦІЇ

Кожний підприємець чи менеджер встановлює для себе прийнятний (допустимий) ступінь ризику, коли оцінює альтернативні варіанти рішень в умовах невизначеності. Остання, як уже зазначалось, характерна для багатьох рішень, які доводиться приймати за обставин, що швидко змінюються. За цих умов можна у відповідності з минулим досвідом та на підґрунті інтуїції зробити припущення щодо ймовірності подій і відповідно діяти. Але ця порада слухна лише тоді, коли справді немає часу на збирання додаткової інформації.

В економіці дуже часто чинники, які слід враховувати, настільки нові й складні, що достатня інформація про них відсутня, а ймовірність того чи іншого результату не можна обчислити статистичними методами. Стикаючись з потребою прийняти економічне рішення в такій ситуації, можна спробувати дістати додаткову інформацію, ще раз проаналізувавши проблему. Зіставляючи здобуту додаткову інформацію з тією, яка пов'язана з нагромадженим досвідом, сформованими уявленнями та інтуїцією, суб'єкт управління може надати низці альтернативних результатів гіпотетичної ймовірності («прикинути на око»). Водночас бажано до складання експертних оцінок залучати фахівців у ролі експертів. Кваліфіковані експерти здатні вивести проблему пошуку рішення з розряду невизначеності до розряду стохастики, надавши проблемі вибору наукової та практичної обґрунтованості.

Як показали дослідження [277], формальній аксіоматиці теорії ймовірностей можна надати іншої інтерпретації, згідно з якою таку ймовірність назвали суб'єктивною. Суб'єктивна ймовірність події — це ступінь впевненості особи в тому, що подія відбудеться.

Статистичний спосіб обчислення ступеня ризику потребує наявності значного масиву даних, яких у розпорядженні суб'єкта управління, як правило, просто немає, до того ж дістати їх неможливо (відсутня статистика). Тому через нестачу чи відсутність

інформації здебільшого доводиться застосовувати експертні методи.

У праці [226] пропонується, щоб експерти дали свої оцінки ймовірностей виникнення певних обсягів збитків, на підґрунті яких можна було б відшукати середні значення експертних оцінок і на їх підставі побудувати криву розподілу суб'єктивних ймовірностей. Отже, за допомогою експертних оцінок потрібно знайти показники найбільш ймовірних, допустимих, критичних і катастрофічних збитків, маючи на увазі як їх обсяги, так і відповідні суб'єктивні ймовірності.

Основну процедуру визначення суб'єктивних ймовірностей експертним методом описано в [194]. Якщо цікавляться подією E та оцінкою її ймовірності $P(E)$, то розглядають дві лотереї: у першій особа отримує значення x^* з ймовірністю P та значення x_* з ймовірністю $1 - P$; у другій — значення x^* , коли відбувається подія E , та x_* — у протилежному випадку. Якщо особі байдуже, в якій лотереї брати участь, то $P(E) = P$ вважається суб'єктивною ймовірністю події E . Застосувавши таку процедуру, можна знайти наближення для функції розподілу випадкової величини [149].

Експертний метод можна реалізувати, опрацювавши судження досвідчених підприємців і фахівців. Бажано, щоб експерти супроводжували свої оцінки даними щодо ймовірності виникнення різних значень (обсягів чи відсотків) збитків. Зрештою можна обмежитись знаходженням експертних оцінок ймовірностей (суб'єктивних) допустимого, критичного та катастрофічного ризиків або просто оцінити найімовірніші збитки в даній сфері економічної діяльності (прийняття рішень).

Як зазначалось у [189], експерт відіграє роль певного приладу, який або робить пріоритетний вибір, або встановлює логічний зв'язок, що об'єктивно існує між причиною і наслідком. Таким чином, суб'єктивна ймовірність дає змогу встановити зв'язок між невизначеністю та випадковістю. Це актуально там, де йдеться про використання ймовірностей для врахування ризику в прийнятті економічних рішень.

Власне, в задачах критеріально-експертного вибору, що постають у нових, обтяжених ризиком ситуаціях, суб'єкт управління найбільше потребує аналітичної підтримки.

Не деталізуючи численні методи прийняття рішень, що стосуються даного класу задач, подамо загальні характеристики деяких поширених груп методів.

Аксіоматичні методи. Ці методи ґрунтуються на побудові функції корисності суб'єкта управління. Формулюють тверджен-

ня щодо виду функції корисності, а також найважливіших її властивостей. Ці твердження називаються аксіомами. Всю інформацію, що її дістають від суб'єкта управління, розглядають як засіб перевірки гіпотези про вид функції корисності. Аксиоматичний підхід описано в [148]. За такого підходу кожний багатокритеріальний варіант рішення дістає оцінку корисності.

Прямі методи. Полягають у тому, що вид функції корисності від оцінок за багатьма критеріями задається без теоретичних обґрунтувань, а параметри цієї залежності або також задаються, або безпосередньо оцінюються суб'єктом управління.

Найпоширенішими з прямих методів є такі.

1. *Метод зваженої суми оцінок критеріїв.* Згідно з цим методом корисність багатокритеріального об'єкта дорівнює:

$$u = \sum_{i=1}^n \omega_i x_i,$$

де ω_i — вага i -го критерію, що вимірюється за кількісною шкалою; x_i — оцінка об'єкта за i -м критерієм ($i = 1, \dots, n$) також вимірюється за кількісною шкалою.

2. *Метод дерев рішень* передбачає, що суб'єкт управління дає оцінки корисності та суб'єктивної ймовірності для кожного з варіантів рішення.

Найприйнятнішим варіантом для розв'язування практичних проблем є, очевидно, комбінація статистичного та експертного способів здобуття інформації, необхідної для прийняття економічних рішень з урахуванням ризику.

Актуальним є питання щодо використання економетричних методів розмноження наявних вибірок (бутстреп-методів). Один з таких методів у 1977 р. був запропонований Б. Ефроном із Стенфордського університету (США)*. Основна ідея бутстреп-методів полягає у такому. Нехай існує вибірка $x_1, x_2, \dots, x_n$. В імовірнісно-статистичній теорії вважається, що це — вибірка незалежних, однаково розподілених випадкових величин. Нехай нас цікавить певна статистика $f_n(x_1, x_2, \dots, x_n)$. Як вивчити її властивості? Ідея полягає в тому, щоб з однієї вибірки зробити багато, виключаючи по одному спостереженню і повертаючи при цьому раніше виключені. Отримані значення статистики дозволяють робити судження щодо її розподілу та характеристик розподілу — математичного сподівання, моди, медіани, квантилів, середньоквадратичного відхилення.

* Эфрон Б. Нетрадиционные методы многомерного статистического анализа. М.: Финансы и статистика. 1988.

Б. Ефрон запропонував будувати нові вибірки, моделюючи їх з емпіричного розподілу таким чином: беручи скінченну сукупність з n елементів початкової (первісної) вибірки $x_1, x_2, \dots, x_n$, за допомогою генератора випадкових чисел формувати з неї будь-яку кількість розмножених вибірок. Існує математична теорія, яка дозволяє обґрунтовувати процедури бутстреп-методу*.

Загальна схема експертизи, підготовка до її проведення. Експертиза як метод здобуття інформації завжди використовувалась у розробці рішень. Проте наукові дослідження щодо її раціонального проведення було розпочато лише два десятиріччя тому. Результати досліджень дають змогу дійти висновку, що експертні оцінки є в цілому сформованим науковим методом аналізу складних неформалізованих проблем [22, 128, 189, 295].

Сутність методу експертних оцінок полягає в раціональній організації експертного аналізу проблеми з кількісним оцінюванням суджень і обробкою їх результатів. Узагальнену думку експертів вважають рішенням проблеми.

Усе розмаїття розв'язуваних задач зводиться до трьох типів:

- 1) формування об'єктів;
- 2) оцінювання характеристик;
- 3) формування об'єктів і оцінювання характеристик.

Формування об'єктів передбачає визначення можливих подій і явищ, побудову гіпотез, формування цілей, обмежень, варіантів рішень, визначення ознак і показників для опису властивостей об'єктів та їх взаємозв'язків тощо. Вирішуючи задачу оцінювання характеристик, експерти визначають імовірність подій, важливість цілей, значення ознак і показників, переваги рішень. Задача формування об'єктів та оцінювання характеристик охоплює комплексне розв'язування перших двох типів задач. Отже, експерт виконує роль генератора об'єктів (ідей, подій, рішень) та вимірювача їх характеристик.

Під час розв'язування розглянутих задач усю множину проблем можна поділити на два класи: з достатнім і недостатнім інформаційним потенціалом. Для проблем першого класу маємо весь необхідний обсяг знань і досвіду щодо їх розв'язування. Завдяки цьому експерти стосовно таких проблем виступають якісними джерелами і достатньо точними «вимірювачами» інформації. Узагальнена думка групи експертів визначається усередненням їхніх індивідуальних суджень і є близькою до істини.

Стосовно проблеми другого класу експерти вже не можуть розглядатись як достатньо точні вимірювачі. Думка одного експер-

* Орлов А. И. Эконометрика. — М.: Экзамен, 2002.

та може виявитись правильною і водночас відмінною від думки решти експертів. Обробка результатів експертизи для проблем другого класу не може ґрунтуватись на методах усереднення.

Щоб застосувати метод експертних оцінок у процесі прийняття рішень, необхідно розглянути питання добору експертів, провести їх опитування й обробити одержані результати. Залежно від масштабу проблеми експертизу організовує суб'єкт управління або призначена ним група. Кількісний та якісний склад експертів добирають на підставі аналізу широти проблеми, вірогідності оцінок, характеристик експертів і затрат ресурсів.

Різноманітність розв'язування проблеми зумовлює потребу залучати до експертизи фахівців різного профілю. Мінімальна кількість експертів визначається кількістю різноманітних аспектів, напрямів, які потрібно враховувати, вирішуючи проблему.

Вірогідність оцінок групи експертів залежить від рівня знань окремих експертів та їх кількості. За припущення, що експерти є достатньо точними вимірювачами, зі збільшенням кількості експертів вірогідність експертизи всієї групи зростає. Затрати ресурсів на проведення експертизи пропорційні до кількості експертів. Зі зростанням кількості експертів збільшуються часові та фінансові витрати, пов'язані з формуванням групи, проведенням опитувань та обробкою результатів. Таким чином, підвищення вірогідності експертизи пов'язане зі збільшенням витрат.

Характеристики групи експертів визначаються на базі індивідуальних характеристик експертів: компетентності, креативності, конформізму, ставлення до експертизи, конструктивності мислення, колективізму, самокритичності.

Компетентність — це ступінь кваліфікації експерта в певній галузі знань, який можна визначити, проаналізувавши діяльність фахівця, рівень і широту ознайомленості з досягненнями світової науки та техніки, розуміння перспективи розвитку.

Для кількісного оцінювання ступеня компетентності використовують коефіцієнт компетентності, з урахуванням якого звужуються думки експерта. Існує низка методик визначення коефіцієнта компетентності за результатами висловлювань фахівців про склад експертної групи. За результатами їх опитування складають матрицю з елементами

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } j\text{-й експерт назвав } i\text{-го експерта;} \\ 0, & \text{якщо } j\text{-й експерт не назвав } i\text{-го експерта.} \end{cases}$$

За цієї матрицею обчислюють коефіцієнт компетентності k_i i -го експерта як відносну вагу цього експерта:

$$k_i = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m x_{ij}}, \quad i=1, \dots, m,$$

де m — кількість експертів.

Коефіцієнти компетентності нормовані так, що їх сума дорівнює одиниці:

$$\sum_{i=1}^m k_i = 1.$$

Креативність — це здатність розв'язувати творчі задачі. Досі, крім якісних суджень, що ґрунтуються на вивченні діяльності експертів, немає жодних точних способів оцінювання цієї характеристики.

Конформізм — це врахування впливу авторитетів. Особливо виразно конформізм може виявитись під час проведення експертизи у вигляді відкритих дискусій. Думка авторитетів пригнічує здатність осіб, що мають високий ступінь конформізму, виявити власне ставлення до проблеми.

Ставлення до експертизи — дуже важлива характеристика якості експерта при розв'язуванні даної проблеми. Негативне або пасивне ставлення фахівця до тієї чи іншої проблеми, зумовлене зайнятістю та іншими чинниками, істотно позначається на виконанні експертами своїх функцій. Тому участь в експертизі має розглядатись як планова робота.

Конструктивність мислення — це прагматичний аспект мислення. Експерт має пропонувати розв'язки з практичними властивостями. Урахування реальних можливостей розв'язання проблеми — дуже важливий чинник у проведенні експертного оцінювання.

Колективізм — це чинник, який має враховуватись під час проведення відкритих дискусій. Етика, поведінка людини в колективі істотно впливає на створення позитивного психологічного клімату і тим самим на успішність розв'язання проблеми.

Самокритичність експерта виявляється у самооцінюванні ступеня своєї компетентності, а також у прийнятті рішення з досліджуваної проблеми.

Перелічені характеристики експерта досить повно описують важливі якості, які впливають на результати експертизи. Частина їх оцінюється позитивно, частина — негативно. Виникає пробле-

ма узгодження характеристик та вибору експертів з урахуванням суперечливостей щодо їх якостей. Часто вірогідність (правильність) оцінок експерта кількісно можна оцінити за формулою

$$D_i = \frac{N_i}{N}, \quad i=1, \dots, m,$$

де N_i — кількість випадків, коли i -й експерт дав оцінку, яка підтвердилась практикою; N — загальна кількість випадків участі i -го експерта у розв'язуванні проблеми.

Частка внеску кожного експерта у вірогідність оцінок усієї групи обчислюється як:

$$D'_i = \frac{D_i}{\sum_{i=1}^m D_i}, \quad i=1, \dots, m,$$

де m — кількість експертів у групі.

Опитування — основним етапом спільної роботи груп управління та експертів на цьому етапі є такі процедури [128]: вирішення організаційно-методичних питань; постановка задачі та формування запитань до експертів; інформаційне забезпечення роботи експертів. Вибір того чи іншого виду опитувань визначається цілями експертизи, сутністю вирішуваної проблеми, повнотою та вірогідністю початкової інформації, терміном і затратами на проведення опитування. Розглянемо зміст і технологію проведення таких видів опитування, як анкетування та інтерв'ювання.

Анкетування — це опитування експертів у письмовій формі за допомогою анкети, в якій містяться запитання, котрі можна класифікувати за змістом і типом. За змістом вони поділяються на три групи:

- об'єктивні дані про експерта (вік, освіта, посада, фах, стаж роботи);
- основні запитання по суті розв'язуваної проблеми;
- додаткові запитання, що дають змогу знайти джерела потрібної інформації, аргументацію відповідей, самооцінку компетентності експерта.

За типом основні запитання класифікують так: відкриті, закриті, з альтернативами відповідей [128].

Відкриті запитання передбачають відповідь у довільній формі. Їх доцільно застосовувати в разі великої невизначеності проблеми. Цей тип запитань дає змогу широко охопити проблему, ви-

явити спектр думок експертів. Недоліком таких запитань є розмаїття можливих відповідей, що ускладнює обробку анкет.

Закриті запитання характеризуються тим, що відповідь на них може бути подана у вигляді: «так», «ні», «не знаю».

Запитання з альтернативами відповідей передбачають вибір експертами однієї з множини передбачуваних відповідей. Їх доцільно використовувати за наявності кількох, досить чітко визначених варіантів. Ці варіанти формуються для орієнтації з альтернативами відповідей у можливому колі напрямів вирішення проблеми. Щоб дістати докладнішу інформацію з кожного питання, можна запропонувати порядкові та бальні шкали. Експерт за кожною відповіддю обирає значення порядкової та бальної оцінки. Наприклад, значеннями порядкової шкали можуть бути «відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно». Обробка анкет із запитаннями цього типу за складністю посідає проміжне місце між відкритими та закритими запитаннями.

Якщо анкетування проводиться кількома турами, доцільно за великої складності та невизначеності проблеми спочатку використати відкриті типи запитань, а на наступних турах — альтернативні відповіді та закриті типи.

Інтерв'ювання — це усне опитування, що проводиться у формі бесіди-інтерв'ю. Для підготовки бесіди інтерв'юєр розробляє запитання до експерта. Характерна особливість цих запитань — на них експерту потрібно відповісти швидко, оскільки практично немає часу на їх обмірковування. Тематику інтерв'ю експерту можна повідомити заздалегідь, але конкретні запитання слід сформулювати безпосередньо в процесі бесіди. Доцільно в зв'язку з цим готувати послідовність запитань, починаючи від простого і поступово поглиблюючи та ускладнюючи, але водночас конкретизуючи запитання.

Перевагою інтерв'ю є живий контакт інтерв'юєра з експертом, що дає змогу оперативно дістати необхідну інформацію з допомогою прямих та уточнюючих запитань — залежно від відповідей експерта.

Недоліком інтерв'ю є небезпека великого впливу інтерв'юєра на відповіді експерта, відсутність часу для глибокого обмірковування відповіді.

Метод Дельфі [109] є багатотуровою процедурою анкетування. Назва Дельфі (Дельфійського методу) запозичена з історії Дельфійського оракула. У першому турі експертам пропонуються запитання, на які вони дають відповіді з метою виокремлення середнього, медіани і граничних значень оцінок. Експертам пові-

домляють результати обробки першого туру опитування, уточнюючи розміщення оцінок кожного експерта. Якщо оцінка експерта дуже відхиляється від середнього значення, то його просять аргументувати свою думку або змінити оцінку.

У другому турі експерти аргументують або змінюють свою оцінку з поясненням причин коригування. Результати обробляють і повідомляють експертам. Якщо після першого туру коригувались оцінки, то результати обробки другого туру містять нові середні та граничні значення оцінок експертів.

Наступні тури проводять за аналогічною процедурою. Звичайно після третього чи четвертого туру оцінки експертів стабілізуються, що і є критерієм припинення подальшого опитування.

Ітеративна процедура опитування з повідомленням результатів обробки кожного туру забезпечує краще узгодження думок експертів. Але експерти, які дали оцінки, що дуже відхиляються, вимушені критично осмислювати свої судження та докладно їх аргументувати. Необхідність аргументувати та коригувати оцінки експертів не означає, що метою експертизи є досягнення повної узгодженості їхніх думок. У кінцевому підсумку, можливо, буде виокремлено дві або більше груп думок, що відображають приналежність експертів до різних наукових шкіл, відомств і категорій осіб.

Дослідження ефективності методу Дельфі показали, що з проведенням турів опитування розкид думок експертів зменшується і групова думка у вигляді медіани індивідуальних оцінок стає точнішою [22].

Щоб підвищити ефективність проведення експертизи за методом Дельфі, необхідно автоматизувати процес фіксування, обробки та повідомлення експертам інформації. Це досягається завдяки використанню ЕОМ.

Інтелектуальний штурм — це групове обговорення, що має на меті здобуття нових ідей, варіантів вирішення проблеми. Інтелектуальний штурм часто називають також інтелектуальною атакою, методом генерування ідей. Характерною особливістю цього виду експертизи є активний творчий пошук принципово нових рішень, коли відомі шляхи та способи рішень непридатні. Щоб активність експертів не згасала, категорично забороняється критика їхніх висловлювань.

Експерти складають групу до 20—25 осіб, в яку залучаються фахівці з розв'язуваної проблеми та люди з глибокою ерудицією і багатою фантазією, причому не обов'язково добре обізнані з досліджуваного питання. Для проведення сеансу призначається го-

ловуючий, основне завдання якого — керувати перебігом обговорення поставленої проблеми. Він на початку сеансу пояснює зміст і актуальність проблеми, правила її обговорення і пропонує для розгляду одну-дві ідеї.

Сеанс триває приблизно 40—45 хв. без перерви. Для кожного окремого виступу надається 2—3 хв. За цей час експерти мають спробувати висунути якомога більше нових, на перший погляд, фантастичних ідей або розвинути висловлені ідеї, доповнивши та поглибивши їх. Важливою вимогою до виступів є конструктивний характер ідей і пропозицій. У процесі генерування ідей та їх обговорення пряма критика заборонена, проте неявно присутня весь час і виражається ступенем підтримки та розвитку висловлювань.

Виступи експертів фіксуються і після закінчення сеансу аналізуються, тобто висловлені ідеї й рішення групуються та класифікуються за різноманітними ознаками, оцінюється ступінь корисності та можливості реалізації. Через одну-дві доби після проведення сеансу експерти мають оголосити, чи не виникли якісь нові ідеї та розв'язки.

Існує низка різновидів інтелектуального штурму: з обдумуванням результатів; з чергуванням періодів генерації з дискусіями і груповим прийняттям рішень; із застосуванням послідовних етапів висунення пропозицій та їх обговорення; з включенням до групи експертів «підсилювачів» та «пригнічувачів» ідей тощо.

Дискусія широко використовується на практиці для обговорення проблем, шляхів їх вирішення, аналізу різноманітних чинників тощо. Для проведення дискусії формують групу експертів не більше ніж 20 осіб. Група управління проводить попередній аналіз проблем дискусії, щоб чітко сформулювати завдання, визначити вимоги до експертів, їх добору та методики проведення дискусії. Сама дискусія набуває форми відкритого колективного обговорення проблеми, головне завдання якого — всебічно проаналізувати всі чинники, позитивні та негативні наслідки, виявити позиції та інтереси учасників. У перебігу дискусії дозволяється критика.

Велику роль у дискусії відіграє головуючий. Від його вміння створити творчу доброзичливу атмосферу, чітко виступити з постановкою проблеми, коротко та глибоко резюмувати виступи і, головне, вміло спрямувати хід дискусії на вирішення проблеми істотно залежить ефективність результатів обговорення.

Результати дискусії фіксуються. Коли дискусію закінчено, ці записи аналізуються для чіткішого розуміння основних результатів, виявлення різних думок. Приблизно через добу після закінчення дискусії можна збирати додаткову інформацію від експертів.

Розглянуті види опитування доповнюють один одного. Так, всебічний критичний аналіз наявного переліку об'єктів можна ефективно провести у формі дискусії. Для кількісної й якісної оцінки властивостей, параметрів, часу та інших характеристик застосовують анкетування та метод Дельфі. Інтерв'ювання доцільне для уточнення результатів, здобутих іншими видами експертизи.

4.2. МЕТОДИ ОБРОБКИ ЕКСПЕРТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Провівши опитування групи експертів, дістають певну інформацію. Наявність як числових даних, так і змістовних висловлювань експертів спонукає до необхідності застосування якісних і кількісних методів обробки результатів групового експертного оцінювання. Питома вага цих методів істотно залежить від класу проблем, вирішуваних експертним оцінюванням. Нижче розглядатимуться методи обробки проблем першого класу, що характеризуються достатнім інформаційним потенціалом. Ці проблеми найпоширеніші на практиці прийняття рішень [128].

Залежно від цілей експертного оцінювання під час обробки результатів опитування виникають такі основні завдання:

- 1) визначення узгоджених думок (суджень) експертів;
- 2) побудова узагальненої оцінки об'єктів;
- 3) визначення залежності між судженнями експертів;
- 4) визначення відносних ваг об'єктів;
- 5) оцінювання надійності (ризик) результатів експертизи.

Визначити узгодженість оцінок експертів необхідно для того, щоб підтвердити правильність гіпотези: експерти є досить точними «вимірювачами», а також виявити можливі угруповання в експертній групі. Узгодженість думок експертів оцінюють, обчислюючи кількісну міру, що характеризує ступінь близькості індивідуальних думок. Аналіз значень міри узгодженості дає змогу виробити правильне судження про загальний рівень знань з розв'язуваної проблеми та виявити угруповання думок експертів, зумовлених різними поглядами, концепціями, існуванням наукових шкіл, характером професійної діяльності тощо.

Завдання побудови узагальненої оцінки об'єктів групою експертів на підставі індивідуальних оцінок експертів є однією з проблем у груповому експертному оцінюванні. Якщо експерти оцінювали об'єкти в кількісній шкалі, то завдання побудови групової оцінки полягає у визначенні середнього значення або медіа-

ни оцінки. У вимірюванні в порядковій шкалі методом ранжування або парного порівняння метою обробки індивідуальних оцінок експертів є побудова узагальненого впорядкування об'єктів на підґрунті усереднення оцінок експертів.

Опрацювавши результати експертного оцінювання, можна визначити залежність між судженнями різних експертів. Знаючи таку залежність, можна встановити ступінь близькості в думках експертів. Важливе значення має також визначення залежності між оцінками об'єктів, побудованих за різноманітними показниками порівняння. Завдяки цьому вдасться визначити пов'язані між собою показники порівняння та згрупувати їх за ступенем взаємозв'язку.

Під час розв'язування багатьох задач недостатньо впорядкувати об'єкти за одним або групою показників. Бажано також мати кількісні значення відносної важливості об'єктів. Оцінки об'єктів, які здобувають у результаті обробки, можна трактувати як випадкові величини. Тому однією з важливих задач є визначення їх імовірності. Обробка результатів експертизи вручну пов'язана з великими трудовими затратами (навіть у разі розв'язування простих задач впорядкування), через це її доцільно виконувати за допомогою обчислювальної техніки. Застосування ЕОМ висуває проблему створення відповідних комп'ютерних програм, які реалізують алгоритми обробки результатів експертного оцінювання.

Оцінюючи об'єкти, експерти звичайно мають розбіжності в думках щодо розв'язуваної проблеми. Тому постає потреба кількісно оцінити ступінь згоди (узгодженості суджень) експертів, завдяки чому вдасться обґрунтованіше інтерпретувати причини розбіжності думок. Оцінка узгодженості суджень експертів ґрунтується на використанні поняття компактності, наочне уявлення про яке дає геометрична інтерпретація результатів експертизи. Оцінка кожного експерта подається як точка в деякому просторі з введенням у нього поняттям відстані. Коли точки, що характеризують оцінки всіх експертів, розміщені на невеликій відстані одна від одної, тобто утворюють компакту групу, то, очевидно, це можна інтерпретувати як добру узгодженість думок експертів. А якщо точки в просторі розкидані на значні відстані, узгодженість думок експертів невисока. Можливо, що точки оцінки експертів розміщені в просторі у такий спосіб, що утворюють одну або кілька компактних груп. У такому разі в експертній групі існують два або кілька відмінних один від одного поглядів на оцінку об'єктів.

Конкретизують викладену ідею оцінювання узгодженості думок експертів залежно від використання кількісних або якісних

шкал вимірювання та вибору міри ступеня узгодженості. Коли використовують кількісні шкали вимірювання та оцінюють лише один параметр об'єкта, всі думки експертів можна подати як точки на числовій осі, розглядаючи їх як реалізацію випадкової величини. Тому для оцінювання центру групування та розкиду точок можна використати добре розроблені методи математичної статистики. Центр групування точок визначають як математичне сподівання (середнє значення) або як медіану випадкової величини, а розкид кількісно оцінюють дисперсією випадкової величини. Мірою узгодженості оцінок експертів, тобто компактності розміщення точок на числовій осі, може бути відношення середньоквадратичного відхилення до математичного сподівання випадкової величини.

Для ранжування об'єктів використовують міру узгодженості думок групи експертів — дисперсійний коефіцієнт конкордації (коефіцієнт злагоди) [325].

Поряд з дисперсійним коефіцієнтом конкордації як міру узгодженості суджень експертів використовують ентропійний коефіцієнт конкордації.

Згідно з гіпотезою про те, що експерти є достатньо точними вимірниками, групова оцінка ґрунтується на застосуванні методів усереднення. Це відповідає тому, що індивідуальні оцінки експертів утворюють компакту групу, причому роль найузгодженішої групової оцінки відіграє математичне сподівання (середнє значення) або мода (найімовірніша оцінка).

Нехай d експертів оцінювали m об'єктів за l показниками. Результати оцінювання подано у вигляді значення величин x_{is}^h , де s — номер експерта; i — номер об'єкта; h — номер показника (ознаки) порівняння. Якщо об'єкти оцінювались методом ранжування, то величини x_{is}^h є рангами. А коли оцінки об'єктів було дано методом безпосереднього оцінювання чи методом послідовного порівняння, то величини x_{is}^h — це числа або бали. Обробка результатів оцінювання істотно залежить від розглянутих методів вимірювання.

Нехай маємо випадок, коли величини x_{is}^h , $s=1, \dots, d; i=1, \dots, m$, знайдено методами безпосереднього оцінювання або послідовного порівняння, тобто вони є числами або балами. Щоб дістати групову оцінку об'єктів, можна скористатись середнім значенням оцінки для кожного об'єкта:

$$x_i = \sum_{h=1}^l \sum_{s=1}^d q_h k_s x_{is}^h. \quad (4.1)$$

де q_h — коефіцієнт ваг показників порівняння об'єктів; k_s — коефіцієнти компетентності експертів. Ці коефіцієнти є нормованими величинами:

$$\sum_{h=1}^I q_h = 1, \quad \sum_{s=1}^d k_s = 1. \quad (4.2)$$

Коефіцієнти ваг показників можна знайти експертно.

Відшукування групової експертної оцінки підсумовуванням індивідуальних оцінок з вагами компетентності та важливості показників у вимірюванні властивостей об'єктів у кількісних шкалах ґрунтується на такому припущенні: виконуються аксіоми теорії корисності фон Неймана—Моргенштерна як для індивідуальних оцінок, так і для групової [194], а також умови, що об'єкти не різняться щодо всіх індивідуальних оцінок у груповому розумінні (частковий принцип Паретто) [189]. У реальних задачах ці умови, як правило, не виконуються, тому на практиці групову оцінку об'єктів часто знаходять підсумовуванням з вагами індивідуальних оцінок експертів.

Коефіцієнти компетентності експертів можна розрахувати за апостеріорними даними, тобто за результатами оцінювання об'єктів. Основною ідеєю цього обчислення є гіпотеза про те, що компетентність експертів оцінюється за ступенем узгодженості їх оцінок з груповою оцінкою об'єктів.

Алгоритм обчислення коефіцієнтів компетентності експертів має вигляд рекурентної процедури:

$$x_i^t = \sum_{s=1}^d x_{is} k_s^{t-1}, \quad i=1, \dots, m; \quad t=1, 2, \dots; \quad (4.3)$$

$$\lambda^t = \sum_{i=1}^m \sum_{s=1}^d x_{is} x_i^t, \quad t=1, 2, \dots; \quad (4.4)$$

$$k_s^t = \frac{1}{\lambda^t} \sum_{i=1}^m x_{is} x_i^t, \quad s=1, \dots, d; \quad t=1, 2, \dots \quad (4.5)$$

Обчислення починають з $t=1$. У (4.5) початкові значення коефіцієнтів компетентності беруть однаковими й такими, що дорівнюють $k_s^0 = 1/d$. Тоді групові оцінки об'єктів першого наближення дорівнюють середнім арифметичним значенням оцінок експертів:

$$x_i^1 = \frac{1}{d} \sum_{s=1}^d x_{is}, \quad i=1, \dots, m. \quad (4.6)$$

Далі за (4.4) обчислюють

$$\hat{\lambda}^1 = \sum_{i=1}^m \sum_{s=1}^d x_{is} x_i^1, \quad (4.7)$$

а також за (4.5) — значення коефіцієнтів компетентності першого наближення

$$k_s^1 = \frac{1}{\hat{\lambda}^1} \sum_{i=1}^m x_{is} x_i^1, \quad s = 1, \dots, d. \quad (4.8)$$

Використовуючи коефіцієнти компетентності першого наближення, можна повторити весь процес обчислення за формулами (4.3), (4.4), (4.5) і дістати другі наближення величин.

Розглянемо випадок, коли експерти вимірюють об'єкти в порядковій шкалі методом ранжування, причому величини x_{is}^h (i — номер об'єкта; s — номер експерта; h — номер показника порівняння об'єктів) є рангами. Завданням обробки є побудова узагальненого ранжування за індивідуальними ранжуваннями експертів. Щоб спростити міркування, розглянемо спочатку випадок однієї ознаки порівняння, тобто показник h у величин x_{is}^h не враховуватимемо. Кожне ранжування можна подати у вигляді матриці попарних порівнянь з елементами, що визначаються за правилом

$$y_{ik}^s = \begin{cases} 1, & \text{якщо } x_{is} \geq x_{ks}; \\ 0, & \text{якщо } x_{is} < x_{ks}, \end{cases} \quad (4.9)$$

де x_{is} , x_{ks} — ранги, що присвоюються s -м експертом відповідно i -му та k -му об'єктам. Наприклад, дано ранжування одним експертом ($s = 1$):

$$O_1 > O_2 \sim O_3 > O_4 > O_5.$$

Тоді матриця попарних порівнянь для цього ранжування подається у вигляді табл. 4.1.

Таблиця 4.1

	O_1	O_2	O_3	O_4	O_5
O_1	1	1	1	1	1
O_2	0	1	1	1	1
O_3	0	1	1	1	1
O_4	0	0	0	1	1
O_5	0	0	0	0	1

Якщо є d експертів, то кожний експерт дає своє ранжування, якому відповідає матриця попарних порівнянь. Отже, кількість матриць попарних порівнянь дорівнює кількості експертів.

Введемо відстань (метрику) між матрицями попарних порівнянь:

$$d_{sj} = \sum_{i,k=1}^m |y_{ik}^s - y_{ik}^j|, \quad s, j=1, \dots, d. \quad (4.10)$$

Зміст цього виразу полягає у тому, що відстань між матрицями попарних порівнянь визначається кількістю позарозрядних незбігів усіх значень елементів матриць (метрика Хеммінга).

Використовуючи цю метрику, визначимо узагальнене ранжування як матрицю попарних порівнянь, що найкраще узгоджується з матрицями попарних порівнянь, одержуваних з ранжувань експертів.

Поняття найкращого узгодження на практиці здебільшого визначають як медіану.

Медіана — це така матриця попарних порівнянь, сума відстаней якої до всіх матриць попарних порівнянь, що одержують експерти, є мінімальною:

$$\|y_{ik}^*\| \Leftarrow \min_{y_{ik}} \sum_{s=1}^d \sum_{i,k=1}^m |y_{ik}^s - y_{ik}|. \quad (4.11)$$

Покажемо, що матрицю попарних порівнянь, які відповідають медіані, будують за принципом простої більшості голосів експертів для кожного елемента матриці. Модуль різниці змінних у (4.11) дорівнює або одиниці, або нулю, тому цей модуль дорівнює своєму квадрату. Отже, замість виразу (4.11) можна записати

$$\min_{y_{ik}} \sum_{s=1}^d \sum_{i,k=1}^m (y_{ik}^s - y_{ik})^2. \quad (4.12)$$

Розкриваючи квадрат та враховуючи, що квадрат змінної дорівнює самій змінній (з (4.9)), з (4.12) знаходимо

$$\min_{y_{ik}} \sum_{s=1}^d \sum_{i,k=1}^m (y_{ik}^s - 2y_{ik}^s y_{ik} + y_{ik}). \quad (4.13)$$

Введемо позначення

$$a_{ik} = \sum_{s=1}^d y_{ik}^s. \quad (4.14)$$

Зробивши відповідні перетворення у (4.13) з урахуванням (4.14) отримаємо

$$\min_{y_{ik}} \sum_{i,k=1}^m (a_{ik} - 2a_{ik}y_{ik} + y_{ik}d) = \min_{y_{ik}} \left[\sum_{i,k=1}^m a_{ik} - 2 \sum_{i,k=1}^m y_{ik} (a_{ik} - d/2) \right]. \quad (4.15)$$

Перша сума в квадратній дужці стала й не залежить від змінної y_{ik} . Тому мінімум виразу в квадратних дужках з (4.15) відповідає максимуму другої суми, тобто

$$\min_{y_{ik}} \sum_{s=1}^d \sum_{i,k=1}^m |y_{ik}^s - y_{ik}| = \max_{y_{ik}} \sum_{i,k=1}^m y_{ik} (a_{ik} - d/2). \quad (4.16)$$

Максимум за змінними y_{ik} , що набувають значення 0 або 1, досягається за такої умови

$$y_{ik}^* = \begin{cases} 1, & \text{якщо } a_{ik} \geq \frac{d}{2}; \\ 0, & \text{якщо } a_{ik} < \frac{d}{2}, \end{cases} \quad (4.17)$$

де d — кількість експертів.

Величини a_{ik} згідно з (4.14) є кількістю голосів, поданих експертами за перевагу i -го об'єкта порівняно з k -м об'єктом. Тому в узагальненій матриці попарних порівнянь, якщо скористатись розв'язком (4.17), у ik -му елементі слід поставити одиницю, тобто вважати $O_i > O_k$, коли більше половини експертів висловились за цю перевагу. Отже, всі елементи узагальненої матриці попарних порівнянь визначаються за правилом більшості голосів.

У розглянутому алгоритмі побудови узагальненої матриці попарних порівнянь можна врахувати компетентність експертів, увівши коефіцієнти компетентності k_s у співвідношення (4.11):

$$\|y_{ik}^*\| \Leftarrow \min_{y_{ik}} \sum_{s=1}^d \sum_{i,k=1}^m k_s |y_{ik}^s - y_{ik}|. \quad (4.18)$$

Виконуючи перетворення, аналогічні співвідношенням (4.12)—(4.17), дістанемо для випадку врахування коефіцієнтів компетентності експертів таке правило побудови узагальненої матриці попарних порівнянь:

$$y_{ik}^* = \begin{cases} 1, & \text{якщо } b_{ik} \geq \frac{1}{2}; \\ 0, & \text{якщо } b_{ik} < \frac{1}{2}, \end{cases} \quad (4.19)$$

де

$$b_{ik} = \sum_{s=1}^d k_s y_{ik}^s, \quad i, k = 1, \dots, m. \quad (4.20)$$

Значення порогу в (4.19) дорівнює $1/2$, оскільки значення b_{ik} можна розглядати як ймовірність того, що i -й об'єкт переважає k -й.

За наявності кількох ситуацій експерти впорядковують об'єкти (рішення) для кожної ситуації окремо. Коли відомі ймовірності ситуацій $P_1, P_2, \dots, P_n$, де n — кількість ситуацій, то можна побудувати узагальнене ранжування, усереднене за всіма ситуаціями. Припишемо елементам матриць попарних порівнянь індекс j — номер ситуації y_{ikj}^s . Тоді узагальнена матриця попарних порівнянь визначається з умови

$$\|y_{ik}^*\| \Leftarrow \min_{y_{ik}} \sum_{j=1}^n \sum_{s=1}^d \sum_{i,k=1}^m k_s p_j |y_{ikj}^s - y_{ikj}|. \quad (4.21)$$

Виконуючи перетворення, аналогічні попереднім, дістаємо таке правило побудови узагальненої матриці попарних порівнянь, усереднених за допомогою ймовірностей за всіма ситуаціями:

$$y_{ik}^* = \begin{cases} 1, & \text{якщо } c_{ik} \geq \frac{1}{2}; \\ 0, & \text{якщо } c_{ik} < \frac{1}{2}, \end{cases} \quad (4.22)$$

$$c_{ik} = \sum_{j=1}^n \sum_{s=1}^d p_j k_s y_{ikj}^s. \quad (4.23)$$

У частковому випадку однакової компетентності експертів

$$c_{ik} = \frac{1}{d} \sum_{j=1}^n \sum_{s=1}^d p_j y_{ikj}^s. \quad (4.24)$$

Правило побудови елементів узагальненої матриці попарних порівнянь (4.22) є найзагальнішим і включає як частковий випадок правила (4.17) і (4.19).

Узагальнену матрицю попарних порівнянь можна побудувати, врахувавши умовні ймовірності прийняття помилкових рішень. Алгоритм знаходження елементів цієї матриці має вигляд, аналогічний (4.22), але з іншим значенням порогу [128].

Правило (4.22) визначає групову оцінку попарних порівнянь. Щоб дістати узагальнене ранжування за матрицею попарних по-

рівнянь, застосовують послідовне виокремлення невідоміючих об'єктів. Оскільки матриця попарних порівнянь описує граф, то послідовне виокремлення невідоміючих об'єктів відповідає послідовному виокремленню ядра графа. Для послідовного виокремлення невідоміючих об'єктів виконують операцію транзитивного замикання матриці попарних порівнянь та ранжування об'єктів за цією матрицею на підставі підрахунку кількості одиниць у кожному стовпчику матриці. Об'єкту, що має у своєму стовпчику найменшу кількість одиниць, присвоюють перший ранг; другого рангу набуває об'єкт, що має у своєму стовпчику більше одиниць, ніж перший об'єкт, але менше, ніж усі інші об'єкти, тощо.

Зауважимо, що коли початкова інформація від експертів щодо оцінювання об'єктів подається у вигляді матриць попарних порівнянь, то можливі порушення умов транзитивності. Це зумовлюється тим, що експерт порівнює лише пари об'єктів, а умова транзитивності поєднана з розглядом не менш як трьох об'єктів. Під час ранжувань експерт автоматично виконує умову транзитивності, інакше буде порушено логіку впорядкованості об'єктів. Порушення умови транзитивності в деяких матрицях попарних порівнянь практично усувається, коли підсумовуються всі матриці попарних порівнянь, тобто обчислюються a_{jk} за (4.14). Це впливає з покладеного в основу алгоритму припущення про те, що експерти є «добрими вимірювачами», тобто вони можуть припускатись лише незначних помилок. Усереднення результатів за множиною експертів нівелює індивідуальні помилки експертів, завдяки чому окремі нетранзитивності об'єктів усуваються.

Побудова узагальненого ранжування об'єктів за результатами їх попарних порівнянь передбачає, очевидно, що всі об'єкти експерти порівнюють один з одним. Але можлива побудова узагальненого ранжування за результатами попарних порівнянь лише частини об'єкта. Для цього випадку алгоритми побудови узагальненого ранжування мають складніший вигляд.

Під час обробки результатів ранжування можуть виникнути задачі визначення залежності між ранжуванням двох експертів або між двома ознаками. У цих випадках мірою взаємозв'язку може бути коефіцієнт рангової кореляції. Характеристикою взаємозв'язку ранжувань або цілей є матриця коефіцієнтів рангової кореляції. Відомі коефіцієнти рангової кореляції Спірмена та Кендалла [325, 345].

Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена:

$$\rho = 1 - \frac{6}{m^3 - m} \sum_{j=1}^m (r_{1j} - r_{2j})^2, \quad (4.25)$$

де m — кількість ранжованих об'єктів; r_{1j}, r_{2j} — ранг відповідно в першому та другому ранжуваннях.

Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена змінюється від -1 до $+1$. Рівність одиниці досягається за однакових ранжувань, тобто коли $r_{1j} = r_{2j} (j=1, \dots, m)$. Значення $\rho = -1$ відповідає протилежним ранжуванням (пряме та обернене ранжування). У разі рівності коефіцієнтів кореляції нулю ранжування вважаються лінійно незалежними.

Оцінка коефіцієнта кореляції, обчислювана за формулою (4.25), є випадковою величиною. Щоб визначити значущість цієї оцінки, необхідно задати величину ймовірності, обчислити значення порога, прийняти рішення про значущість коефіцієнта кореляції:

$$\epsilon = \frac{1}{\sqrt{m-1}} \psi\left(\frac{1-\beta}{2}\right), \quad (4.26)$$

де m — кількість об'єктів; $\psi(x)$ — функція, обернена до функції

$\phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt$, для якої складено таблиці [133]. Коли обчислено порогове значення, оцінка коефіцієнта кореляції вважається значущою, якщо $|\rho| > \epsilon$.

Для визначення значущості коефіцієнта кореляції Спірмена можна скористатись критерієм Стюдента, бо величина

$$t = \rho \sqrt{\frac{m-2}{1-\rho^2}} \quad (4.27)$$

наближено розподілена за законом Стюдента з $m-2$ ступенями свободи.

4.3. УЗГОДЖЕННЯ ТА АГРЕГУВАННЯ ОЦІНОК ЕКСПЕРТІВ З УРАХУВАННЯМ ЇХНЬОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ

Залучення до експертизи кількох експертів з подальшою агрегацією їхніх оцінок широко використовується для підвищення достовірності експертних оцінок (ЕО) і рішень, які приймаються на базі цього. Методи агрегації суттєво залежать від типу ЕО, котрі визначаються завданнями експертизи. Експертні оцінки-числа використовуються у вирішенні багатьох практичних задач.

Для агрегації результатів ранжування методом попарного порівняння альтернатив кількома експертами за шкалою «більше», «менше», «рівнозначно», як зазначалося вище, можна використовувати метод відшукування матриці порівнянь (медіани Кемені), котра має мінімальну сумарну відстань до матриць, які описують дані експертами ранжування. У низці наукових праць вирішена та сама задача з урахуванням компетентності експертів.

Узагальненішим є завдання визначення кардинальних оцінок, тобто числових характеристик значущості альтернатив стосовно деякого критерію. Останнім часом підвищилась актуальність такої області застосування методів вирішення цієї задачі, як системи підтримки прийняття рішень, в яких використовуються ієрархії критеріїв методом Сааті чи ієрархії цілей, і експерти залучаються до визначення пріоритетів або коефіцієнтів значущості критеріїв, цілей і альтернатив.

У працях американського вченого Т. Л. Сааті запропоновано як агреговану оцінку коефіцієнта відносної значущості критерію (альтернативи) використовувати середнє геометричне вказаних коефіцієнтів, обчислених за матрицями попарних порівнянь, даними кількома експертами. У низці наукових праць запропоновано метод визначення коефіцієнта узгодженості (КУ) з урахуванням компетенції експертів, що є кількісною оцінкою рівня узгодженості множини ЕО, і використання цієї інформації для агрегації оцінок, одержаних методом безпосереднього оцінювання. Розроблено також метод кількісної оцінки рівня внутрішньої узгодженості результатів попарних порівнянь, виконуваних кількома експертами, з урахуванням компетенції, а також визначення достатньої узгодженості для встановлення агрегованої оцінки.

Для знаходження агрегованої оцінки результатів попарних порівнянь, виконуваних кількома експертами, обчислення КУ необхідне, але недостатнє. Дійсно, що робити, коли узгодженість ЕО недостатня? Метод Дельфі передбачає у такому разі ознайомлення експерта з усередненою і граничною оцінками. Однак, якщо експерти виконують попарні порівняння, то навіть коли експерт хоче змінити свої оцінки, щоб поліпшити їх узгодженість з оцінками інших експертів, йому досить важко визначити, що і в якому напрямі він повинен змінювати. Розроблено методи попарних порівнянь, які передбачають діалог з експертом, пропонуються варіанти зміни його оцінок, спрямовані на поліпшення внутрішньої узгодженості результатів попарних порівнянь і приймаються його відповіді про згоду чи незгоду прийняти той

чи інший варіант*. У праці В. Г. Тоценка пропонується поширити даний підхід на діалоги з кількома експертами, під час яких визначаються пропозиції тому чи іншому експерту про напрям коригування його оцінок для досягнення достатнього рівня узгодженості результатів попарних порівнянь, виконуваних даними експертами. Також враховується компетентність експертів.

Задача групового оцінювання пріоритетності альтернатив стосовно критерію K формулюється так. Нехай наявні множина експертів $E = \{e_s, s = 1, \dots, d\}$, множина альтернатив $A = \{A_i, i = 1, \dots, m\}$ і s -й експерт ($s = 1, \dots, d$) характеризується нормованим відносним коефіцієнтом компетентності c_s . Задано також алгоритм визначення кожним експертом ненормованих ЕО $v_i, i = 1, \dots, m$ важливості альтернатив стосовно критерія K (у подальшому скорочено — «ваг»). Необхідно знайти агреговані узгоджені нормовані оцінки w_i відносної пріоритетності альтернатив.

Визначимо більш строго поняття «агреговані» й «узгоджені» оцінки. Не втрачаючи загальності, вважатимемо, що ЕО v_i є певною позицією деякої шкали з n поділками. Якщо v_i представлено дійсним числом (одержаним, наприклад, внаслідок обробки матриці попарних порівнянь (МПП)), то, обравши допустиму помилку ε , не складно перейти до задання цієї оцінки у вигляді номера поділки шкали з $n = 1 + \frac{1}{2\varepsilon}$ поділками. Тип шкали визначається алгоритмами одержання й обробки ЕО. Передбачається, що шкала є шкалою відношень, інтервалів, різниць чи абсолютною, бо саме в шкалах названого типу представляються ненормовані значення показників відносної пріоритетності альтернатив, одержані використанням відомих і пропонованих методів.

Множину $V_i = \{v_i^s\}$, де v_i^s — оцінка ваги альтернативи A_i , подана s -м експертом, зручно задавати спектром R_v .

Означення 1. Спектром R_v множини V ЕО, представлених у шкалі з n поділками, називається n -позиційний вектор, на j -й позиції якого записано значення експертних оцінок, заокруглених до j -ї поділки шкали.

Визначаючи агреговані оцінки з урахуванням компетентності експертів, множину V будемо задавати зваженим спектром.

* Тоценка В. Г. Согласование и агрегация оценок экспертов с учетом их компетентности при групповом оценивании альтернатив поддержки принятия решений // Проблемы управления и информатики. — 2002. — № 4. — С. 128—141.

Означення 2. Зваженим спектром S_v множини V ЕО, представлених у шкалі з n поділками, називається n -позиційний вектор, на j -й позиції якого записана сума коефіцієнтів компетентності експертів, оцінки яких заокруглені до j -ї поділки шкали.

Означення 3. Узгодженими агрегованими відносними оцінками $w_i, i = 1, \dots, m$ важливості альтернатив відносно критерію K називаються нормовані, коректно обчислені середні достатньо узгоджених множин ненормованих оцінок важливості, даних d експертами.

Коректність обчислення середнього визначається відповідністю операції знаходження середнього типу шкали, в якій представлені ЕО. Для шкал названих типів допустимою операцією визначення середнього є операція обчислення середнього арифметичного.

Зважений спектр S_v множини V оцінок експертів вважається достатньо узгодженим, якщо його КУ перевищує деякий поріг застосування. Для кількісної оцінки ступеня узгодженості спектра S_v використовуватимемо спектральний КУ, що визначається виразом*:

$$k(S_v) = \left[1 - \frac{\sum_{j=1}^n \mu_j \left| j - \sum_{j=1}^n j \mu_j \right| - \sum_{j=1}^n j \ln \mu_j}{G \sum_{j=1}^n |j - (n+1)/2| + \ln n} \right] z. \quad (4.28)$$

Тут $G = \frac{d}{\ln(d)n \ln(n)}$ — масштабний коефіцієнт;

$$z = \begin{cases} 1, & \text{якщо } z^* = TRUE, \\ 0, & \text{якщо } z^* = FALSE, \end{cases}$$

$$z^* = [j(1)=1] \vee [j(1)=n] \bigvee_{l=1}^{q-1} [\mu_{j(l)} = \mu_{j(l+1)}] \bigvee_{l=1}^{q-1} [j(l) - j(l+1) = \text{const}], \quad (4.29)$$

де d — кількість експертів; q — кількість груп експертів, які дали однакові оцінки; $j(l)$ — номер поділки шкали, до якого заокруглені оцінки, дані експертами l -ї групи, $l = 1, \dots, q$; $\mu_{j(l)}$ — сума коефіцієнтів компетентності експертів, оцінки яких

* Тоценко В. Г. Согласование и агрегация... // Там само.

заокруглені до поділки з номером $j(l)$; z'' — булева функція, котра задає необхідні і достатні умови рівності нулю КУ $k(S_v)$. Із (4.28), (4.29) випливає, що КУ приймає значення в межах $[0; 1]$, причому повністю узгодженій множині ЕО відповідає значення 1, а найменш узгодженій — 0.

Для визначення достатності рівня узгодженості спектра S_v використовуються значення порога виявлення T_0 і порога застосування T_u .

Означення 4. Порогом виявлення T_0 називається коефіцієнт узгодженості множини ЕО, яка містить мінімальну реєстровану кількість інформації.

Поріг виявлення визначається виразом $T_0 = k(S_0)$, тут S_0 — зважений спектр, в якому $d = n$, $\mu_1 = 0$, $\mu_g = \frac{2}{n}$, $\mu_{g \neq 0} = \frac{1}{n}$, $g = \left\lfloor \frac{n}{2} + 1 \right\rfloor$.

Означення 5. Порогом застосування T_u називається КУ множини ЕО, що забезпечує обчислення агрегованої ЕО з допустимою точністю.

Поріг застосування T_u дорівнює КУ $k(S_u)$ зваженого спектра S_u , в якому $d = 2$, $\mu_j = \mu_{j-1} = \frac{1}{2}$, $\mu_{s \neq j} = 0$, $\mu_{s \neq (j-1)} = 0$.

Розглянемо метод узгодження та агрегації ЕО відносної пріоритетності альтернатив, одержаних методом безпосередньої оцінки.

При використанні цього методу кожний з d експертів дає незалежну ненормовану оцінку v_{is} i -й альтернативі, $i = 1, \dots, m$, $i = 1, \dots, m$, $s = 1, \dots, d$, причому оцінки, дані s -м експертом, знаходяться в межах $q_{s \min} - q_{s \max}$. У загальному випадку з $s \neq k$ впливає, що $q_{s \min} \neq q_{k \min}$, $q_{s \max} \neq q_{k \max}$. Тому виникає необхідність перерахунку оцінок альтернатив у шкалах з різними границями до єдиної шкали, що має зазвичай найбільшу кількість поділок. Оцінку v_{is} на шкалі з границями $q_{s \min}$, $q_{s \max}$ подамо через оцінку v_{ik} з границями $q_{k \min}$, $q_{k \max}$:

$$v_{si} = a_{ks} v_{ik} + b_{ks}. \quad (4.30)$$

Коефіцієнти перерахунку a_{ks} та зміщення b_{ks} дорівнюють:

$$a_{ks} = \frac{q_{s \max} - q_{s \min}}{q_{k \max} - q_{k \min}}, \quad (4.31)$$

$$b_{ks} = q_{s \max} - \frac{q_{k \max} (q_{s \max} - q_{s \min})}{q_{k \max} - q_{k \min}}. \quad (4.32)$$

Після зведення оцінок альтернатив до єдиної шкали з використанням (4.30)—(4.32) будуються спектри ваги кожної альтернативи. До спектра S_i i -ї альтернативи включаються оцінки $v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{id}$, які дав їй кожен експерт. Після цього відповідно до (4.28) обчислюються коефіцієнти узгодженості спектрів ваг альтернатив, а також поріг виявлення T_0 і поріг застосування T_u . Множина $\bar{S}$ спектрів поділяється на три множини, що не перетинаються. До підмножини $\bar{S}_1$ включаються спектри, для яких

$$k(S_g) < T_0. \quad (4.33)$$

до підмножини $\bar{S}_2$ —

$$T_0 \leq k(S_i) < T_u, \quad (4.34)$$

елементами підмножини $\bar{S}_3$ є спектри, які задовольняють умові

$$k(S_i) \geq T_u. \quad (4.35)$$

Виконання умови (4.33) означає, що спектри $S_i \in \bar{S}_1$ не містять інформації. При цьому експертам пропонується переглянути свої оцінки тих альтернатив, спектри ваг яких задовольняють даній умові, для чого за рішенням керівника можуть бути організовані консультації експертів.

Стосовно спектрів підмножини $\bar{S}_2$ можна стверджувати, що кожний з них містить інформацію, але ступінь її узгодженості недостатній для визначення агрегованої оцінки з достатньою точністю. Тому для підвищення узгодженості таких спектрів можна провести діалог з експертами. Процедура організації діалога стосовно кожного спектра аналогічна і полягає в такому. Обчислюється середня оцінка ваги альтернативи. Оскільки при використанні методу безпосереднього оцінювання ваги альтернативи представлені в абсолютній шкалі, за умови рівної компетентності експертів середня оцінка v_a дорівнює середньому арифметично-

му компонент спектра, що надані різними експертами. Якщо експерти мають різну компетентність, то

$$v_i = \sum_{s=1}^d v_{is} c_s. \quad (4.36)$$

Далі визначається експерт e_f , для якого в розглядуваному спектрі S_i величина $\Delta = \frac{|v_{if} - v_i|}{c_f}$ максимальна. Вказаному експерту пропонується переглянути свою оцінку v_{if} альтернативи A_i в напрямі зменшення Δ . Якщо експерт згоден, то його оцінка змінюється так, щоб у спектрі S_i компонента v_{if} змістилась у бік середнього на одну поділку шкали, в якій представлені ЕО. Після цього знову розраховуються КУ приведенного спектра S_i і виконується описаний вище аналіз, за необхідності з подальшим зверненням до експерта. Якщо експерт e_f відмовився коригувати оцінку v_{if} , то він виключається з множини E_i експертів, до яких можна звертатися з пропозицією змінити оцінку ваги альтернативи A_i на подальших кроках. Вказаним вище методом визначається експерт e_p , якому відповідає наступне за величиною відхилення Δ , після чого відбувається аналогічний діалог уже з цим експертом. Якщо на деякому кроці виявилось, що $E_i = \emptyset$ і одночасно $T_0 \leq k(S_i) < T_u$, то це означає: можливість поліпшення узгодженості вичерпані, незважаючи на її недостатність. У такому разі робиться висновок про необхідність зміни складу команди експертів.

Виконання описаних процедур підвищення узгодженості призводить або до того, що на деякому кроці спектри ваг усіх альтернатив належать підмножині $\bar{S}_3$, або до висновку про неможливість одержати достатньо узгоджені оцінки від цієї команди експертів. Належність спектра підмножині $\bar{S}_3$ означає, що він достатньо узгоджений, і тому за ним можна знайти узагальнену оцінку ваги альтернативи, що дорівнює середньому значенню, знайденому за виразом (4.36). На завершальному етапі нормують значення v_i і одержують коефіцієнти w_i відносної пріоритетності альтернатив:

$$w_i = \frac{v_i}{\sum_{i=1}^m v_i}. \quad (4.37)$$

4.4. ВИЯВЛЕННЯ ТА УЗГОДЖЕННЯ ПЕРЕВАГ ЗА РИЗИКОМ НА БАЗІ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

4.4.1. Виявлення переваг і нейронні мережі

Проблеми поведінки в умовах невизначеності та ризику є привабливими і змушують вчених займатися цими питаннями. Запропонований В. Паскалем принцип «*regle des partis*», що фактично означає оцінку рішення за допомогою величини очікуваного від його прийняття виграшу, покладено в основу теорії сподіваного виграшу (*Expected gain theory*). Водночас знаменитий Санкт-Петербурзький парадокс, запропонований М. Бернуллі й розв'язаний у 1732 р. Д. Бернуллі, став символом нової теорії — теорії сподіваної корисності (*Expected utility theory*). Парадокс полягає у тому, що учасники чесної азартної гри (у котрій імовірність виграшу й програшу є однаковою) схильні до того, щоб увесь час платити за неї, але не бажають битися об заклад з приводу майбутнього виграшу чи програшу, якою б значною не була б запропонована їм сума грошей [233]. Д. Бернуллі пояснив привабливість участі в цих іграх збільшенням сподіваної корисності багатства.

Апарат функцій корисності та кривих байдужості широко застосовується в економіко-математичних моделях для опису схильності (несхильності) до ризику. Наново осмислена Д. фон Нейманом і О. Моргенштерном теорія Д. Бернуллі, розвинута М. Фрідменом, Л. Севіджем, П. Самуельсоном та іншими економістами, в свій час піддалась критиці з боку М. Алле (так званий парадокс Алле, що полягає в невідповідності емпіричних даних стосовно поведінки самих необернулліанців аксіомам проголошеної ними теорії) та ін. Серед альтернативних теорій і моделей прийняття рішень в умовах ризику можна назвати *модель трьох моментів корисності*. Одним із способів, що виражає цей погляд, є твердження, що функція переваг має аргументами моменти розподілу різного порядку.

Одним з підходів є використання індивідуальних чи колективних переваг економічного агента як критерія управління, в зв'язку з чим постає питання щодо виявлення та урахування переваг. Ця проблема щодо ризику вимагає розгляду психологічних аспектів сприйняття останнього. Два ключові питання складають предмет досліджень: як люди оцінюють ризик та як люди сприймають ризик. Результати досліджень психологів показують, що судження про ризик залежать від обставин (ситуації), в котрих

вони мають місце. Ризик є аспектом варіанта рішення, і вага, котру він отримує, залежить від вигоди цього варіанта і від оцінки діяльності. Суб'єктивні оцінки ризику можуть бути одержані різними способами, базуючись на безпосередньому власному досвіді, судженнях, інтуїції.

Основні труднощі, з котрими доводиться стикатися при вирішенні проблеми виявлення індивідуальних переваг за ризиком, полягають у нечіткості, суперечностях щодо даних про поведінку досліджуваного індивідуума в умовах невизначеності і за відсутності обґрунтованих припущень щодо конкретних закономірностей його поведінки, у постійних змінах, що робить практично малоефективними (неадекватними) спроби побудови функцій корисності.

Дедалі частіше з'являються наукові праці, що пропонують використовувати штучний інтелект і комп'ютерні системи для моделювання індивідуальних переваг. Серед інструментів штучного інтелекту дедалі більшого визнання і застосування дістали нейронні мережі (*neural networks*), побудовані за аналогією будови мозку [233]. Особливістю цих мереж є спроможність раціонального розв'язання проблем, котрі важко піддаються алгоритмізації за відсутності вичерпної інформації та за великих «шумів» (випадкових збурень) даних. Нейронна мережа — це сукупність обчислювальних алгоритмів (нейронів), що розподілені по кількох шарах, і пов'язаних один з одним певними зв'язками (синапсами), котрим надаються додатні чи від'ємні вагові коефіцієнти. Окрім вхідного і вихідного шарів, між ними можуть знаходитися внутрішні шари, зворотні зв'язки згідно із заданою топологією мережі. Модифікація вагових коефіцієнтів складає процес навчання нейромережі, який зводиться до побудови розділяючої поверхні в просторі компонент вхідного вектора.

Прийняття рішення в такому випадку розуміється як визначення належності даної точки (вхідного вектора) до кластера, обмеженого розділяючою поверхнею. Достовірність розв'язку пропорційна відстані точки до границі кластера. При навчанні й тестуванні деяких парадигм нейронних мереж похибка поширюється в зворотному напрямі по мережі, і таким чином відбувається коригування вагових коефіцієнтів, що запобігає повторній появі такої похибки. Для мереж оберненого поширення існує регулярна процедура їх навчання. Існує думка, що мережі оберненого поширення краще за інші узагальнюють факти. Обробляючи набори різноманітних даних для навчання розпізнаванню об'єктів, нейронна мережа таким способом намагається виокремити їх категорії [233].

Основні переваги нейронних мереж: здатність навчатися на множині прикладів у тих випадках, коли невідомі закономірності розвитку ситуації і залежності між вхідними й вихідними даними, коли пасують як традиційні математичні методи, так й експертні системи; спроможність раціонально розв'язувати завдання, спираючись на невичерпну, викривлену, зашумлену та внутрішньо суперечливу вхідну інформацію; легкість в експлуатації навчених мереж; зручний доступ нейромережних пакетів прикладних програм до баз даних, електронної пошти тощо, що дозволяє автоматизувати процес введення та первинної обробки даних.

Усе це, очевидно, свідчить про ефективність використання апарату нейронних мереж для імітаційного моделювання індивідуальних переваг за ризиком.

Процес моделювання індивідуальних переваг за ризиком за допомогою нейронних мереж зворотного (оберненого) поширення складається з таких основних етапів [233], які можна подати на концептуальному рівні.

1. *Проведення ділової гри респондента* (особи, що приймає рішення) з використанням комп'ютера, в ході якої послідовно реалізуються різні сценарії, що відображають ситуацію невизначеності, вимагають здійснити оцінювання чи прийняти рішення. Тут важливо домогтися відповідності імітованих подій мотиваціям і досягнення необхідної складності сценаріїв гри. Важливою є вимога до прояву переваг — адекватні ігрові ходи, доступні учасникам. Необхідно також врахувати наочність ситуацій, ясність інструкцій та можливість вибору.

2. *Створення файлів прикладів для навчання і тестування нейронної мережі*. Такі, що фіксуються в пам'яті комп'ютера, параметри ситуацій і ходів гравця являють собою відповідно вхідні й вихідні дані прикладів для навчання нейронної мережі. Кількість прикладів, що дорівнює кількості ходів гравця, повинна бути достатньою для навчання нейронної мережі та одночасно не надто великою. Для тестування мережі виокремлюється також деяка кількість прикладів.

3. *Побудова нейронної мережі зворотного поширення* похибки з кількістю нейронів вхідного шару, що відповідає кількості ключових параметрів ігрової ситуації та кількістю нейронів вихідного шару, що відповідає кількості параметрів ходу гравця, а також певною кількістю нейронів прихованого (проміжного) шару, призначених для формування внутрішніх зв'язків нейронної мережі та поданню уявлень щодо ситуацій невизначеності, які відповідають індивідуальним пріоритетам (перевагам) учас-

ників у тій мірі, в якій ці пріоритети (переваги) залежать від параметрів ситуації й проявляються в діях гравця.

4. *Навчання та тестування нейронної мережі з доббором раціональної (у розумінні якості навчання) кількості прихованих нейронів (та їх шарів) і можливим виключенням несуттєвих параметрів і зв'язків.* Під час навчання задається відносно високий рівень точності (толерантності), який знижується до раціонального (прийнятного) значення в процесі тестування мережі.

5. *Використання навченої нейронної мережі для імітації індивідуальних переваг (пріоритетів) за ризиком, а також аналіз та інтерпретація зв'язків і внутрішніх уявлень, що виникають у нейромережі, з виокремленням суттєвих та несуттєвих чинників.*

4.4.2. Проблема узгодження пріоритетів (переваг) за ризиком

Проблема узгодження пріоритетів за ризиком — одна з актуальних в теорії управління ризиком. Вона полягає в побудові правила колективного прийняття рішень з урахуванням пріоритетів за ризиком різних учасників. Ця проблема (узгодження інтересів) плідно вивчається, зокрема, теорією гри. Останньою запропоновано низку підходів і критеріїв щодо розв'язання задач у ситуаціях невизначеності, конфлікту та породженого ними ризику (критерії Вальда, Севіджа, розв'язки Неша тощо). Запропонована велика кількість критеріїв ефективності, що відіграють роль правила колективного вибору: ефективність за Паретто, ефективність за Колдора-Хіксом, подвійний критерій Ситовські тощо.

Наголосимо, що узгодженість оцінок і пріоритетів має специфічні особливості в умовах невизначеності. По-перше, учасники наділені різною схильністю (несхильністю) до ризику. По-друге, учасники по-різному оцінюють ступінь ризику в одній і тій самій ситуації (різні суб'єктивні ймовірності). По-третє, апостеріорні оцінки прийнятих рішень і конфліктів відрізняються від апіорних оцінок. По-чверте, місце булевої логіки займає нечітка логіка, що допускає судження з різним ступенем упевненості стосовно їх істинності.

Існує думка щодо доцільності розбудови та використання нейронних мереж теорії адаптивного резонансу для узгодження пріоритетів (переваг) за ризиком. Основи теорії адаптивного резонансу (*ART-Adaptive Resonance Theory*) були закладені С. Гросбергом у 1976 р. Однією з моделей є ART-1 — модель нейромережі, що реалізує основні принципи теорії адаптивного

резонансу. Ця мережа складається з двох шарів нейронів F_1 та F_2 . Вхідна інформація (в бінарному вигляді) подається на шар F_1 . Нейрони цього шару збуджуються (перетворюють вхід за деякими формулами з постійними параметрами) і залежно від показників збудженого стану порогова функція вказує вихідне значення кожного нейрона, що передається за прямими зв'язками на вхід нейронного шару F_2 . Разом з тим на вхід кожного нейрона шару F_2 надходить зважена ваговими коефіцієнтами зв'язків сума відповідних вихідних значень нейронів шару F_1 . Після збудження нейронного шару F_2 визначається нейрон-«переможець», що має максимальне значення збудженого стану. Його вихідне значення передається по зворотних зв'язках нейронам шару F_1 . Зважене ваговими коефіцієнтами зворотних зв'язків, воно перетворюється на збуджені стани нейронів шару F_1 , порогова функція вказує вихідні значення цих нейронів — вихід нейронної мережі.

Нейромережа самонавчається на навчальних прикладах упродовж кількох циклів через зміну вагових коефіцієнтів зв'язків залежно від ступеня досягнення певного рівня відповідності. У результаті навчання встановлюється резонанс, коли для пари векторів значень за подачі на вхід нейромережі одного вектора, другий буде виходом, і навпаки. Самонавчання нейромережі полягає в підборі вагових коефіцієнтів нейронів, що забезпечують резонанс, тобто представництво інтересів, які не збігаються.

Наголосимо, що нейрони в даному контексті не наділені якимись особливими властивостями, окрім порогової функції. Це лише елементи нейромережі, тому їх можна і треба замінити відповідними комп'ютерними моделями.

Оскільки в умовах невизначеності природним є використання нечіткої логіки, учаснику необхідно надати можливість розподіляти свої судження згідно з його нечіткими (вербальними) пріоритетами. Це можливо реалізувати за допомогою відповідним чином побудованого вхідного шару нейронної мережі для подання нечітких пріоритетів. Це не так важко здійснити, маючи відповідний програмно-методичний комплекс, що функціонує в інтерактивному режимі.

Звичайно ж, задача непроста і вимагає побудови тріади «модель—алгоритм—програма».

РОЗДІЛ 5

ТЕОРЕТИКО-ІГРОВИЙ ПІДХІД ДО МОДЕЛЮВАННЯ РИЗИКУ

5.1. ТЕОРЕТИКО-ІГРОВА МОДЕЛЬ

Правила прийняття рішень за умов невизначеності, конфліктності і зумовленого ними ризику базуються на різних концепціях. Найвідомішою, достатньо дослідженою й широко застосовуваною в теорії і на практиці є концепція теорії гри і статистичних рішень.

Теорія гри — це розділ сучасної математики, в якому вивчаються математичні моделі прийняття рішень за умов невизначеності, конфліктності, тобто в ситуаціях, коли інтереси сторін (гравців) або протилежні (у випадку антагоністичних ігор) або не збігаються, хоча й не є протилежними (у випадку ігор з непроти-лежними інтересами).

Засновниками теорії гри є американські вчені *Джон (Януш) фон Нейман* (1903—1957), угорець за походженням, та *Оскар Моргенштерн* (1902—1977), австрієць за походженням. У другій половині 40-х років XX ст. вони спробували за допомогою математики описати характерні для ринкової економіки явища конкуренції як деяку гру.

Гра — це формалізований опис (модель) конфліктної ситуації, що містить чітко визначені правила дій її учасників, які намагаються отримати певну перемогу через вибір конкретної (в певному розумінні найкращої) стратегії поведінки. Суб'єкт прийняття рішення (СПР) називається *гравцем*, а цільова функція — *платіжною функцією*. У грі можуть брати участь кілька гравців, причому деякі з них можуть вступати між собою в постійні або тимчасові коаліції (спілки). У разі утворення коаліцій гра має назву коаліційної. Гра двох осіб називається парною.

Кожен гравець приймає такі рішення, тобто вибирає таку стратегію поведінки, щоб максимізувати свій виграш або мінізувати програш. При цьому він не знає, яких стратегій дотримуватимуться решта гравців. Таким чином, кожен гравець приймає

свої рішення за невизначеності, а результат обраної ним стратегії залежить від поведінки всіх учасників гри.

Питанням оптимальності функціонування і розвитку економічних систем за умов невизначеності, конфлікту та породженого ними ризику присвячена велика кількість наукових праць [7, 8, 27, 41, 46, 51—53, 58, 62, 64, 70, 76, 78, 87, 80—83, 93—94, 101, 106, 110, 113, 119, 158, 171, 194, 240, 244, 247—250, 270, 277, 284, 299, 302]. Це зумовлено різноманітністю проявів чинників невизначеності та конфлікту в реальних процесах та явищах.

Для дослідження статистичних моделей за умов невизначеності, конфліктності та породженого ними ризику використовують схему гри з економічним середовищем, складовими якої є:

1) *перший гравець* — суб'єкт управління (СПР), вибір стратегії поведінки якого базується на множині $S = (s_1, s_2, \dots, s_m)$ взаємовиключаючих рішень (чистих стратегій), одне з яких йому необхідно прийняти;

2) *другий гравець* — економічне середовище, яке може перебувати в одному з n взаємовиключаючих станів θ_j , що утворюють множину сценаріїв $\Theta = (\theta_1, \dots, \theta_n)$, один з яких обов'язково настане;

3) відсутність у СПР апіорної інформації про те, в якому зі своїх станів перебуватиме економічне середовище (яке рішення прийме другий гравець);

4) точне знання СПР функціоналу оцінювання (матриці) $F = (f_{kj} : k = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n)$, елемент якого f_{kj} є кількісною оцінкою ефективності результату у разі вибору ним стратегії s_k при реалізації стану економічного середовища θ_j ($k = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$).

Запропонована схема моделювання процесу прийняття раціонального рішення припускає таку інтерпретацію: другий гравець парної гри замінюється випадковим вибором або неусвідомлено приймаючим свої рішення економічним середовищем, а сама ситуація прийняття рішення характеризується функціоналом оцінювання F , який називають також *матрицею гри*, або *платіжною матрицею*.

Формально ситуація прийняття рішення згідно із теоретико-ігровою концепцією описується трійкою множин: $\{S; \Theta; F\}$.

Цікавою з практичного погляду є змішана ігрова модель, коли множина стратегій суб'єкта керування S є дискретною і може набувати скінченної кількості варіантів, а множина станів економічного середовища Θ — неперервною. У такому разі ситуація прийняття рішень характеризується сукупністю функцій:

$$F' = (f(s_k; \theta) = f_k(\theta) : \theta \in \Theta; s_k \in S, k = 1, \dots, m) = (f_1(\theta); \dots, f_m(\theta)).$$

Доречно виокремити *творчу* і *формальну складові* щодо побудови теоретико-ігрової моделі. Основні етапи творчої складової такі:

- формування множин рішень першого і другого гравців, тобто перелік чистих стратегій СПР і станів економічного середовища;
- визначення та формалізація основних показників ефективності й корисності, побудова платіжної матриці F ;
- визначення (ідентифікація) наявної інформаційної ситуації, яка характеризує поведінку економічного середовища;
- вибір критерію прийняття рішення з множини критеріїв, що є характерними для ідентифікованої інформаційної ситуації;
- прийняття згідно з обраним критерієм рішення серед чистих або змішаних стратегій, якщо використання останніх є можливим.

Окрім творчої складової, процес прийняття рішення за умов невизначеності, конфліктності та зумовленого ними ризику вимагає досконалого володіння формальною складовою. Суть останньої полягає у застосуванні математичного апарату та виконанні розрахунків показників ефективності, на основі яких будується функціонал оцінювання F , а також розрахунків щодо пошуку оптимальної (раціональної) стратегії або множини оптимальних (раціональних) стратегій згідно з обраним критерієм оптимальності.

5.1.1. Класифікація інформаційних ситуацій

Під *інформаційною ситуацією* (ІС) розуміють певний ступінь градації невизначеності щодо перебування економічного середовища в одному зі своїх можливих станів у момент прийняття суб'єктом управління (гравцем) рішення.

Класифікатор інформаційних ситуацій, що характеризують поведінку економічного середовища при «виборі» свого стану в процесі прийняття рішення (він може бути деталізованим і розширеним), можна побудувати таким чином:

I_1 — *перша ІС* — характеризується (згідно з висунутими гіпотезами) заданим розподілом апріорних імовірностей станів економічного середовища, тобто вважається, що відомі компоненти вектора $Q = (q_1, q_2, \dots, q_n)$, де q_j — ймовірність реалізації j -го сценарію ($j = 1, \dots, n$). З погляду теорії ймовірності повинні виконуватись такі умови:

$$\sum_{j=1}^n q_j = 1; \quad (5.1)$$

$$q_j > 0, j = 1, \dots, n; \quad (5.2)$$

I_2 — друга ІС — характеризується заданим розподілом апіорних ймовірностей різних станів економічного середовища з точністю до невідомих параметрів, що характеризують цей закон розподілу, і при цьому виконуються співвідношення (5.1) та (5.2);

I_3 — третя ІС — характеризується деякою сукупністю обмежень щодо ймовірностей q_j ($j = 1, \dots, n$) станів економічного середовища, у т. ч. співвідношеннями (5.1) та (5.2);

I_4 — четверта ІС — характеризується, з одного боку, невідомим розподілом апіорних ймовірностей різних станів економічного середовища за умови, що невідомі ймовірності сценаріїв q_j ($j = 1, \dots, n$) задовольняють співвідношення (5.1) та (5.2), а з іншого боку, — відсутністю активної протидії економічного середовища цілям суб'єкта управління;

I_5 — п'ята ІС — характеризується абсолютно протилежними інтересами СПР та економічного середовища (або неохайністю суб'єкта прийняття рішень до ризику, прагненням уникнути ризику), тобто має місце конфлікт між ними. При цьому економічне середовище є активним і являє собою зловмисного противника гравцю. У даному випадку статистична гра стає за своєю суттю парною матричною грою з нульовою сумою (грою двох учасників з антагоністичними інтересами);

I_6 — шоста ІС — характеризується як проміжна між I_1 та I_5 при виборі економічним середовищем своїх станів, коли одночасно з наявністю певної інформації щодо розподілу Q апіорних ймовірностей q_j ($j = 1, \dots, n$) економічне середовище не є пасивним. При цьому існуючі протиріччя між інтересами СПР та економічним середовищем не обов'язково мають повністю антагоністичний характер;

I_7 — сьома ІС — характеризується нечіткою (розпливчастою) множиною станів економічного середовища.

Слід звернути увагу на те, що в дійсності множину всіх можливих сценаріїв (станів економічного середовища) практично неможливо побудувати, а тому рівність (5.1) необхідно було би замінити нерівністю:

$$\sum_{j=1}^n q_j \leq 1.$$

Але наявність наведеної умови (нерівності) пов'язана з певними ускладненнями використання апарату теорії ігор. Окрім того, більшість методів оцінювання ймовірностей q_j ($j = 1, \dots, n$) сценаріїв забезпечують виконання рівності (5.1). Взагалі це — тема окремих досліджень.

Вищевикреслені типи інформаційних ситуацій є глобальними характеристиками рівнів невизначеності та ступеня ризику щодо вибору економічним середовищем своїх станів. Зауважимо також, що кожній інформаційній ситуації відповідає також свій набір критеріїв прийняття рішення.

Під *критерієм прийняття рішення* розуміють певний показник економічної ефективності й алгоритм, який дозволяє з множини рішень $S = (s_1, s_2, \dots, s_m)$ для фіксованого функціонала оцінювання F у полі конкретної інформаційної ситуації вибрати єдине оптимальне рішення $s_{k_0} \in S$ (чи множину оптимальних рішень $S^* \subset S$, якщо їх кілька) відповідно до цього економічного показника.

У випадку існування множини $S^* \subset S$ рішення, що її складають, називаються *еквівалентними згідно з обраним критерієм оптимальності*. Пошук оптимальних рішень часто пов'язаний з використанням багатокритеріальних та багатоцільових методів і моделей.

5.1.2. Інгрєдієнт функціонала оцінювання. Функція ризику

Вибір того чи іншого економічного показника (функціонала оцінювання) залежить від цілей і завдань управління та планування. У низці праць [27, 46, 52, 57, 81, 83, 101, 106, 119, 158, 171, 270] детально характеризується категорія функціонала оцінювання, однією з найважливіших характеристик якого є його інгрєдієнт.

Вважається, що економічний показник (чи його характеристика) має *позитивний інгрєдієнт*, якщо при прийнятті рішення суб'єкт управління орієнтується на його максимальне значення. Формально факт прийняття рішення на основі аналізу функціонала оцінювання F , що має позитивний інгрєдієнт, відображає рівність: $F^+ = F^-$. Якщо при прийнятті рішення суб'єкт управління орієнтується на мінімальне значення економічного показника, то вважається, що цей показник має *негативний інгрєдієнт*. У такому разі щодо функціонала оцінювання пишуть, що $F = F^-$.

Визначення функціонала оцінювання (платіжної матриці) у формі $F^+ = F^-$, як правило, використовують для оптимізації таких категорій, як виграш, корисність, ефективність, прибуток, надійність, імовірність удачі (імовірність досягнення поставленої цілі) тощо. У формі $F = F^-$ платіжна матриця застосовується для оптимізації категорій програш, затрати, збитки, ризик, імовірність невдачі тощо.

Функція ризику визначається як лінійне перетворення елементів функціонала оцінювання $F = \{f_{kj}\}$ до відносних одиниць вимірювання. Елементи матриці ризику $Z = \{z_{kj}\}$ знаходять за однією з двох формул:

1) якщо $F = F^+$, то

$$z_{kj}^- = \beta_j^{\max} - f_{kj}^-, \quad k = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, n,$$

де $\beta_j^{\max} = \max_{x_k \in X} f_{kj}^+$;

2) якщо $F = F^-$, то

$$z_{kj} = f_{kj}^- - \beta_j^{\min}, \quad k = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, n,$$

де $\beta_j^{\min} = \min_{x_k \in X} f_{kj}^-$.

Очевидно, що матриця ризику має негативний інгредієнт:

$$Z = Z^- = \{z_{kj}^-\}.$$

Таким чином, величина елемента z_{kj} вказує на збитки (невикористані можливості), які може отримати СПР у разі вибору ним k -ї стратегії s_k в умовах j -го стану економічного середовища θ_j , порівняно з результатом, який отримав би СПР при виборі найвигіднішої для нього стратегії в умовах цього ж стану θ_j . Тобто матриця ризику показує, на скільки вигідно реалізуються вибраною чистою стратегією існуючі можливості досягнення успіху за наявності ризику. Тому матрицю ризику називають також *матрицею невикористаних можливостей*.

5.1.3. Зведення економічних колізій до ігрових задач

Перші два етапи творчої складової процесу прийняття рішення (див. п. 5.1) складають основу ігрової моделі. Відомо багато прикладів успішного застосування ігрової моделі як у сфері виробничої діяльності, так і на макроекономічному рівні.

Для простоти викладу вивчатимемо гру двох гравців з нульовою сумою. Як уже зазначалось, *гра* — це сукупність правил, що описують сутність конфліктної ситуації та встановлюють:

- вибір способу дій гравців на кожному етапі гри;
- обсяг необхідної інформації, якою володіє кожен гравець у момент вибору свого способу дії;
- плату кожного гравця після завершення будь-якого етапу гри.

Чистою стратегією гравця називається сукупність рекомендацій щодо ведення гри від початку до її завершення.

Гра називається *скінченною*, якщо в кожного гравця є скінченна кількість стратегій. У протилежному випадку гра є нескінченною.

Нехай гра є скінченною, а результати рішень, що можуть прийматись гравцями, можливо виразити в грошовому еквіваленті або за допомогою інших цінностей, які збирається вигравати (придбавати) кожен гравець. Тобто для кожної комбінації вибраних гравцями чистих стратегій існує відповідна величина платежу. У разі парної гри ці платежі зручно подавати у вигляді платіжної матриці. Розв'язання гри полягає в знаходженні чистих стратегій для кожного гравця, які б максимізували виграш переможця та одночасно мінімізували б програш переможеного.

Однією із задач теорії гри є виявлення можливості певної рівноваги, що називається *компромісом*, яка найбільшою мірою задовольняє всіх учасників. Досить досконалою в плані пошуку компромісного рішення слід визнати теорію гри двох осіб з нульовою сумою, тобто такої парної гри, в якій виграш першого гравця завжди збігається з величиною програшу другого. В таких іграх, аналізуючи платіжну матрицю виграшів першого гравця, іноді можна знайти оптимальні чисті стратегії обох гравців.

Нехай відома матриця платежів $F = \{f_{kj} : k = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n\}$ парної гри з нульовою сумою, де елемент платіжної матриці f_{kj} — це виграш першого гравця, тобто сума, яку йому платить другий гравець (програш другого гравця) у випадку використання першим гравцем своєї чистої стратегії $s_k \in S$, а другим гравцем — своєї чистої стратегії $\theta_j \in \Theta$ ($k = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$).

Розв'язати гру — це означає знайти оптимальну стратегію для кожного гравця. *Оптимальною стратегією гравця* називається така стратегія, яка за багаторазового повтору гри забезпечує гравцеві максимально можливий середній виграш (або мінімально можливий середній програш). Для знаходження цієї пари стратегій використовують «принцип мінімакса», сутністю якого є міркування, що супротивник зробить усе для того, щоб перешкодити досягненню своєї цілі супротивником. Стратегію першого (другого) гравця називають оптимальною, якщо за її багаторазового застосування виграш (програш) першого (другого) гравця не зменшується (не збільшується), які б стратегії не застосовував супротивник.

Для першого гравця $F = F^+$, тому платіжну матрицю виграшів він аналізує з позиції максимізації гарантованого виграшу, а са-

ме: для кожної своєї чистої стратегії s_k ($k = 1, \dots, m$) він визначає мінімальне значення виграшу:

$$a_k^+ = \min_{\theta_j \in \Theta} f_{kj}^+, \quad k = 1, \dots, m,$$

і знаходить чисту стратегію s_{k_0} , для якої

$$a_{k_0}^+ = a^+ = \max_{s_k \in S} a_k^+ = \max_{s_k \in S} \min_{\theta_j \in \Theta} f_{kj}^+.$$

Число a^+ називається *нижньою ціною гри*, або *максиміном*, а відповідна чиста стратегія s_{k_0} першого гравця називається *максимінною*.

Другий гравець ставить за мету мінімізацію свого гарантованого програшу. Для нього $I' = I'$, а тому для кожної чистої стратегії θ_j він визначає величину максимального програшу:

$$\beta_j^- = \max_{s_k \in S} f_{kj}^-, \quad j = 1, \dots, n,$$

а потім знаходить таку чисту стратегію θ_{j_0} , що

$$\beta_{j_0}^- = \beta^- = \min_{\theta_j \in \Theta} \beta_j^- = \min_{\theta_j \in \Theta} \max_{s_k \in S} f_{kj}^-.$$

Число β^- називається *верхньою ціною гри*, або *мінімаксом*, а відповідна чиста стратегія θ_{j_0} другого гравця називається *мінімаксною*.

Часто найбільш «обережні» СПР називають максимінну та мінімаксну чисті стратегії загальним терміном «мінімаксні стратегії». Мінімаксні чисті стратегії s_{k_0} та θ_{j_0} є стійкими, тобто утворюють оптимальну пару стратегій у тому разі, коли нижня ціна гри дорівнює верхній. Тоді платіжна матриця F містить елемент f_{k_0, j_0} , що задовольняє умові:

$$f_{k_0, j_0} = a^- = \beta^-$$

(цей елемент є мінімальним у k_0 -му рядку та максимальним у j_0 -му стовпчику). Елемент f_{k_0, j_0} називається *сідловою точкою матриці F* , величина

$$V^* = a^+ = \beta^- = f_{k_0, j_0} \quad (5.3)$$

чистою ціною гри, а сама гра — *грою із сідловою точкою*.

Таким чином, якщо гра має сідлову точку, то чисті стратегії s_{k_0} та θ_{j_0} є оптимальними і тоді сукупність стратегії s_{k_0} , θ_{j_0} та ціна гри $V^* = \alpha^- = \beta^-$ утворюють *розв'язок гри*. Розв'язок гри має таку властивість: якщо один з гравців дотримується своєї оптимальної стратегії, то відхилитися від своєї оптимальної стратегії для другого гравця не вигідно.

У загальному випадку значення ціни гри задовольняє умову:

$$\alpha^+ \leq V \leq \beta^- ,$$

що має місце у випадках, коли гра не має сідлової точки, а міні-максні чисті стратегії — неоптимальні. Це означає, що відшукування розв'язку гри у чистих стратегіях стає неможливим і кожна із сторін може поліпшити свій стан багаторазовим випадковим вибором своїх певних чистих стратегій з деяких підмножин (що належать множинам альтернативних чистих стратегій). Такі стратегії називаються *змішаними*.

Нехай $P = (p_1, \dots, p_m)$ — розподіл імовірності щодо вибору чистих стратегій першим гравцем при побудові своєї змішаної стратегії, яку надалі позначатимемо через s_P . Тут p_k — ймовірність вибору першим гравцем чистої стратегії s_k і при цьому $\sum_{k=1}^m p_k = 1$, $p_k \geq 0$, $k = 1, \dots, m$. Аналогічно для другого гравця змішану стратегію позначимо через θ_Q , де $Q = (q_1, \dots, q_n)$, а q_j — ймовірність вибору другим гравцем чистої стратегії θ_j за умови, що $\sum_{j=1}^n q_j = 1$, $q_j \geq 0$, $j = 1, \dots, n$.

Серед змішаних стратегій першого та другого гравців відшукаємо оптимальні і позначимо їх через s_{P^*} та θ_{Q^*} відповідно. Тоді у загальному випадку оптимальним розв'язком гри буде сукупність $(s_{P^*}; \theta_{Q^*})$.

Якщо перший гравець вибрав змішану стратегію s_P , $P = (p_1, \dots, p_m)$, а другий — змішану стратегію θ_Q , $Q = (q_1, \dots, q_n)$, то сподіваний виграш першого гравця (програш другого гравця) становить величину:

$$V = \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n f_{kj} p_k q_j . \quad (5.4)$$

Методи пошуку оптимальних розв'язків гри базуються на таких положеннях:

1) кожна скінченна гра двох осіб з нульовою сумою має принаймні один (оптимальний) розв'язок, можливо у змішаних стратегіях;

2) якщо один з гравців застосовує свою оптимальну змішану стратегію, то його виграш дорівнює ціні гри незалежно від того, з якими ймовірностями (відносними частотами) другий гравець використовуватиме стратегії, що увійшли в його оптимальну змішану стратегію.

Ці положення у вигляді теореми були сформульовані Джоном фон Нейманом та Оскаром Моргенштерном. Ними була доведена [194] так звана основна теорема теорії гри (теорема про міні-макс). Згідно з цією теоремою:

$$\min_{P \in \Delta_P} \max_{Q \in \Delta_Q} \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n f_{kj} p_k q_j = V^*, \quad (5.5)$$

де

$$\Delta_P = \{P = (p_1, \dots, p_m) : \sum p_k = 1, p_k \geq 0, k = 1, \dots, m\}; \quad (5.6)$$

$$\Delta_Q = \{Q = (q_1, \dots, q_n) : \sum q_j = 1, q_j \geq 0, j = 1, \dots, n\}; \quad (5.7)$$

$$V^* = \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n f_{kj} p_k^* q_j^*; \quad (5.8)$$

$$\sum_{k=1}^m p_k^* = 1; p_k^* \geq 0; k = 1, 2, \dots, m; \quad (5.9)$$

$$\sum_{j=1}^n q_j^* = 1; q_j^* \geq 0; j = 1, 2, \dots, n; \quad (5.10)$$

при цьому

$$\sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n f_{kj} p_k q_j^* \leq V^* \leq \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n f_{kj} p_k^* q_j. \quad (5.11)$$

У [194] показано, що ціна гри має верхню та нижню межі, а саме:

$$\alpha^- \leq V^* \leq \beta^-.$$

Як бачимо з наведених результатів, значення ціни гри V^* задає середньозважений виграш першого гравця (або середньозважений програш другого гравця) при багаторазовому застосуванні оптимальних змішаних стратегій s_{P^*} та θ_{Q^*} гравців. Із співвід-

ношення (5.11) впливає, що для пари стратегій s_{p^*} та θ_{q^*} влас-
тине таке: *при багаторазовому їх застосуванні виграш першого
гравця не зменшується, а програш другого гравця не збільшуєть-
ся, які б власні стратегії не застосував супротивник.*

Підсумуємо:

1) розв'язати скінченну гру з нульовою сумою — це значить
знайти оптимальні чисті стратегії гравців, якщо гра має сідлову
точку; або ж знайти оптимальні змішані стратегії гравців s_{p^*} та
 θ_{q^*} , а точніше — вектори $P^* = (p_1^*, p_2^*, \dots, p_m^*)$ та $Q^* = (q_1^*, q_2^*, \dots, q_n^*)$,
що задовільняють теорему про мінімакс, тобто умовам (5.5)—
(5.11), а також отримати ціну гри;

2) будь-яка парна матрична гра має розв'язок, якщо допуска-
ється використання змішаних стратегій;

3) гра без сідлової точки ($\alpha' < \beta$) має розв'язок, можливо, не
єдиний, якщо хоча б один з гравців використовує оптимальну
змішану стратегію.

Таким чином, загальноприйняте поняття оптимальності роз-
ширюється за рахунок включення таких важливих елементів, як,
наприклад, компромісне рішення, що задовольняє різні сторони
конфлікту. Ця та інші особливості теорії гри дозволяють викори-
стовувати її методи для розв'язування різноманітних задач, що
виникають в економічній науці та практиці. Дуже часто ці задачі
допускають використання інших (неігрових) методів і моделей.

5.2. МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОГО РИЗИКУ. КОНЦЕПЦІЯ ТЕОРІЇ ГРИ

Здійснюючи оцінювання, приймаючи рішення в умовах ризи-
ку, що зумовлений невизначеністю, розпливчастістю, конфлікт-
ністю, відсутністю повної (числової) інформації, неможливо пов-
ністю уникнути певного суб'єктивізму. Тому прийняття опти-
мальних (раціональних) економічних рішень повинно
здійснюватись за умов мінімального рівня суб'єктивізму і раціо-
нального (прийнятного) рівня ризику.

Якісний та кількісний аналіз ризику, кількісна оцінка його
ступеня є передумовами, що збільшують можливості отримання
оптимального (раціонального) рішення, використовуючи при
цьому вдало побудовані, адекватні економіко-математичні моде-
лі, методи математичного аналізу, в тому числі математичний
апарат теорії гри.

Згідно з концепцією теорії ігор визначаються основні елементи теоретико-ігрових моделей прийняття рішень за умов невизначеності, конфліктності та зумовленого ним ризику [26, 46, 52, 81, 83, 158, 171, 270].

Як зазначалось у п. 5.1, правила поведінки суб'єкта прийняття рішень (гравця) — критерії вибору СПР своєї оптимальної стратегії — формуються на основі функціонала оцінювання (матриці платежів) статистичної гри:

$$F = (f_{kj} : k = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n) = \begin{pmatrix} f_{11} & f_{12} & \dots & f_{1n} \\ f_{21} & f_{22} & \dots & f_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_{m1} & f_{m2} & \dots & f_{mn} \end{pmatrix},$$

де f_{kj} — міра ефективності використання СПР своєї k -ї чистої стратегії s_k , коли «природа» (економічне середовище) перебуває у своєму j -му можливому стані ($k = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$). Як і раніше, ймовірність реалізації j -го стану економічного середовища позначатимемо через q_j , де $\sum_{j=1}^n q_j = 1$, $q_j \geq 0$, $j = 1, \dots, n$.

Надалі вважатимемо, що k -й рядок матриці платежів F визначає дискретну випадкову величину (ВВ) F_k (вектор оцінювання), що має такий закон розподілу:

F_k	f_{k1}	f_{k2}	$\dots$	f_{kn}
Q	q_1	q_2	$\dots$	q_n

Тобто вектор оцінювання F_k характеризується використанням СПР своєї k -ї чистої стратегії. У свою чергу, стовпчики матриці платежів F складають значення оцінок ефективності всіх чистих стратегій СПР за реалізації відповідного сценарію, а тому вважатимемо, що j -й стовпчик F_{θ_j} функціонала оцінювання F характеризує «використання» економічним середовищем (другим гравцем) свого j -го стану θ_j (j -ї чистої стратегії).

Отже, СПР може застосовувати не тільки свої чисті стратегії s_k ($k = 1, \dots, m$): при виконанні певних умов можливе використання змішаної стратегії s_P , де $P = (p_1, \dots, p_m)$, $\sum_{k=1}^m p_k = 1$, $p_k \geq 0$, p_k — ймовірність використання СПР своєї k -ї чистої стратегії s_k згідно із заданою змішаною стратегією s_P . Можна вважати, що, задаючи

розподіл імовірностей Q , другий гравець, по суті, визначає свою змішану стратегію θ_Q , де $Q = (q_1, \dots, q_n)$, $\sum_{j=1}^n q_j = 1$, q_j — імовірність «використання» другим гравцем своєї чистої стратегії θ_j згідно із заданою змішаною стратегією θ_Q . Оскільки вектор $Q = (q_1, \dots, q_n)$ залишається незмінним, другий гравець у статистичній грі є пасивним при виборі своїх чистих стратегій, що відповідають альтернативним станам економічного середовища.

Розв'язання статистичної гри у змішаних стратегіях дещо відрізняється від розв'язання парної матричної гри з нульовою сумою (див. п. 5.1.3 або детальніше в [194, 236]).

При виборі СПР оптимального рішення (оптимальної чистої стратегії s_{k_0} чи оптимальної змішаної стратегії s_{P^*} , де $P^* = (p_1^*, \dots, p_m^*)$, $\sum_{k=1}^m p_k^* = 1$, $p_k^* \geq 0$, $k = 1, \dots, m$) або множини еквівалентних оптимальних рішень можуть використовуватись різні критерії прийняття рішень у полі основних інформаційних ситуацій. Сформулюємо деякі критерії у традиційній формі, коли на їх основі статистична гра розв'язується у чистих стратегіях.

5.2.1. Прийняття рішень при заданому розподілі ймовірності

Як уже зазначалось раніше, I_1 — перша інформаційна ситуація (ІС) має місце у випадку заданого апіорного розподілу ймовірності сценаріїв, тобто коли відомі компоненти вектора $Q = (q_1, \dots, q_n)$, де q_j — ймовірність реалізації j -го сценарію, і при цьому:

$$\sum_{j=1}^n q_j = 1, \quad q_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n. \quad (5.12)$$

Ця ситуація є поширеною в більшості практичних задач прийняття рішень за умов ризику. При цьому ефективно використовуються конструктивні методи теорії ймовірності та математичної статистики, особливо точкові статистичні оцінки.

Розглянемо деякі з основних критеріїв прийняття рішень у полі першої ІС.

Критерій Байєса та його модифікації

Сутність критерію Байєса полягає у порівнянні між собою математичних сподівань ВВ, що задаються векторами оцінювання F_k , які ідентифікують відповідні рішення (чисті стратегії).

Згідно з критерієм Байєса оптимальне рішення s_{k_0} (чи множина оптимальних рішень) у випадку, коли $I' = I'^+$, визначається умовою:

$$s_{k_0} : B^+(s_{k_0}; Q) = \max_{k=1, \dots, m} B^+(s_k; Q). \quad (5.13)$$

Величина

$$B^+(s_k; Q) = \sum_{j=1}^n q_j f_{kj}^+ = M(F_k^+) = m_k^+, \quad k = 1, \dots, m$$

називається байєсівською оцінкою рішення (чистої стратегії) s_k СПР.

Порядковий номер оптимального рішення (чистої стратегії) СПР визначається за допомогою функції:

$$k_0 = \arg \max_{k=1, \dots, m} B^+(s_k; Q).$$

Якщо функціонал оцінювання має негативний інгредієнт ($I' = I'^-$), тобто відображає ризики, збитки, непередбачені виплати тощо, то величину

$$B^-(s_k; Q) = \sum_{j=1}^n q_j f_{kj}^- = M(F_k^-) = m_k^-, \quad k = 1, \dots, m$$

називають байєсівським ризиком рішення (чистої стратегії) $s_k \in S$ СПР. Оптимальне рішення визначається умовою:

$$s_{k_0} : B^-(s_{k_0}; Q) = \min_{k=1, \dots, m} B^-(s_k; Q), \quad (5.14)$$

а його порядковий номер — функцією

$$k_0 = \arg \min_{k=1, \dots, m} B^-(s_k; Q).$$

При використанні критеріїв (5.13) чи (5.14) необхідно звернути увагу на таке *застереження*: рішення (чисту стратегію) можна вважати оптимальним лише в тому випадку, коли у СПР є підстави для того, щоб усі елементи функціонала оцінювання I' віднести до зони допустимого ризику. Якщо це не так, то використання критерію Байєса *некоректне*, оскільки він не враховує варіацію. У цьому випадку для прийняття рішень ризик доцільно розгляну-

* Символ «:» в математичних викладках є еквівалентом слів «для якого».

ти як векторну величину, компонентами якої є такі показники, як величина допустимого, критичного та катастрофічного ризику тощо.

Дослідження показують, що навіть у випадку *сприятливої* (щодо СПР) ситуації рішення, прийняте лише на основі критерію Байєса, неадекватне, тобто воно не враховує всі аспекти реальної ситуації. Тому оцінки, отримані згідно з цим критерієм, часто використовуються як складові більш складних критеріїв, що враховують розкид значень функціонала оцінювання на множині сценаріїв (це розглядатиметься далі). До останніх належить критерій, наведений у [80]:

$$s_{k_0} : U^+(s_{k_0}; Q; \lambda(\gamma)) = \max_{k=1, \dots, m} U^+(s_k; Q; \lambda(\gamma)),$$

де $U^-(s_k; Q; \lambda(\gamma)) = B^-(s_k; Q) - \lambda(\gamma) R_{yz}^-(s_k; Q)$; коефіцієнт $\lambda(\gamma) \geq 0$ і вибирається на основі заданого СПР рівня надійності $\gamma \in [0; 1]$; $R_{yz}(s_k; Q)$ — оцінка ризику (середньоквадратичне чи семіквадратичне відхилення).

Якщо від функціонала оцінювання $I' = I'^{-1}$ перейти до матриці невикористаних можливостей (матриці ризиків) $Z = Z'$, то вибір оптимального рішення (стратегії) можна здійснювати аналогічно. При цьому слід скористатись критерієм (5.14), де

$$B^-(s_k; Q) = \sum_{j=1}^n q_j z_{kj}^-.$$

Але, як це показано у [123], оптимальна чиста стратегія s_{k_0} , вибір якої ґрунтується на критерії Байєса з використанням матриці невикористаних можливостей Z , одночасно є оптимальною згідно з цим критерієм, якщо використовувати функціонал оцінювання I' . Цей факт ще раз підтверджує раніше зроблений висновок щодо неврахування ризику при використанні критерію Байєса.

Критерії мінливості (варіації) значень елементів функціонала оцінювання

Кожній чистій стратегії s_k СПР можна поставити у відповідність величину ризику у вигляді міри мінливості елементів f_{kj} вектора оцінювання F_k відносно центра групування елементів цього вектора.

Позначимо центр групування значень $BB F_k$ через $A_k = A(F_k, Q)$. Тоді, як уже зазначалось у розд. 3, як центр групування можна використовувати:

- а) математичне сподівання, тобто $A_k = B(F_k, Q) = B_k$;
- б) зважене середньгеометричне, тобто $A_k = G(F_k)$;
- в) моду, тобто $A_k = Mo(F_k)$;
- г) медіану, тобто $A_k = Me(F_k)$ тощо.

Центр групування можна визначити і для сукупності елементів f_{kj} ($k = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$), що є складовими функціонала оцінювання I^i (для сукупності $BB F_k, k = 1, \dots, m$). Якщо зазначений центр групування позначити через $A_F = A(F_1, \dots, F_m)$ (тобто центр групування є функцією від сукупності всіх елементів, що складають матрицю F), то для його визначення можна скористатися такими формулами:

а) $A = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m B_k$, тобто середньоарифметичне щодо оцінок Байєса чистих стратегій СПР;

б) $A_F^+ = \max_{k=1, \dots, m} A_k^+$, якщо $F = F^+$;

в) $A_F^- = \min_{k=1, \dots, m} A_k^-$, якщо $F = F^-$;

г) $A_F = V^*$, тобто ціну гри для парної гри з нульовою сумою, що визначається функціоналом оцінювання I^i , тощо.

В описаних ситуаціях оптимальну чисту стратегію можна вибирати, виходячи з умови мінімальної міри мінливості елементів векторів оцінювання відносно відповідних центрів групування:

$$s_{k_0} : D_A(s_{k_0}; Q) = \min_{k=1, \dots, m} D_A(s_k; Q).$$

При цьому порядковий номер оптимальної стратегії визначається функцією

$$k_0 = \arg \min_{k=1, \dots, m} D_A(s_k; Q),$$

а величина $D_A(s_k; Q)$, $k = 1, \dots, m$, обчислюється за формулою:

$$\begin{aligned} D_A(s_k; Q) &= \sum_{j=1}^n q_j (f_{kj} - A_k)^2 = \sum_{j=1}^n q_j (f_{kj} - B_k)^2 + (B_k - A_k)^2 = \\ &= D(s_k; Q) + (B_k - A_k)^2, \end{aligned}$$

або ж за використання центра групування всіх елементів функціонала оцінювання F — за формулою:

$$\tilde{D}(s_k; Q) = \sum_{j=1}^n q_j (f_{kj} - A_F)^2 = D(s_k; Q) + (B_k - A_F)^2.$$

Розглянемо окремо випадок, коли як центр групування елементів для k -ї чистої стратегії обирається математичне сподівання, тобто $A_k = B_k = M(F_k)$. Міру мінливості оцінюють за допомогою дисперсії:

$$D(F_k; Q) = \sigma_k^2 = \sum_{j=1}^n q_j (f_{kj} - B_k)^2, \quad k = 1, \dots, m.$$

Згідно з критерієм мінімальної дисперсії (мінімальної мінливості) оптимальна чиста стратегія s_{k_0} СПР знаходиться згідно з умовою:

$$s_{k_0} : D(F_{k_0}; Q) = \sigma_{k_0}^2 = \min_{k=1, \dots, m} D(F_k; Q),$$

порядковий номер оптимальної чистої стратегії:

$$k_0 = \arg \min_{k=1, \dots, m} D(F_k; Q).$$

Слід зазначити, що одним з недоліків цього критерію є те, що він не враховує структуру матриці платежів F .

Якщо вважається, що ризик пов'язаний лише з несприятливими для СПР ефектами стосовно центра групування A_k , то оптимальна чиста стратегія вибирається згідно з умовою:

$$s_{k_0} : SV_A(s_{k_0}; Q) = \min_{k=1, \dots, m} SV_A(s_k; Q),$$

порядковий номер:

$$k_0 = \arg \min_{k=1, \dots, m} SV_A(s_k; Q).$$

Величини $SV_A(s_k; Q)$, $k = 1, \dots, m$, обчислюються за формулою

$$SV_A(s_k; Q) = \sum_{j=1}^n q_j \alpha_{kj} (f_{kj} - A_k)^2$$

або ж за формулою:

$$SV_A(s_k; Q) = \sum_{j=1}^n q_j \alpha_{kj} (f_{kj} - A_k)^2,$$

де $\alpha_k = (\alpha_{k1}, \dots, \alpha_{kn})$ — вектор індикаторів несприятливих відхилень значень ВВ F_k відносно A_k ($k = 1, \dots, m$) (чи A_k), тобто

$$\alpha_{kj} = \begin{cases} 0, & \text{у разі сприятливого відхилення } f_{kj} \text{ від } A_k; \\ 1, & \text{у разі несприятливого відхилення } f_{kj} \text{ від } A_k. \end{cases}$$

У випадку, коли $F = F^+$, для вибору оптимальної чистої стратегії можна скористатись критеріями, що базуються на оцінках ризику у відносному вираженні (за допомогою модифікованих коефіцієнтів варіації):

$$s_{k_0} : CV(s_{k_0}; Q) = \min_{k=1, \dots, m} \frac{R_{yz}(F_k; Q)}{A^-(F_k; Q) - A_0}, \quad (5.15)$$

де A_0 — фіксоване значення економічного показника, на основі якого будується функціонал оцінювання I^* . Порядковий номер оптимальної чистої стратегії:

$$k_0 = \arg \min_{k=1, \dots, m} CV(s_k; Q).$$

Величина $R_{yz}(F_k; Q)$ в (5.15) — оцінка величини ризику в абсолютному вираженні, адекватна щодо розмірності величині $A^-(F_k; Q)$. Наприклад, якщо $R_{yz}(F_k; Q) = \sigma_k$, а $A^-(F_k; Q) = B^-(s_k; Q)$, то отримуємо критерій мінімального коефіцієнта варіації. Якщо ж $A^+(F_k; Q) = M_o(F_k)$, а величина ризику —

$$R_{yz}(F_k; Q) = \left(\sum_{j=1}^n q_j \alpha_{kj} (f_{kj} - Mo(F_k))^2 \right)^{\frac{1}{2}},$$

то використовується критерій мінімального модального коефіцієнта семіваріації. Останній доцільно використовувати також тоді, коли кожній чистій стратегії відповідає свій розподіл ймовірності станів економічного середовища. Тобто функціоналу оцінювання F відповідає матриця розподілу ймовірності:

$$Q = \begin{pmatrix} q_{11} & \dots & q_{1n} \\ q_{21} & \dots & q_{2n} \\ \dots & \dots & \dots \\ q_{m1} & \dots & q_{mn} \end{pmatrix}; \quad \sum_{j=1}^n q_{kj} = 1, \quad k = 1, \dots, m,$$

де q_{kj} — ймовірність настання j -го стану економічного середовища у разі вибору СПР своєї k -ї чистої стратегії.

Вибір оптимальної чистої стратегії у разі, коли $F = F^+$ можна здійснити і на основі низки критеріїв, що носять об'єктивно-суб'єктивний характер, зокрема:

$$s_{k_0} : K^-(s_{k_0}; Q; \lambda) = \min_{k=1, \dots, m} K^+(s_k; Q; \lambda).$$

Тут операція «opt» відповідає знаходженню максимального значення, якщо критерій має позитивний інгредієнт, і мінімального — якщо інгредієнт негативний. Критерій ефективності чистої стратегії s_k задається формулою:

$$K^-(s_k; Q; \lambda) = (1 - \lambda)A^-(F_k^+; Q) \mp \lambda R_{yz}^-(F_k^+; Q),$$

де параметр λ — коефіцієнт неохочості до ризику, що відображає в числовій формі ставлення до ризику і задається СПР, $\lambda \in [0; 1]$. Зазначимо, що запропоновану групу критеріїв можна віднести до *модифікованих критеріїв*.

5.3. БАГАТОЦІЛЬОВІ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНІ ІГРОВІ МОДЕЛІ

Проблема прийняття рішень (вибору стратегій) в економіці виникає через дві принципові обставини: з одного боку, багатоваріантність економічних рішень, з іншого — цілеспрямованість (людські прагнення) економічних систем і зумовлений цим ризик. Множина альтернативних варіантів рішень (стратегій) визначається наявними можливостями економічного розвитку; вибір з цієї множини (а він завжди існує) диктується цілями певної економічної системи. Рішення (стратегія), що приймається, являє собою результат сумісного розгляду цілей та можливостей і їх узгодження.

Для використання математичних методів в аналізі, оцінюванні, управлінні й прийнятті економічних рішень обидві складові задачі вибору повинні мати адекватне відображення в економіко-математичній моделі. Переважною є концепція, згідно з якою ціль — це напрям розвитку економічної системи (так звана ціль-напрямок). Досить поширеною є інша інтерпретація, коли ціль — це деякий наперед визначений стан, якого необхідно досягти певній економічній системі (так звана ціль-стан). Зазначимо, що ціль-напрямок (надалі просто ціль) дозволяє порівнювати альтернативні стратегії і, як наслідок, вибирати найкращу, що найбільшою мірою забезпечує максимальне наближення до бажаного стану (ціль-стану).

Найбільш загальні моделі, що переважно використовуються в економічному аналізі, носять якісний характер і або фіксують результати порівняння альтернативних рішень (стратегій) з погляду цілей економічної системи, або аналітично описують результати

вибору з множини альтернативних рішень. У першому випадку ціль описується у вигляді бінарних відношень на множині альтернативних рішень і станів економічного середовища, у другому — функцією виграшу (цільовою функцією).

Поряд з якісним описом цілей як у теоретичних дослідженнях, так і в практиці економіко-математичного моделювання досить поширені кількісні моделі. Найпростішою та найпоширенішою моделлю такого типу є *цільова функція* (функціонал оцінювання), яка ставить у відповідність кожному альтернативному рішення і стану економічного середовища дійсне число. Побудова цільової функції (функціонала оцінювання) економічної системи — це досить складна задача. Проблеми, що виникають при цьому, зумовлені складним, багатовимірним характером цілей соціально-економічного розвитку, кінцевих результатів і наслідків економічної діяльності, які торкаються різних складових соціально-економічного буття. За цих умов *узагальнена ціль* економічної системи, якщо вона допускає вербальне формулювання, з великими труднощами втілюється у вигляді скалярної цільової функції. Причинами, що унеможливають таке представлення, є внутрішні протиріччя інтересів і переваг (як образна ілюстрація — неспокійне людське серце). Тому замість узагальненої цілі доводиться розглядати *систему цілей* (*векторну цільову функцію*), виокремлюючи як її складові більш прості *часткові цілі*, моделювання яких через побудову цільових функцій (функціоналів оцінювання) вже не є таким проблематичним.

У свою чергу, різнобічні інтереси (цілі) СПР призводять до конфліктів між ними і зумовленого цим ризику. Наприклад, формуючи економічну політику, як правило, беруть до уваги різноманітні цілі, узгоджуючи суперечливі вимоги, зумовлені обставинами (проблеми глобалістики, зростання обсягів виробництва, підвищення доходів, ріст і надійність економічного розвитку, зниження ступеня ризику, економічного навантаження тощо).

Описаний підхід є засобом подолання об'єктивно існуючого протиріччя між складністю цілей економічних систем та обмеженими можливостями їх економіко-математичного моделювання. Разом з тим помилковим є намагання зв'язати виникнення багаточільових задач зі специфікою математичного методу дослідження економічних проблем. *Множинність цілей економічних систем має об'єктивний характер і знаходить своє модельне відображення у вигляді задачі прийняття багаточільових багатокритеріальних рішень.*

5.3.1. Приклади багатоцільових задач прийняття рішень

До багатоцільових (векторних) задач прийняття рішень зводяться задачі, різні за походженням [268].

Прийняття рішення на множині цілей

У задачах такого типу необхідно враховувати декілька цілей (або якостей об'єкта). Кожна з цих цілей, у свою чергу, має враховуватися при виборі оптимального (раціонального) рішення.

Приклад 5.1. Необхідно спроектувати оптимальний варіант літака цивільної авіації, призначення якого — перевезення вантажів. Якість літака оцінюється за допомогою таких основних параметрів: P — вага комерційного завантаження, L — дальність польоту без дозаправки, V — крейсерська швидкість, R — вартість однієї години польоту, C — вартість проектування, розробки та виготовлення літака. Отже, можливі варіанти ключових параметрів літака повинні оцінюватися багатоцільовим (глобальним) функціоналом оцінювання:

$$F = (F_P; F_L; F_V; F_R; F_C),$$

де $F_P; F_L; F_V; F_R; F_C$ — локальні функціонали оцінювання, що відповідають характеристикам літака.

Особливістю задачі такого типу є те, що локальні функціонали оцінювання (критерії), як правило, є суперечливими і, крім того, мають різні одиниці вимірювання.

Задача розподілу ресурсів

У задачах такого типу розглядається сукупність об'єктів, якість функціонування кожного з яких відображається індивідуальним функціоналом оцінювання. Тоді якість функціонування всієї сукупності об'єктів треба оцінювати на основі «векторного» (глобального) функціонала оцінювання, складеного з часткових (локальних) функціоналів оцінювання, кожен з яких характеризує відповідний об'єкт.

Приклад 5.2. Необхідно розподілити задану кількість певного ресурсу серед N споживачів, які подали замовлення на певну кількість ресурсу; ступінь вдоволення ресурсом l -го споживача

оцінюється функціоналом оцінювання F^l $l = 1, \dots, N$. Тоді ступінь загального вдоволення замовлень на ресурс споживачами оцінюється «векторним» функціоналом оцінювання:

$$F = (F^1, \dots, F^l, \dots, F^N).$$

У задачах такого типу локальні функціонали оцінювання найчастіше мають одну розмірність.

Задача оптимізації на множині умов функціонування

Як уже зазначалося, зміна певного виду умов (умов першого типу, наприклад, попиту, смаків тощо) відображається сукупністю станів економічного середовища і враховується при побудові відповідних функціоналів оцінювання. Але є умови, зміна яких приводить до побудови нових функціоналів (критеріїв) оцінювання (це умови другого типу, наприклад, зміна законодавства, статусу фірми тощо). Тоді якість функціонування об'єкта з урахуванням усього спектра умов необхідно оцінювати на основі «векторного» функціонала оцінювання (критерія якості). На підставі цього функціонала оцінювання можна вибрати оптимальний (компромісний) варіант економічного об'єкта.

Розв'язання задач такого типу ускладнюється тим, що зміна умов другого типу спонукає розглядати можливу зміну умов першого типу (станів економічного середовища) не у дискретному, а неперервному (майже в неперервному) спектрі. Останнє пов'язане з розв'язанням нескінченно вимірних задач (у Банахових просторах).

Урахування динаміки

У задачах даного типу розглядається функціонування об'єктів протягом певного відрізка часу, розбитого на кілька етапів. Якість функціонування об'єкта впродовж кожного етапу залежить від управління на цьому етапі і оцінюється «локальним» функціоналом оцінювання, а на множині етапів — «векторним» функціоналом, складеним з «локальних».

Приклад 5.3. Необхідно визначити оптимальний план функціонування корпорації впродовж фіксованого проміжку часу. Якість функціонування корпорації характеризується функціоналом оцінювання, що відображає обсяги випуску продукції у дискретні моменти часу: τ_l , $l = 1, \dots, N$.

Тоді якість функціонування корпорації протягом цього періоду характеризується «векторним» функціоналом оцінювання

$$F = (F_1(\tau_1); \dots; F_l(\tau_l); \dots; F_N(\tau_N)),$$

на основі якого і повинен визначатись оптимальний план роботи корпорації.

У задачах такого типу можливий випадок нескінченно вимірного «векторного» функціонала оцінювання, коли оцінка якості рішення (стратегії) здійснюється неперервно.

Ієрархічні моделі

У практиці прийняття рішень зустрічаються задачі, в яких оцінювання рішень здійснюється на основі «векторного» критерію, компоненти якого, у свою чергу, є «векторними», а то навіть і складнішими утвореннями. Ці задачі належать до так званих ієрархічних моделей (схем). Залежно від кількості ступенів упорядкування виокремлюють дворівневі, трирівневі, багаторівневі ієрархічні моделі прийняття рішень (стратегій).

Приклад 5.4. Необхідно придбати агрегат для сільськогосподарських робіт, одержавши для цього пільговий кредит. Агрегати такого типу виготовляються різними фірмами і тому відрізняються один від одного низкою характеристик. Основні цілі, що переслідуються покупцем, — це ефективність агрегату, його ціна та умови купівлі, надійність в експлуатації. У свою чергу, ефективність агрегату можна деталізувати на часткові цілі — ремонтпридатність та багатофункціональність, ціну та умови купівлі (купівля за готівку, часткова передоплата з подальшою виплатою тощо).

Враховуючи основні цілі покупця, можна побудувати інтегрований функціонал оцінювання, на основі якого і вибиратиметься конкретний виробник цього агрегату (нульовий рівень ієрархії). Основні цілі, що переслідуються покупцем (ефективність, ціна та умови купівлі, надійність в експлуатації) формалізуються у відповідні функціонали оцінювання. Вони утворюють перший рівень ієрархії.

Деталізуючи такі показники, як ефективність, ціна і умови купівлі, отримуємо другий рівень ієрархії.

До третього рівня ієрархії належать виробники агрегатів даного типу.

5.3.2. Теоретико-ігровий підхід з урахуванням множини цілей

Нехай системі цілей, на які орієнтується економічна система (фірма і СПР), відповідають цільові функції (функції виграшу):

$$f^l(s; \theta), \quad s \in S, \quad \theta \in \Theta, \quad l = 1, \dots, N,$$

де S — множина альтернативних рішень (стратегій), Θ — множина станів економічного середовища, N — кількість цілей, на які орієнтується економічна система. У дискретному випадку (який є адекватним реально існуючій інформації, що використовується при моделюванні економічних процесів) будемо розглядати цільові функціонали оцінювання (матриці):

$$F^l = (f_{ki}^l : k = 1, \dots, m; \quad i = 1, \dots, n), \quad l = 1, \dots, N,$$

де $f_{ki}^l = f^l(s_k; \theta_i)$ — кількісна оцінка рішення (стратегії) $s_k \in S$ з позиції l -ї цілі за умови, що економічне середовище перебуває у стані $\theta_i \in \Theta$ (тут $S = (s_1, \dots, s_m)$, $\Theta = (\theta_1, \dots, \theta_n)$).

Скориставшись раніше введеною термінологією, ситуацію прийняття багатоцільових багатокритеріальних рішень (стратегій) на базі теоретико-ігрового підходу можна трактувати як сукупність трьох множин $\{S; \Theta; F\}$, де $F = \{F^1; \dots; F^N\}$ — множина всіх цільових функціоналів оцінювання. Між частковими цілями, представленими як компоненти множини F , існують різного роду зв'язки. Зокрема, зв'язок між цілями виникає завдяки тому, що вони висувають вимоги до одних і тих же варіантів допустимих рішень (стратегій). Такі зв'язки опосередковані через обмеження, на основі яких формується множина S , і умовно їх можна назвати *внутрішніми*.

У свою чергу, *зовнішні* зв'язки відображають порівняльну важливість цілей, їх нагальність, взаємозамінність тощо. Ці зв'язки зумовлені структурою системи цілей, об'єктивно існуючими відношеннями між її елементами. Звичайно зовнішні зв'язки опосередковані досить складними соціально-економічними взаємодіями, вони носять суперечливий характер, і тому важко піддаються як концептуальному (наприклад, глобалізація), так і (особливо) операційному економіко-математичному опису. Незважаючи на те, що такі зв'язки являють собою найважливіші реалії щодо задачі прийняття багатоцільових багатокритеріальних рішень, вони не відображені в множині F і, значить, залишились за межами моделі $\{S; \Theta; F\}$.

Специфічною для багатоцільових багатокритеріальних задач є проблема досягнення компромісу між частковими цілями або, інакше кажучи, *узгодженості* цих цілей. Така узгодженість вимагає «домірності» різних елементів системи цілей, їх зіставності, що неможливо без скрупульозного урахування всієї сукупності зв'язків між ними — як внутрішніх, так і зовнішніх, а можливо і введення певної гіперцілі (метацілі).

Отже, можна констатувати, що множина цільових функціоналів $F = (F^l, l = 1, \dots, N)$, навіть якщо її компоненти поставлені у відповідність до всіх складових системи цілей, не є її еквівалентом і повинна посилитись додатковою інформацією. Як таку додаткову інформацію надалі будемо використовувати систему пріоритетів функціоналів оцінювання, що подається у вигляді вектора вагових коефіцієнтів пріоритету:

$$U^F = (u_1^F; \dots; u_N^F), \quad \sum_{l=1}^N u_l^F = 1.$$

Таким чином, ігрову модель прийняття багатоцільових багатокритеріальних рішень (стратегій) у найбільш загальному вигляді слід розглядати як сукупність чотирьох множин:

$$\{S; \Theta; F; U^F\}.$$

5.3.3. Критерій мінімальної відстані між інформаційними кубами

Нехай різні (в тому числі і суперечливі) цілі СПР відображаються N функціоналами оцінювання

$$F^l = (f_{ki}^l : k = 1, \dots, m; \quad i = 1, \dots, n_l), \quad l = 1, \dots, N.$$

Для спрощення викладок вважатимемо, що всі матриці F^l ($l = 1, \dots, N$) за фіксованої кількості рядків (рівній m) мають однакову кількість стовпчиків, тобто:

$$n_1 = n_2 = \dots = n_N = n.$$

Мається на увазі, що побудова кожного функціонала оцінювання відбувається на основі рівних щодо кількості, але не збіжних поелементно множин станів економічного середовища $\Theta^l = (\theta_i^l, i = 1, \dots, n)$, $l = 1, \dots, N$. У випадку, коли функціонали оцінювання будуються на основі однієї і тієї ж множини станів еконо-

мічного середовища, розподіли ймовірності настання цих станів для кожного з них можуть бути різними.

Нехай аналітиками ідентифіковані інформаційні ситуації, в полі яких необхідно приймати рішення, а також визначені локальні критерії якості стратегій, що відповідають цим інформаційним ситуаціям. Тоді, як це запропоновано у [123], для кожного цільового функціонала оцінювання F^l будемо куб інформації $K^l = (a_{ki}^l : k = 1, \dots, m; i = 1, \dots, n; l = 1, \dots, T)$, $l = 1, \dots, N$, елементами якого є оцінки чистих стратегій s_k для кожного стану економічного середовища θ_i згідно з l -м критерієм якості на основі функціонала оцінювання F^l . Для чистої стратегії s_k через вертикальний перетин кубів інформації K^l , $l = 1, \dots, N$ отримуємо N інформаційних матриць $K^l(s_k)$, які, у свою чергу, об'єднуємо в куб інформації щодо стратегії s_k . Цей куб позначимо через $KK(s_k)$, $k = 1, \dots, m$.

Для змішаної стратегії s_p куб інформації будемо за формулою:

$$KK_p = \sum_{k=1}^m p_k \cdot KK(s_k).$$

З урахуванням пріоритету функціоналів оцінювання, що задається вектором вагових коефіцієнтів $U^F = (u_i^F, i = 1, \dots, N)$, застосовуючи методику Хеммінга, визначимо відстань між кубами інформації стосовно чистої стратегії s_k і змішаної стратегії s_p за формулою:

$$d_{pk} = \sum_{l=1}^N \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T u_i^F \cdot u_t^{IE} \cdot q_i |a_{ki}^l - a_{pi}^l|,$$

де $U^{IE} = (u_t^{IE}, t = 1, \dots, T)$ — вектор вагових коефіцієнтів пріоритету за врахування як пріоритету інформаційних ситуацій, так і пріоритету локальних критеріїв якості стратегій [123].

Тоді математична модель принципу оптимальності для багатокритеріальної задачі має вигляд:

$$s_{k_0} : d_{pk_0} = \min_{s_k \in S} d_{pk} = \min_{s_k \in S} \sum_{l=1}^N \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T u_i^F \cdot u_t^{IE} \cdot q_i |a_{ki}^l - a_{pi}^l|.$$

Якщо ж для оцінювання відстані між кубами інформації враховуються лише несприятливі для СПР відхилення, то принцип оптимальності набуде вигляду:

$$s_{k_0} : \min_{s_k \in S} \sum_{l=1}^N \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \alpha_{ii}^l u_i^F \cdot u_t^{IE} \cdot q_i |a_{ki}^l - a_{pi}^l|,$$

де α_{ii}^l — індикатор несприятливого відхилення.

Зауваження 5.1. У випадку, коли цільові функціонали оцінювання мають різну кількість стовпчиків, тобто якщо при їх побудові враховувалась різна кількість станів економічного середовища ($\Theta^l = (\theta_1^l, \dots, \theta_{n_l}^l)$, $n_l \neq \text{const}$, $l = 1, \dots, N$), діють таким чином:

1) об'єднанням всіх станів економічного середовища, що використовувались у побудові низки цільових функціоналів оцінювання, утворюється узагальнена множина станів економічного середовища $\tilde{\Theta}$;

2) кожна із множин Θ^l , $l = 1, \dots, N$, розширюється до множини $\tilde{\Theta}$;

3) кожному елементу $\tilde{\Theta}$, що належить множині, яка доповнює множину Θ^l до $\tilde{\Theta}$, присвоюється нульова ймовірність настання й у розширеному функціоналі оцінювання $\tilde{F}^l$ відповідає стовпчик з елементами $(B(s_1; Q^l), \dots, B(s_m; Q^l))$ (тут $B(s_k; Q^l)$ — оцінка Байєса чистої стратегії $s_k \in S$, $Q^l = (q_1^l, \dots, q_{n_l}^l)$ — розподіл імовірності станів економічного середовища, яке моделюється множиною Θ^l , $\sum_{i=1}^{n_l} q_i^l = 1$).

Легко переконатись, що функціонали оцінювання $\tilde{F}^l$ та F^l є еквівалентними в тому плані, що як $\tilde{F}^l$, так і F^l забезпечують вибір однієї і тієї ж оптимальної чистої стратегії.

5.3.4. Ієрархічна модель прийняття багатоцільових багатокритеріальних рішень

В основу ієрархічної моделі прийняття багатоцільових багатокритеріальних рішень покладено принцип гнучкого (одночасного) врахування пріоритету локальних критеріїв якості стратегій, інформаційних ситуацій (у полі яких застосовуються ці критерії) та функціоналів оцінювання (що адекватно відображають цілі, яких хоче досягнути СПР).

Розглянемо задачу знаходження багатоцільового багатокритеріального рішення (стратегії), коли СПР виокремлені N цілей і кожній з них відповідає свій функціонал оцінювання. Функціонали оцінювання можуть мати різні інгредієнти, різну розмірність тощо. Рішення приймається комплексно, тобто виходячи з позиції різних інформаційних ситуацій. Крім того, в полі кожної інформаційної ситуації рішення повинне враховувати особливості різних критеріїв прийняття рішень.

Для розв'язання поставленої задачі доцільно скористатись ієрархічною моделлю, структуру якої наведено на рис 5.1.

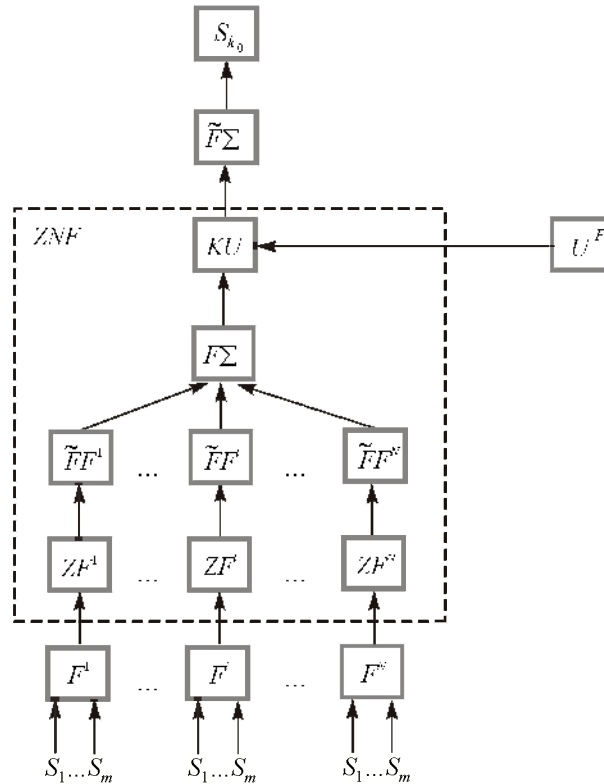
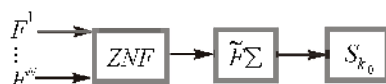


Рис. 5.1. Структура ієрархічної моделі прийняття рішень за наявності N функціоналів оцінювання

На цьому рисунку використані умовні позначення: ZF^l — оператор згортання функціонала оцінювання F^l у полі кількох інформаційних ситуацій ($l = \overline{1, N}$); $\tilde{F}F^l$ — вектор-стовпчик, отриманий у результаті згортання функціонала оцінювання F^l , $l = \overline{1, N}$; $F\Sigma$ — інтегрований функціонал оцінювання (матриця розмірів $m \times N$); $\tilde{F}\Sigma$ — вектор-стовпчик, одержаний у результаті зваженого згортання матриці $F\Sigma$ і на основі якого може прийматись рішення; $U^F = \{u_1^F, \dots, u_N^F\}$ — вектор вагових коефіцієнтів пріоритету функціоналів оцінювання $\left(u_i^F > 0; \sum_{i=1}^N u_i^F = 1\right)$; KU —

оператор зваженого згортання з урахуванням вектора вагових коефіцієнтів пріоритету.

Якщо позначити через ZNF оператор згортання N цільових функціоналів оцінювання в полі кількох інформаційних ситуацій, то структуру відповідної ієрархічної моделі підтримки прийняття рішення можна подати у вигляді такої схеми:



Логічним є подальше узагальнення наведеної моделі. Зокрема, у випадку прийняття рішень, процеси опрацювання яких є розпаралеленими і здійснюються кількома «штабними» командами (наприклад, Організація Об'єднаних Націй, Євросоюз, корпорації, побудовані на принципах організаційної ієрархії (холдингу), урахування глобального, регіонального (територіального) поділів тощо). У такому разі може виникнути необхідність у порівнянні інформації, яку містять вектори-стовпчики виду « $F\Sigma$ » — рейтинги відповідних рішень (проектів) з позиції нації-держави або кожного структурного підрозділу (чи «штабної» команди). Тому доцільно у разі виникнення подібної ситуації ввести ще один рівень ієрархії — рівень президента корпорації (генеральної дирекції фірми тощо).

Перспективним є використання запропонованого підходу до побудови ієрархічних моделей, що враховують динаміку розвитку економічної системи.

5.3.5. Аналіз ієрархій: теоретико-ігровий підхід

На даний час особливої ваги набувають системи, призначені для підтримки процесів прийняття рішень на всіх рівнях ієрархії соціально-економічних систем, зокрема дорадчі та експертні системи. Назви цих систем повністю відповідають їхньому призначенню — «давати» на запит користувача поради щодо його поведінки у ризиковій ситуації, роблячи це на рівні досвідченого фахівця.

Психологічні аспекти використання методу аналізу ієрархії

Для побудови моделей управління та прийняття рішень необхідна інформація. Але наявної статистичної кількісної інформації, як правило, буває обмаль. Досвіду теж ніколи не буває заба-

гато. Основним джерелом інформації є люди (СПР, експерти, користувачі). Як правило, людині легше подати необхідні дані у неформалізованому вигляді або на вербальному рівні, на рівні якісного опису та оцінок (так звана м'яка інформація). Саме цим вимогам найбільшою мірою відповідає, зокрема, розроблений Т. Л. Сааті метод аналізу ієрархій (МАІ) [241, 242]. Його призначення — це підтримка прийняття багатоцільових багатокритеріальних рішень при виборі одного з множини об'єктів (варіантів рішень, стратегій тощо).

Метод аналізу ієрархії (*Analytic Hierarchy Process*) є систематизованою математичною процедурою для ієрархічного подання елементів, які визначають сутність певної економічної проблеми. Метод полягає у декомпозиції проблеми на більш прості складові частини та подальшій обробці послідовності суджень СПР, що подаються у вигляді попарних порівнянь. Ці судження далі відображаються у кількісній формі. В результаті може бути виражений відносний ступінь (інтенсивність) взаємодії елементів в ієрархії.

МАІ включає також процедуру синтезу множинних суджень, отримання пріоритетності критеріїв і знаходження оптимальних (компромісних) рішень. МАІ знайшов уже багато практичних застосувань, зокрема реалізований у вигляді пакета прикладних програм (ППП) «Expert Choice».

Розв'язання економічної проблеми щодо вибору багатоцільового багатокритеріального рішення (стратегії) розглядається як процес поетапного встановлення пріоритетів цілей і критеріїв. Зазначимо, що людині притаманні дві ознаки аналітичного мислення [19]: перша — вміння спостерігати та аналізувати результати спостережень, друга — здатність встановлювати взаємозв'язки між спостереженнями, оцінюючи ступені щільності цих взаємозв'язків, а потім синтезувати ці взаємозв'язки у загальне сприйняття спостерігача. Зазначене дає уявлення про принцип ідентичності і декомпозиції, принципи дискримінації, порівняльного судження та синтезування, на яких і базується МАІ.

Принцип ідентичності та декомпозиції

Цей принцип передбачає структурування проблеми у вигляді ієрархії, що є першим етапом використання МАІ. Побудова ієрархії починається з накреслення відносно складної проблеми дослідження. У найпростішому вигляді ієрархія будується, починаючи

з вершини, в якій розміщується глобальна (узагальнена інтегрована) ціль, через проміжкові рівні (підцілі, чинники, критерії тощо) до найнижчого рівня, яким зазвичай є перелік альтернативних рішень (стратегій).

Існує кілька видів ієрархій: найпростіші — домінантні, схожі на перекинуте дерево з основою (стовбуром) у вершині; холарії — домінантні «дерева» з оберненими зв'язками; модулярні ієрархії (китайські ящики) тощо. Подальший огляд обмежимо лише домінантними ієрархіями.

Домінантна ієрархія вважається повною, якщо кожен елемент заданого рівня функціонує як ціль (чи критерій) для усіх елементів наступного, нижчого рівня. Існує кілька альтернативних способів графічного зображення повної домінантної ієрархії. Два з них наведені на рис. 5.2 (там E_j^i — елементи ієрархії, верхній індекс вказує на рівень ієрархії, нижній індекс — на їх порядковий номер на відповідному рівні ієрархії).

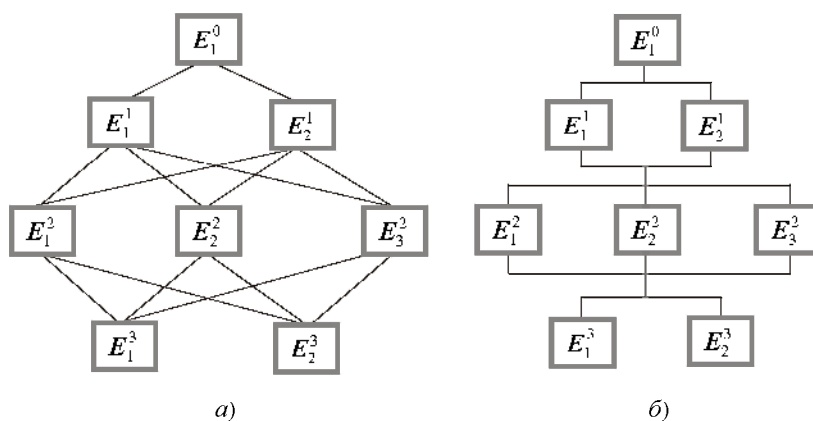


Рис. 5.2. Варіанти відображення домінантної ієрархії:
а) декомпозиція; б) синтез

На рис. 5.2 варіант а) — конкретизація (декомпозиція) заданої множини елементів (цілей, критеріїв); варіант б) — протилежний першому і допускає синтез більш загальних елементів із заданих часткових.

При побудові домінантної ієрархії вважається, що виконується принцип ієрархічної неперервності, згідно з яким елементи нижчого рівня ієрархії є попарно порівняльними між собою з погляду елементів більш високого рівня. Цей процес неперервно

продовжується від вершини ієрархії до її найнижчого рівня (альтернатив).

Зазначимо, що така форма низхідної декомпозиції може бути використана для розв'язування задач широкого класу. Можлива також модифікація з включенням петель оберненого зв'язку. Мають широке використання також домінантні ієрархії, в яких з різними критеріями (чи частковими цілями) пов'язані множини «альтернатив», що можуть різнитися як за складом, так і за кількістю.

Цей етап МАІ потребує дискусій, у результаті яких вибираються множини цілей (чинників), критеріїв та альтернативних рішень (стратегій). Вибрані множини повинні відображати весь діапазон переваг і сприйняття учасників (СПР, експертів і т. ін.), при цьому не є обов'язковою їх згода щодо всіх компонентів проблеми. Вирішальною є згода відносно вершини проблеми.

Принцип дискримінації і порівняльних суджень

Наступним етапом після побудови ієрархії є порівняння між собою її елементів. Для цього формується метод порівняння. Найпоширенішим (з погляду практичного використання) є метод попарних порівнянь, згідно з яким будується множина матриць попарних порівнянь. Для цього в ієрархії виокремлюють елементи двох типів: елементи-«батьки» та елементи-«нащадки».

Матриці попарних порівнянь будуються для всіх елементів-«нащадків», що належать до відповідного «батьківського» елемента. Елементами-«батьками» можуть бути елементи, що належать будь-якому ієрархічному рівню, крім останнього, де розміщені, як правило, альтернативні варіанти рішень (стратегій). Попарні порівняння здійснюються у термінах переваг (домінування) одного елемента над іншим.

У загальному вигляді матриця попарних порівнянь формується таким чином. Нехай $E_1^{i+1}, \dots, E_{n_{i+1}}^{i+1}$ — множина з n_{i+1} елементів (альтернатив), що належать $(i+1)$ -му рівню ієрархії, $v_1^{i,j}, \dots, v_{n_{i+1}}^{i,j}$ — відповідно оцінки їх ваг (інтенсивності) з погляду «батьківського» елемента E_j^i ($i=0,1,\dots; j=1,\dots,n_i$). Результати попарного порівняння елементів $(i+1)$ -го рівня ієрархії подаються у вигляді матриці:

$$A_j^i = \begin{matrix} E_j^i & E_1^{i+1} & E_2^{i+1} & \dots & E_{n_{j-1}}^{i+1} \\ E_1^{i+1} & \frac{v_1^{i,j}}{v_1^{i,j}} & \frac{v_1^{i,j}}{v_2^{i,j}} & \dots & \frac{v_1^{i,j}}{v_{n_{j+1}}^{i,j}} \\ E_2^{i+1} & \frac{v_2^{i,j}}{v_1^{i,j}} & \frac{v_2^{i,j}}{v_2^{i,j}} & \dots & \frac{v_2^{i,j}}{v_{n_{j+1}}^{i,j}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ E_{n_{j-1}}^{i+1} & \frac{v_{n_{j-1}}^{i,j}}{v_1^{i,j}} & \frac{v_{n_{j-1}}^{i,j}}{v_2^{i,j}} & \dots & \frac{v_{n_{j-1}}^{i,j}}{v_{n_{j+1}}^{i,j}} \end{matrix},$$

або у скороченому вигляді:

$$A_j^i = (a_{kl}^{i,j} : k=1, \dots, n_{j-1}, l=1, \dots, n_{j+1}) = \left(\frac{v_k^{i,j}}{v_l^{i,j}} : k=1, \dots, n_{j-1}, l=1, \dots, n_{j+1} \right).$$

Якщо ваги (інтенсивності) елементів ієрархії попередньо невідомі, то попарні порівняння здійснюються на основі суб'єктивних суджень (СПР, експертів та ін.), що чисельно оцінюються за певною шкалою. Один з варіантів такої шкали наведено у табл. 5.1.

Таблиця 5.1

ШКАЛА ВІДНОСНОЇ ВАЖЛИВОСТІ

Інтенсивність (вага) відносної важливості	Якісна оцінка (терм лінгвістичної змінної)	Пояснення
1	Однаково важливі	Обидва елементи роблять однаковий внесок щодо досягнення кінцевої цілі
3	Не набагато важливіший	Існують висловлювання відносно пріоритету одного елемента щодо іншого, але ці висловлювання досить непереконливі
5	Суттєво важливіший	Існують достатньо переконливі докази та логічні критерії, що один з елементів є важливішим (вагомішим)
7	Значно важливіший	Існують переконливі докази великої значущості одного елемента порівняно з іншим
9	Абсолютно важливіший	Усвідомлення пріоритету одного елемента щодо іншого максимально підтверджується
2, 4, 6, 8	Проміжні оцінки між двома сусідніми судженнями	Потрібен певний компроміс

Закінчення табл. 5.1

Інтенсивність (вага) відносної важливості	Якісна оцінка (терм лінгвістичної змінної)	Пояснення
$\frac{1}{v}; v = 1, \dots, 9$	Обернені значення ненульових оцінок	Якщо елементу $E_{j_1}^{i-1}$ при порівнянні з елементом $E_{j_2}^{i-1}$ надається одна з ненульових інтенсивностей, то елементу $E_{j_2}^{i-1}$ при порівнянні з $E_{j_1}^{i-1}$ надається обернене значення цієї інтенсивності
0	Непорівняльність	Немає сенсу в порівнюванні елементів

Правомірність використання цієї шкали нарівні з іншими доведено теоретично [241]. У тих випадках, коли важко вирізнити стільки проміжкових градацій від абсолютного до слабого пріоритету або в цьому немає потреби у конкретній задачі, можуть використовуватись шкали з меншою кількістю градацій. Мінімальна шкала може мати дві оцінки: 1 — елементи рівнозначні; 2 — пріоритет одного елемента щодо іншого. Матриця A_j^i у такому разі заповнюється цілими (відмінними від нуля) числами та оберненими до них (дробами). Очевидно, що для побудови матриці A_j^i СПР (експерт) здійснює $\frac{n_{i+1}(n_{i+1}-1)}{2}$ попарних порівнянь (тут n_{i+1} — порядок матриці).

Під час проведення попарних порівнянь необхідно дати відповідь на такі запитання: 1) який з двох порівнюваних елементів є важливішим і чи має він більший вплив; 2) реалізація якого з двох порівнюваних елементів є імовірнішою і якому з них надається перевага? Для порівняння критеріїв (або часткових цілей) зазвичай запитують, який (яка) з них важливіший; для порівняння альтернативних рішень (стратегій) відносно «батьківського» елемента — якому з альтернативних рішень надається перевага або яке з них є імовірнішим?

МАІ однаковою мірою охоплює чинники, що піддаються чи не піддаються вимірюванню і тоді для них вимагаються вербальні судження.

Методом попарного порівняння альтернатив не завжди можна ефективно скористатись в деяких практичних ситуаціях:

- експерту можуть запропонувати для аналізу понад дев'ять альтернатив. У такому випадку побудова однорідних матриць попарних порівнянь ускладнюється. Це пов'язано з фізичними обмеженнями інтелекту людини;

- альтернативи можуть надходити до експерта для порівняння не одночасно, а через певні проміжки часу. В цій ситуації неможливо попарно порівняти об'єкти тощо.

У наведених і деяких інших ситуаціях для порівняння (а також оцінювання) альтернатив доцільно скористатись методом порівняння альтернатив відносно стандартів або методом копіювання [12].

Принцип синтезування

Після побудови ієрархічної моделі і складення матриці попарних порівнянь надходить черга наступного етапу МАІ — ієрархічного синтезу. Сутність цього етапу полягає у побудові вектора рейтингових оцінок альтернативних рішень (стратегій) через синтез векторів пріоритету матриць попарних порівнянь часткових цілей, критеріїв тощо. Вектори пріоритету щодо елементів певного рівня ієрархії, які попарно порівнюються між собою (рядки матриць попарних порівнянь), можна обчислити такими способами:

- як головний власний вектор матриці;
- як середньгеометричне елементів рядків матриці (окремо для кожного рядка);
- іншими методами.

Якщо скористатись методом, що наводиться у [123, розд. 5], то отримана оцінка головного власного вектора W_j^i матриці попарних порівнянь A_j^i може використовуватись як вагові коефіцієнти пріоритету щодо елементів $(i+1)$ -го рівня ієрархії з погляду «батьківського» елемента ієрархії E_j^i , тобто

$$U_j^i = W_j^i = (w_k^{i,j} : k = 1, \dots, n_{i+1}); \quad \sum_{k=1}^{n_{i+1}} w_k^{i,j} = 1.$$

Якщо ж за елементи вектора пріоритету використовувати середньгеометричні елементів рядків матриці A_j^i , тобто величини

$$g_k^{i,j} = \sqrt[n_{i+1}]{\prod_{l=1}^{n_{i+1}} a_{kl}^{i,j}} = \frac{v_k^{i,j}}{\sqrt[n_{i+1}]{\prod_{l=1}^{n_{i+1}} v_l^{i,j}}}, \quad k = 1, \dots, n_{i+1}, \quad (5.16)$$

то елементи вектора вагових коефіцієнтів пріоритету U_j^i обчислюються за формулою:

$$u_k^{i,j} = \frac{g_k^{i,j}}{\sum_{s=1}^{n_{i+1}} g_s^{i,j}}. \quad (5.17)$$

Можна скористатись також іншими підходами до побудови вектора U_j^i [123, розд. 4].

Для повної домінантної ієрархії алгоритм ієрархічного синтезу складає такі послідовні кроки.

Крок 1. Відносно елементів E_j^i i -го рівня ієрархії ($j=1, \dots, n_i$, n_i — кількість елементів, що утворюють i -й рівень ієрархії) визначаються вектори вагових коефіцієнтів пріоритету елементів $(i+1)$ -го рівня ієрархії:

$$U_j^i = (u_k^{i,j} : k=1, \dots, n_{i+1}), j=1, \dots, n_i.$$

Утворюється матриця вагових коефіцієнтів пріоритету елементів $(i+1)$ -го рівня ієрархії відносно елементів i -го рівня:

$$U^i = (U_1^i, \dots, U_{n_i}^i) = (u_k^{i,j} : k=1, \dots, n_{i+1}, j=1, \dots, n_i)$$

Крок 2. Здійснюється власне ієрархічний синтез множенням матриць вагових коефіцієнтів пріоритету:

$$U_{0,1,\dots,L-1}^L = U^{L-1} \cdot U^{L-2} \cdot \dots \cdot U_1^0,$$

де U_1^0 — вектор вагових коефіцієнтів пріоритету елементів 1-го рівня ієрархії відносно єдиного елемента 0-го рівня ієрархії — глобальної цілі СПР (цей елемент називають також *кореневим*, або *фокусом* домінантної ієрархії); $U_{0,1,\dots,L-1}^L$ — вектор вагових коефіцієнтів пріоритету елементів L -го рівня ієрархії (альтернативних рішень, стратегій тощо) відносно «батьківських» елементів решти рівнів ієрархії (від 0-го до $(L-1)$ -го); L — кількість рівнів ієрархії.

Зауваження 5.2. На практиці досить часто має місце ситуація, коли не всі елементи певного $((i+1)$ -го) рівня ієрархічної моделі $((i+1) \leq L)$ порівнюються між собою. У такому випадку із загаль-

ної ієрархічної моделі виокремлюються фрагменти, що утворюють повні домінантні ієрархії.

Нехай виділений фрагмент, що має структуру повної домінантної ієрархії, яка в якості кореневого має елемент E_j^i і включає L -й рівень ієрархічної моделі (множину альтернативних рішень (стратегій) СПР). Відносно всіх елементів виділеної домінантної ієрархії розраховується вектор вагових коефіцієнтів пріоритету альтернативних рішень (стратегій) СПР:

$$^{(i,j)}U_{i,j-1,\dots,L-1}^L = U^{L-1} \cdot \dots \cdot U_j^i,$$

де U_j^i — вектор вагових коефіцієнтів пріоритету, що у даній повній домінантній ієрархії відповідає елементу E_j^i .

Якщо виділені повні домінантні ієрархії розглядати як «узагальнені» елементи ієрархічної моделі (див. ієрархічні моделі на рис. 5.1 та 5.2), то, у свою чергу, з ієрархічної моделі можна виокремити нові повні домінантні ієрархії, утворені з «узагальнених» елементів. На основі нових повних домінантних ієрархій з урахуванням векторів $^{(i,j)}U_{i,j+1,\dots,L-1}^L$ знову будемо відповідні вектори вагових коефіцієнтів альтернативних рішень (стратегій) СПР.

Процес продовжується до моменту досягнення 0-го рівня ієрархічної моделі — глобальної (інтегрованої) цілі СПР.

Оцінка узгодженості суджень

У практичних задачах кількісна (кардинальна) і транзитивна (порядкова) узгодженість суджень порушується, оскільки людські відчуття неможливо виразити точною формулою. Для підвищення узгодженості числових суджень виходять з того, що коли елемент E_k^{i+1} в $a_{kl}^{i,j}$ разів є пріоритетнішим за елемент E_l^{i+1} , то E_l^{i+1} у $1/a_{kl}^{i,j}$ разів є пріоритетнішим за E_k^{i+1} .

У разі порушення узгодженості ранг матриці попарних порівнянь більший за одиницю, і вона має кілька власних значень. Але за невеликих неузгодженостей щодо суджень одне з власних значень буде суттєво більшим за інші і приблизно рівним порядку матриці. Таким чином, узгодженість щодо суджень експерта може характеризуватись величиною відхилення максимального власного значення $\lambda_{\max}^{i,j}$ від порядку матриці A_j^i (який дорівнює n_{i+1}).

За оцінку узгодженості суджень експерта у розрізі матриці попарних порівнянь A_j^i використовується індекс:

$$\text{IUC}_j^i = (\lambda_{\max}^{i,j} - n_{i+1}) / (n_{i+1} - 1),$$

де IUC_j^i — індекс узгодженості суджень, $\lambda_{\max}^{i,j}$ — максимальне власне значення матриці попарних порівнянь A_j^i [123, розд. 5]. Можна показати [241, 242], що за $n_{i+1} = 1$ та за $n_{i+1} = 2$ індекс $\text{IUC} = 0$.

У разі, коли безпосереднє обчислення величини $\lambda_{\max}^{i,j}$ [123, розд. 5] спричиняє певні труднощі, можна скористатись наближеним методом [19], що складається з двох послідовних кроків.

Крок 1. Для кожного стовпчика матриці попарних порівнянь обчислюється сума його елементів:

$$s_l^{i,j} = \sum_{k=1}^{n_{i+1}} a_{kl}^{i,j}, \quad l = 1, \dots, n_{i+1},$$

із цих сум утворюється вектор-рядок:

$$S_j^i = (s_l^{i,j} : l = 1, \dots, n_{i+1}).$$

Крок 2. Величина $\hat{\lambda}_{\max}^{i,j}$ покладається рівною добутку векторів S_j^i та U_j^i , тобто

$$\hat{\lambda}_{\max}^{i,j} = S_j^i \cdot U_j^i = \sum_{l=1}^{n_{i+1}} s_l^{i,j} \cdot u_l^{i,j}.$$

Використовується також *відносна оцінка узгодженості суджень*:

$$\text{VUC}_j^i = \text{IUC}_j^i / M(\text{IUC}),$$

де VUC_j^i — відносна узгодженість суджень експерта у розрізі матриці попарних порівнянь A_j^i ; IUC_j^i — індекс узгодженості суджень у розрізі матриці A_j^i ; $M(\text{IUC})$ — нормативне значення (математичне сподівання) індекса узгодженості суджень, обчислення якого здійснюється експериментально, через імітаційне моделювання матриці попарних порівнянь. У табл. 5.2 наведені значення $M(\text{IUC})$ залежно від порядку матриці (отримані в [241]).

Таблиця 5.2

НОРМАТИВНІ ЗНАЧЕННЯ ІНДЕКСА УЗГОДЖЕНОСТІ СУДЖЕНЬ

Порядок матриці, n	Нормативне значення, $M(IUC)$	Порядок матриці, n	Нормативне значення, $M(IUC)$	Порядок матриці, n	Нормативне значення, $M(IUC)$
1	0,00	6	1,24	11	1,51
2	0,00	7	1,32	12	1,54
3	0,58	8	1,41	13	1,56
4	0,90	9	1,45	14	1,57
5	1,12	10	1,49	15	1,59

Як допустиме використовується значення $VUC_{\text{доп}} \leq 0,1$ (у деяких випадках використовується $VUC_{\text{доп}} \leq 0,2$). Якщо ж для матриці попарних порівнянь A_j^i VUC_j^i перевищує задану норму (0,1 чи 0,2), то це вказує на те, що заповнення матриці попарних порівнянь здійснювалось із суттєвими порушеннями щодо логічності суджень. Тому експертові пропонується перевірити свої судження, а то й заново структурувати задачу.

Враховуючи, що за $n_{i+1} = 2$ індекс узгодженості суджень $IUC_j^i = 0$, нормативне значення індекса узгодженості суджень $M(IUC) = 0$, отримуємо, що $VUC_j^i = 0/0$, тобто є невизначеним. Для уникнення невизначеності в цьому випадку (за $n_{i+1} = 2$) приймають $VUC_j^i = 0$.

Оцінка узгодженості ієрархії

Оцінювання узгодженості всієї ієрархії здійснюється складанням зважених показників узгодженості всіх її рівнів [12].

Якщо для матриць A_j^i , що відповідають елементам E_j^i i -го рівня ієрархії ($i = 0, 1, \dots, L-1$), визначено індекси узгодженості суджень IUC_j^i ($j = 1, \dots, n_i$) і з цих індексів утворено вектори-рядки

$$IUC^i = (IUC_j^i : j = 1, \dots, n_i),$$

то індекс узгодженості повної домінантної ієрархії (IUI) (що має L рівнів) визначається за формулою:

$$IUI = IUC^0 + IUC^1 \cdot U^0 + IUC^2 \cdot U^1 \cdot U^0 + \dots + IUC^{L-1} \cdot U^{L-2} \cdot \dots \cdot U^1 \cdot U^0.$$

Узгодженість ієрархії можна оцінювати також і на основі відносної оцінки:

$$BUI = IUI / M(IUI),$$

де BUI — відносна узгодженість ієрархії, $M(IUI)$ — нормативне значення індексу узгодженості ієрархії. Для повної домінантної ієрархії $M(IUI)$ обчислюється за формулою:

$$M(IUI) = M(IUC^0) + M(IUC^1) \cdot U^0 + \dots + M(IUC^{L-1}) \cdot U^{L-2} \cdot \dots \cdot U^1 \cdot U^0;$$

$$M(IUC^i) = (M(IUC_j^i), j = 1, \dots, n_i).$$

Узгодженість ієрархії вважається допустимою, якщо $BUI \leq 0,1$ (іноді допускається $BUI \leq 0,2$).

Урахування (суджень) кількох експертів

Для підвищення ступеня об'єктивності та якості процедури прийняття рішення доцільно враховувати думки кожного з експертів, що входять в експертну раду. Розрахунок агрегованої оцінки у випадку залучення до експертної ради T експертів, які мають різну компетентність (кваліфікацію), здійснюється за формулою:

$$a_{kl}^{i,j} = \prod_{t=1}^T ({}^t a_{kl}^{i,j})^{u_t^e},$$

де ${}^t a_{kl}^{i,j}$ — результат порівняння t -м експертом елементів — «нащадків» F_k^{i+1} та F_l^{i+1} відносно «батьківського» елемента E_j^i ; u_t^e — ваговий коефіцієнт пріоритету (компетентності) експерта, що входить у раду $\left(\sum_{t=1}^T u_t^e = 1\right)$.

Обчислити коефіцієнти компетентності експертів можна на основі інформації, яку містять вектори вагових коефіцієнтів:

$${}^t U_j^i = ({}^t u_k^{i,j} : k = 1, \dots, n_{i+1}), \quad t = 1, \dots, T$$

(вектор ${}^t U_j^i$ розраховується на основі аналізу матриці попарних порівнянь ${}^t A_j^i$, яка заповнена на підставі суджень t -го експерта, $t = 1, \dots, T$). Інформацію, яку містять вектори ${}^t U_j^i$, зведемо у табл. 5.3.

Таблиця 5.3

E_j^i	Експерти				
	експерт 1	...	експерт t	...	експерт T
E_1^{i-1}	$^1u_1^{i,j}$	...	$^tu_1^{i,j}$	...	$^Tu_1^{i,j}$
...	...	...	...	...	...
E_k^{i-1}	$^1u_k^{i,j}$	...	$^tu_k^{i,j}$	...	$^Tu_k^{i,j}$
...	...	...	...	...	...
$E_{n_{i-1}}^{i-1}$	$^1u_{n_{i-1}}^{i,j}$	...	$^tu_{n_{i-1}}^{i,j}$	...	$^Tu_{n_{i-1}}^{i,j}$
Σ	1	...	1	...	1

Алгоритм обчислення коефіцієнтів компетентності експертів має вигляд рекурентної процедури [83]:

$$\bar{u}_{k,s}^{i,j} = \sum_{t=1}^T ({}^tu_k^{i,j} \cdot u_{t,s-1}), \quad k=1, \dots, n_{i+1}; \quad s=1, 2, \dots;$$

$$\lambda_s = \sum_{k=1}^{n_{i+1}} \sum_{t=1}^T ({}^tu_k^{i,j} \cdot \bar{u}_{k,s}^{i,j}), \quad s=1, 2, \dots;$$

$$u_{t,s} = \frac{1}{\lambda_s} \sum_{k=1}^{n_{i+1}} ({}^tu_k^{i,j} \cdot \bar{u}_{k,s}^{i,j}).$$

Обчислення починають для $s = 1$, вибираючи при цьому за початкові наближення значень коефіцієнтів компетентності величини:

$$u_{1,0} = u_{2,0} = \dots = u_{T,0} = \frac{1}{T}.$$

Тоді групові оцінки вагових коефіцієнтів пріоритету об'єктів (елементів $(i + 1)$ -го рівня ієрархії) першого наближення дорівнюють середнім арифметичним значенням оцінок експертів:

$$\bar{u}_{k,1}^{i,j} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T {}^tu_k^{i,j}, \quad k=1, \dots, n_{i+1}.$$

Далі обчислюється:

$$\lambda_1 = \sum_{k=1}^{n_{i+1}} \sum_{t=1}^T ({}^tu_k^{i,j} \cdot \bar{u}_{k,1}^{i,j}),$$

а також перші наближення щодо значень коефіцієнтів компетентності експертів (перша ітерація):

$$u_{t,1} = \frac{1}{\lambda_1} \cdot \sum_{k=1}^{n_{t+1}} ({}^t u_k^{i,j} \cdot \bar{u}_{k,1}^{i,j}), \quad t = 1, \dots, T.$$

Використовуючи перші наближення коефіцієнтів компетентності, можна повторити весь процес обчислень і дістати другі наближення (друга ітерація) $u_{t,2}$, $t = 1, \dots, T$. На s -й ітерації отримуємо оцінки $u_{t,s}$, $t = 1, \dots, T$. Якщо на $(s + 1)$ -й ітерації дістанемо, що

$$\sum_{t=1}^T |u_{t,s+1} - u_{t,s}| < \varepsilon,$$

(де $\varepsilon > 0$ задається наперед), то вважатимемо, що подальші обчислення (ітерації) не дають істотного уточнення. Отже, оцінки вектора коефіцієнтів експертів стабілізувались, а тому можна вважати, що

$$u_t^e \approx u_{t,s}, \quad t = 1, \dots, T.$$

Зауваження 5.3. До роботи в експертній раді можуть залучатись фахівці, різні за професією (наприклад, управлінці, маркетингологи, аналітики та ін.) та кваліфікацією. На якість інформації (що її містять матриці попарних порівнянь) впливає міра компетентності експертів щодо аналізованої проблеми (елементи $(i + 1)$ -го рівня ієрархії, $i = 0, 1, \dots, L - 1$) і критерію (елементи E_j^i), відносно якого здійснюється цей аналіз. Тому оцінку вектора компетентності експертів (і на його основі — урахування їхніх думок) необхідно здійснювати щоразу після побудови ними відповідних матриць попарних порівнянь.

5.4. НЕЧІТКА БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ІЄРАРХІЧНА МОДЕЛЬ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Як зазначалося вище, майже кожна більш-менш складна економічна задача прийняття рішення (індивідуального і тим паче колективного) є задачею прийняття рішень в умовах ризику за наявності багатьох критеріїв.

Задача оцінки скінченної множини варіантів (стратегій) і векторної оптимізації пов'язана з невизначеністю при спробі виявити взаємну (відносну) важливість різних аспектів (критеріїв) щодо прийняття рішень. У [136] подано аналіз різних нечітких моделей, які можуть бути використані в експертних і дорадчих

системах і які доцільно застосовувати в умовах неповноти, неоднозначності, недовизначеності, розпливчастості вихідної інформації та зумовленого цим ризику. При побудові нечітких моделей важливу роль відіграють лінгвістичні змінні. З їх допомогою за певними правилами можна формалізувати (девербалізувати) якісну інформацію стосовно об'єкта прийняття рішень, представлену у вербальній (словесній) формі фахівцями-експертами, використовуючи розпливчасті (нечіткі) множини.

У наукових публікаціях щодо прийняття рішень сполучення термінів «багатокритеріальний» і «нечіткий» зустрічаються досить часто. Однак, як зазначається зокрема в [136], більшість авторів, сформулювавши на початку аналізу задачу прийняття рішень як нечітку та багатокритеріальну, вже на першому ж кроці її розв'язання (дослідження) використовують певну згортку критеріїв і надалі вивчають скалярну нечітку задачу прийняття рішень. Згортки, як правило, вводяться інтуїтивно, на підставі здорового глузду, залежно від змісту конкретної задачі, раціональних суджень тощо.

У [51, 76, 78] запропонований дещо інший підхід — модифікація методу АНР (*Analytic Hierarchy Process*), розробленого Т. Л. Сааті для підтримки прийняття рішень при багатокритеріальному виборі одного з множини об'єктів (варіантів), який ще називають *методом аналізу ієрархій* (МАІ) (див. 5.3.5.1). У літературі описані алгоритми (різні його модифікації), які для подолання браку кількісних даних використовують інформацію (оцінки), отриману на підставі спеціально прийнятих і використовуваних штучних шкал оцінювання [122, 341, 355]. Втім, як підкреслюється зокрема в [355], застосування такого підходу, що будується на описовому характері даних, не завжди дає бажані результати.

Запропонована в [51, 85] та наведена далі модифікація МАІ полягає у використанні понятійного і математичного апаратів теорії нечітких (розпливчастих) множин, який вперше був запропонований у працях Л. А. Заде [137, 353]. Завдяки цьому стає можливим безпосереднє оперування різного роду вербальними (лінгвістичними) даними.

У ряді праць, зокрема в [181], розглядається поняття нечіткої (розпливчастої) множини. Нехай X — довільна непуста множина. Нечіткою підмножиною $\tilde{A}$ множини X називається множина пар

$$\tilde{A} = \{(\mu_{\tilde{A}}(x) / x)\}, \text{ де } x \in X, \mu_{\tilde{A}}(x) \in [0; 1]. \quad (5.18)$$

Функція $\mu_{\tilde{A}}(x): \mu \in [0; 1]$ називається функцією належності до нечіткої множини $\tilde{A}$, а X — базовою множиною чи базовою шка-

лою. Для кожного конкретного значення $x \in X$ величина $\mu_{\tilde{A}}(x)$ набуває певного значення із замкнутого інтервалу $[0; 1]$, що називається ступенем належності елемента x до нечіткої множини $\tilde{A}$. Носієм нечіткої множини називається підмножина $\tilde{A}$ множини X , яка містить лише ті елементи множини X , в яких значення функції належності $\mu_{\tilde{A}}(x)$ є більшими від нуля.

Функції належності однієї й тієї ж множини можуть бути різними при визначенні їх як різними людьми, так і однією людиною залежно від настрою останньої, схильності до ризику, від мети побудови нечіткої підмножини, розв'язуваної задачі, обраної конкретної методики побудови тощо.

Лінгвістична змінна [137, 181] характеризується набором $(\beta, T(\beta), X, G, M)$, в якому β — назва лінгвістичної змінної; $T(\beta)$ — термножина лінгвістичної змінної β , тобто множина лінгвістичних (вербальних) значень змінної, кожне з яких є нечіткою змінною з областю визначення X ; G — синтаксичне правило (має звичайну форму граматики), породжує назви (імена) $\alpha \in T(\beta)$ вербальних значень лінгвістичної змінної β ; M — семантичне правило, яке ставить у відповідність кожній нечіткій змінній $\alpha \in T(\beta)$ нечітку множину $\tilde{C}(\alpha)$ — зміст нечіткої змінної α . Для спрощення запису формул позначають множину $\tilde{C}(\alpha)$ як $\tilde{C}$, а множину $T(\beta)$ як T , коли йдеться про певні нечіткі змінні α і лінгвістичні змінні β . Окрім цього, використовують спрощене визначення лінгвістичної змінної як трійки (β, T, X) , складаючи у позначення те саме розуміння, що й вище.

Підкреслимо, що лінгвістичною змінною є змінна, яка задана на деякій шкалі і приймає значення, що є словами та словосполученнями природної чи штучної мов. Значення лінгвістичної змінної описуються нечіткими (розпливчастими) множинами.

Ступінь належності $\mu_{\tilde{A}}(x)$ елементів x до нечіткої множини $\tilde{A}$ інтерпретується, зокрема в [181], як суб'єктивна міра того, наскільки елемент $x \in X$ відповідає поняттю, сутність якого формалізується нечіткою множиною. Під суб'єктивною мірою розуміють, як правило, визначений опитуванням експертів ступінь відповідності елемента $x \in X$ поняттю, яке формалізується нечіткою множиною.

Існує два класи методів побудови функції належності нечіткої (розпливчастої) множини — прямі та опосередковані. Найпростіше функція належності нечіткої множини, що відповідає значенню лінгвістичної змінної β , будується за прямими методами для одного експерта. При побудові експерт кожному елементу множини X ставить у відповідність певний ступінь належності

$\mu_{\tilde{A}}(x)$, який, на його погляд, найкращим чином узгоджується зі змістовним навантаженням (інтерпретацією) множини $\tilde{A}$. Відповідність між ступенями належності з інтервалу $[0; 1]$ та елементами x множини X може бути задана у вигляді таблиці, прикладу, графіка, формули, що задає аналітичну форму функції належності нечіткої множини $\tilde{A}$ ($\tilde{A} \subset X$).

Опосередковані методи ґрунтуються на «обережнішому» використанні особи як вимірювального приладу. Найбільш застосовуваним з цієї групи є метод попарних порівнянь. Розглянемо його сутність.

Функція належності $\mu_{\tilde{A}}$ визначається, зокрема, за матрицею попарних порівнянь $M = \|m_{ij}\|$, елементи якої m_{ij} являють собою деякі оцінки інтенсивності належності елементів $x_i \in X$ до нечіткої множини $\tilde{A}$ у порівнянні з елементами $x_j \in X$. Якщо припустити, що значення функції належності $\mu_{\tilde{A}}$ відомі для всіх $x_i \in X$, наприклад, $\mu_{\tilde{A}}(x_i) = r_i$ ($i \in I = \{1, 2, \dots, n\}$), то попарні порівняння можна представити квадратною матрицею відношень $M = \|m_{ij}\|$, де $m_{ij} = r_i / r_j$. Якщо відношення точні, то маємо співвідношення:

$$M \cdot r' = nr', \quad r = (r_1, r_2, \dots, r_n),$$

де n — власне значення матриці M , знаючи яке, можна відшукати вектор r (з урахуванням умови $\sum_{i=1}^n r_i = 1$), r' — вектор-стовпчик, транспонований до r .

У [340] показано, що в загальному випадку емпіричний вектор $r = (r_1, r_2, \dots, r_n)$ повинен задовольняти задачу знаходження власного значення матриці M , де $\lambda_{\max}$ — найбільше власне значення. Задача зводиться до знаходження власного вектора r , який задовольняє рівнянню:

$$M \cdot r' = \lambda_{\max} r'. \quad (5.19)$$

Оскільки відомо, що це рівняння має єдиний розв'язок, то значення координат власного вектора r , який відповідає максимальному власному значенню ($\lambda_{\max}$), поділені на їх суму, будуть шуканими ступенями належності.

Щодо одержання матриці попарних порівнянь, то вона будується таким чином (див. 270—273). Проводиться опитування експерта відносно того, наскільки, на його думку, елемент x_i є більш значущий для поняття, що описується нечіткою множиною, ніж елемент x_j . Поняття, якими може оперувати експерт, та

детерміністична інтерпретація цих понять відповідними величинами m_{ij} наведені у табл. 5.1. На підставі даних таблиці для підвищення узгодженості оцінок вважається, що $m_{ij}m_{jk} = m_{ik}$, звідки $m_{ii} = 1$ — для діагональних елементів і $m_{ij} = 1/m_{ji}$ — для елементів, симетричних відносно головної діагоналі.

Припустимо, що опитування експертів проведено на детерміністських засадах бездоганно і матриця попарних порівнянь побудована абсолютно точно. Тоді матриця M має такий вигляд:

$$M = \begin{vmatrix} r_1 & r_1 & \dots & r_1 \\ r_1 & r_2 & \dots & r_n \\ r_2 & r_2 & \dots & r_2 \\ r_1 & r_2 & \dots & r_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_n & r_n & \dots & r_n \\ r_1 & r_2 & \dots & r_n \end{vmatrix}$$

У такому разі для визначення j -го елемента вектора r можна скористатися такою процедурою. Обчислимо суму елементів j -го стовпчика матриці M . Нехай ця сума є деяке число k_j , тобто:

$$\sum_{i=1}^n m_{ij} = k_j, j = 1, \dots, n. \quad (5.20)$$

Одержимо, що

$$\sum_{i=1}^n m_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^n r_i}{r_j} = \frac{1}{r_j}.$$

Таким чином, $r_j = 1/k_j$.

Здійснюючи процедуру, аналогічну попередній, по всіх стовпчиках матриці M , будемо шуканий вектор r .

Тепер припустимо, що, як це часто має місце, матриця попарних порівнянь побудована неточно. Тоді описану процедуру щодо визначення вектора r можна використати для визначення лише його початкового наближеного значення в ітераційному процесі розв'язку рівняння (5.19). При цьому відхилення $\lambda_{\max}$ від n може бути використане для оцінки точності розв'язку системи рівнянь на певному кроці ітераційного методу.

У [29] сформульовано ряд додаткових умов, яким повинні задовольняти функції належності нечітких множин, що описують терми лінгвістичних змінних.

Запропонований у [51, 85] алгоритм є однією з модифікацій МАІ і складається з п'яти основних кроків. Їх черговість і спектр основних операцій на кожному кроці узгоджується із загальною методикою МАІ, враховуючи, звичайно, вербальний характер вихідних даних.

Один із способів використання якісних (вербальних) оцінок та пов'язаних з ними нечітких множин наводиться у табл. 5.4.

Таблиця 5.4

Інтенсивність	Якісна оцінка	Позначення якісної оцінки	Нечітка множина з відповідною якісною оцінкою
1	Однаково важливо	ОВ	$\{(1,0 / 1)\}$
3	Небагато важливіше	НВ	$\{(0,5 / 1), (0,75 / 2), (1,0 / 3), (0,75 / 4), (0,5 / 5)\}$
5	Суттєво важливіше	СВ	$\{(0,5 / 3), (0,75 / 4), (1,0 / 5), (0,75 / 6), (0,5 / 7)\}$
7	Значно важливіше	ЗВ	$\{(0,5 / 5), (0,75 / 6), (1,0 / 7), (0,75 / 8), (0,5 / 9)\}$
10	Абсолютно важливіше	АВ	$\{(0,5 / 9), (1,0 / 10)\}$

Отже, маємо такі основні кроки:

Крок 1. Формування багаторівневої ієрархічної структури, яка містить інтегрований критерій, часткові критерії та об'єкти (проекти, стратегії) досліджування та впорядкування (вибору).

Крок 2. Побудова матриць попарних порівнянь з нечіткими оцінками для елементів, які знаходяться на окремих рівнях ієрархії.

Крок 3. Обчислення значень вагових коефіцієнтів (векторів пріоритетів) $\tilde{r}_i$, кожного з елементів ієрархічної структури з погляду елемента, який перебуває на безпосередньо вищому рівні ієрархії.

Крок 4. Обчислення вектора пріоритетів $\tilde{r}_k$, який визначає нечіткі оцінки $\tilde{r}_{ik}$ аналізованих об'єктів (проектів, стратегій) з погляду інтегрованого критерію.

Крок 5. Впорядкування досліджуваних об'єктів (проектів) відносно величини нечітких оцінок $\tilde{r}_{out}$.

Опишемо сутність операцій, здійснюваних на окремих кроках пропонованого алгоритму.

1. (Крок 1). Формування багаторівневої ієрархічної структури критеріїв. Загальний вигляд ієрархічної багатокритеріальної структури зображено на рис. 5.3. На верхньому рівні цієї структури (рівень 0) знаходиться лише один елемент — інтегрований критерій оцінювання, який можна розкласти (деталізувати) на кілька елементів (часткових критеріїв), тобто рівень 1, що йде безпосередньо за даним рівнем ієрархії. Кожний елемент цього рівня ієрархії, в свою чергу, деталізується на кілька елементів наступного рівня і т. д. На найнижчому рівні ієрархічної структури перебувають стратегії (об'єкти, проекти), які необхідно аналізувати та впорядковувати чи обирати один з них (елементи досліджуваної множини).

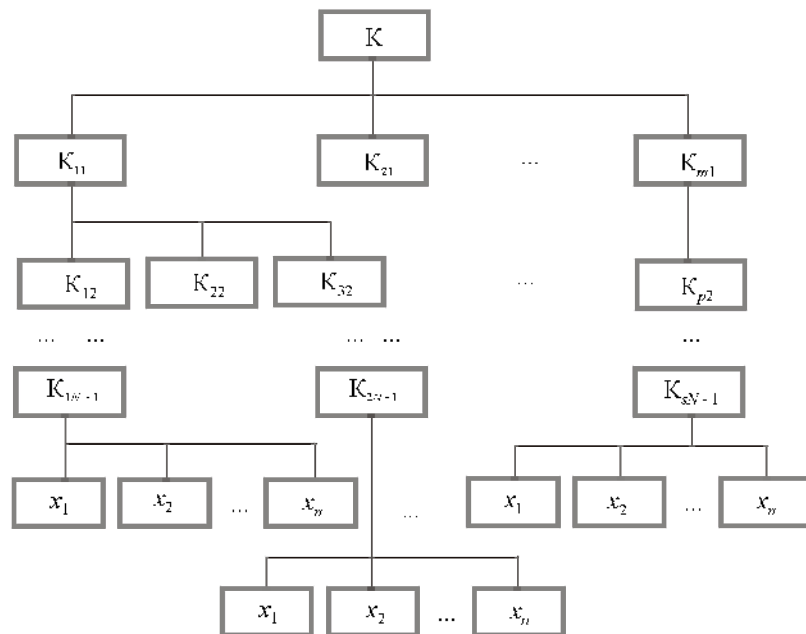


Рис. 5.3. Загальний вигляд багаторівневої ієрархічної структури

Позначення:

K — інтегрований критерій оцінювання;

K_{ij} — i -й критерій j -го рівня;

$i = 1, \dots, m$ на рівні 1;

$i = 1, \dots, p$ на рівні 2;

$i = 1, \dots, s$ на рівні $N-1$;

x_i — i -й об'єкт (проект), що аналізується, $i = 1, \dots, n$;

m, p, s, n — кількість елементів відповідно на рівнях 1, 2, $N-1, N$.

Побудована в такий спосіб ієрархічна багаторівнева структура дозволяє обмежитися відносно невеликою кількістю елементів на кожному рівні ієрархії та подолати проблеми, спричинені складністю інтегрованого критерію (як зазначалося в [341, 342]), що розглядається в багатьох випадках як критерій згортки.

2. (Крок 2). Побудова матриці попарних порівнянь елементів з нечіткими оцінками.

Для аналізу критеріїв оцінювання, що містяться на певних рівнях ієрархічної структури, пропонується побудова матриці попарних порівнянь елементів у вигляді:

$$\tilde{A} = \begin{pmatrix} \tilde{A}_1 & \tilde{A}_2 & \dots & \tilde{A}_n \\ \tilde{A}_1 & \tilde{r}_1/\tilde{r}_1 & \tilde{r}_1/\tilde{r}_2 & \dots & \tilde{r}_1/\tilde{r}_n \\ \tilde{A}_2 & \tilde{r}_2/\tilde{r}_1 & \tilde{r}_2/\tilde{r}_2 & \dots & \tilde{r}_2/\tilde{r}_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{A}_n & \tilde{r}_n/\tilde{r}_1 & \tilde{r}_n/\tilde{r}_2 & \dots & \tilde{r}_n/\tilde{r}_n \end{pmatrix},$$

де $\tilde{A}_1, \tilde{A}_2, \dots, \tilde{A}_n$ — нечіткі порівнювані елементи; $\tilde{r}_1, \tilde{r}_2, \dots, \tilde{r}_n$ — нечіткі вагові коефіцієнти (пріоритети) порівнюваних елементів; n — кількість порівнюваних елементів.

Побудовані у такий спосіб матриці порівнянь дають можливість здійснити попарне порівняння елементів на певному рівні ієрархічної структури з погляду їх важливості щодо критерію, який знаходиться на безпосередньо вищому рівні ієрархії і який є, власне, їх агрегованим критерієм (згорткою). При аналізі числових критеріїв (заданих на відповідних числових шкалах) можна обчислити окремі вагові коефіцієнти r_i та їх взаємне попарне відношення (r_i/r_j) у вигляді числових величин.

Враховуючи нестачу (відсутність) кількісних даних щодо оцінки відношення r_i/r_j ($i, j = 1, \dots, n$) пропонується відійти від прийнятого в МАІ детермінованого підходу введенням та застосуванням лінгвістичного підходу, який ґрунтується на теорії розпливчастих (нечітких) множин [29, 181, 341]. Для того, щоб одержати наведену вище нечітку матрицю попарних порівнянь, проводять опитування експерта відносно того, наскільки, на його думку, x_i є вагомим (значущим) для поняття, яке описується нечіткою множиною $\tilde{A}$, ніж елемент x_j . У табл. 5.4 наводяться поняття (лінгвістичні змінні), якими оперує експерт, інтерпретація цих понять — нечіткі (розпливчасті) множини $\tilde{m}_{ij} = \tilde{r}_i/\tilde{r}_j$, що

можна представити одним з можливих переходів від вербального опису до нечіткого (девербалізації).

Визначення нечітких множин (девербалізація), які репрезентують використовувані значення лінгвістичної змінної, досягається експертизою. Техніка визначення функції належності для нечітких (розпливчастих) множин наводиться, зокрема, в [181]. За допомогою цієї техніки стає можливим визначення нечіткої множини, що відповідає введенню термам лінгвістичної змінної. Після цього можна здійснювати необхідні логічні та алгебраїчні операції з нечіткими множинами [3, 29, 138, 181].

Отже, матриця попарних порівнянь (використовувана в МАІ) може бути модифікованою. Замість числових попарних відношень r_i/r_j вводяться вербальні (розпливчасті) відношення $\tilde{r}_i/\tilde{r}_j$ ($i, j = 1, \dots, n$). Тут символом « $\sim$ » (тильда) позначено нечіткі категорії, тобто такі, які визначаються за допомогою нечітких множин. Маючи вербальні оцінки, можна сконструювати низку розпливчастих матриць попарних порівнянь.

Для ієрархічної структури, представленої на рис. 5.3, це: на першому рівні — одна матриця для порівняння часткових критеріїв $K_{11}, K_{21}, \dots, K_{m1}$; на другому рівні — m матриць для порівняння часткових критеріїв $K_{12}, K_{22}, \dots, K_{p2}$ з погляду кожного з m критеріїв першого рівня, на рівні N — s матриць для порівняння n об'єктів з погляду кожного з критеріїв безпосередньо вищого рівня, тобто рівня $(N-1)$.

3. (Крок 3). Обчислення векторів нечітких ваг елементів ієрархічної структури.

Для наведеної на рис. 5.3 ієрархічної структури знаходимо, наприклад, вагові коефіцієнти критеріїв $K_{11}, K_{21}, \dots, K_{m1}$ з погляду інтегрованого критерію K або критеріїв $K_{12}, K_{22}, \dots, K_{p2}$ з погляду, наприклад, критерію K_{11} тощо. Маючи на меті знаходження цих вагових коефіцієнтів $\tilde{r}_i$ застосовується техніка середньої геометричної для нечіткої множини [321]. Знаходження вагових коефіцієнтів полягає в обчисленні середньої геометричної $\tilde{c}_i$ для елементів матриці $\tilde{A} = [\tilde{a}_{ij}]$ у такий спосіб:

$$\tilde{c}_i = \left(\prod_{j=1}^n \tilde{a}_{ij} \right)^{1/n} = (\tilde{a}_{i1} \dots \tilde{a}_{in})^{1/n}, \quad i = 1, \dots, n, \quad (5.21)$$

а також знаходженні нормалізованих нечітких вагових коефіцієнтів

$$\tilde{r}_i = \tilde{c}_i / \sum_{i=1}^n \tilde{c}_i, \quad i = 1, \dots, n. \quad (5.22)$$

Вони утворюють для кожної матриці порівнянь $\tilde{A}$ певний розпливчастий вектор пріоритетів $\tilde{r} = (\tilde{r}_1, \dots, \tilde{r}_n)$.

4. (Крок 4). Обчислення (розпливчастого) вектора пріоритетів об'єктів (проектів) найнижчого рівня з погляду інтегрованого критерію (нульового рівня).

Вектор пріоритетів $\tilde{r}_k = (\tilde{r}_{1k}, \dots, \tilde{r}_{nk})$, який визначає оцінки досліджуваних об'єктів $x_1, \dots, x_n$ з погляду інтегрованого критерію K , згідно з методикою МАІ можна одержати множенням матриць, стовпчиками яких є вектори пріоритетів ряду поруч розташованих рівнів ієрархічної структури, відповідно з їх зв'язками, вказаними на рис. 5.3.

Нехай розглядається деякий l -й рівень ієрархічної структури, елементи якого перебувають на безпосередньо вищому рівні щодо елементів рівня $l + 1$, і одночасно вони знаходяться на один рівень нижче, ніж елементи рівня $l - 1$.

Нехай маємо:

$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_{m_l}\}$ на рівні l ;

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_{m_{l+1}}\}$ на рівні $l + 1$;

y_j — j -й елемент l -го рівня;

x_i — i -й елемент $l + 1$ -го рівня;

z — елемент рівня $l - 1$, якому безпосередньо підпорядковані всі елементи множини Y .

Нехай на рівні $l - 1$ маємо певну функцію пріоритетів r_z для відповідних елементів з рівня l :

$$\tilde{r}_z : Y \rightarrow \{\tilde{r}_z(y_i)\};$$

на рівні l маємо функцію пріоритетів для елементів $l + 1$ рівня, які підпорядковані окремим елементам l -го рівня:

$$\tilde{r}_{y_j} : X \rightarrow \{\tilde{r}_{y_j}(x_i)\}, \quad j = 1, \dots, m_l.$$

Отже, з погляду відповідних елементів рівня $l - 1$ розпливчасті вагові оцінки рівня $l + 1$ можна подати за такою формулою:

$$\tilde{r}(x_i) = \sum_{j=1}^{m_l} \tilde{r}_{y_j}(x_i) \cdot \tilde{r}_z(y_j), \quad i = 1, \dots, m_{l+1}.$$

Якщо позначити через $\tilde{M}_{l+1}$ матрицю з елементами $\{\tilde{m}_{ij} = \tilde{r}_{y_j}(x_i)\}$, то маємо для трирівневої ієрархічної структури згідно з [321] $\tilde{r}_x = \tilde{M}_{l+1} \tilde{r}$, де $\tilde{r}_x$ — вектор-стовпчик пріоритетів, що

складається з елементів $\tilde{r}(x_i)$, а $\tilde{r}$ — вектор-стовпчик пріоритетів, що складається з елементів $\tilde{r}_z(y_j)$.

Користуючись методом математичної індукції, одержимо для N -рівневої ієрархічної структури, зображеної на рис. 5.3, вектор пріоритетів елементів найнижчого (N -го) рівня з погляду елемента (інтегрованого критерію K) найвищого рівня ієрархічної структури (0) у вигляді:

$$\tilde{r}_K = \tilde{M}_N \tilde{M}_{N-1} \dots \tilde{M}_2 \tilde{r}, \quad (5.23)$$

де вектор-стовпчик $\tilde{r}_K = (\tilde{r}_{1K}, \tilde{r}_{2K}, \dots, \tilde{r}_{nK})$ репрезентує розпливчасті вагові оцінки аналізованих об'єктів з погляду інтегрованого критерію (K); $\tilde{r}$ — вектор-стовпчик розпливчастих вагових коефіцієнтів елементів рівня 1 з погляду інтегрованого критерію (K); $\tilde{M}_l, l = 2, \dots, N$ — матриці, вектор-стовпчиками яких є розпливчасті вектори пріоритетів відповідних елементів певного l -го рівня з погляду елемента безпосередньо вищого рівня ($l - 1$) ієрархічної структури (з урахуванням їх зв'язків, зазначених на рис. 5.3).

5. (Крок 5). Впорядкування досліджуваних об'єктів щодо величини нечітких оцінок $\tilde{r}_{iK}$.

Після реалізації третього і четвертого кроків алгоритму маємо оцінки $\tilde{r}_{iK}, i = 1, \dots, n$, що являють собою розпливчасті коефіцієнти аналізованих об'єктів з погляду інтегрованого критерію K . На даному кроці необхідно порівняти між собою $\tilde{r}_{iK}, i = 1, \dots, n$ для впорядкування об'єктів $x_1, \dots, x_n$ відповідно до величин цих оцінок. Але, оскільки одержані оцінки є лише нечіткими (розпливчастими) множинами, то впорядкування об'єктів не є очевидним.

Таке впорядкування не можна виконати коректно, якщо спиратися лише на максимальні величини носіїв нечітких множин $\tilde{r}_{iK}$ або лише на ті величини носіїв, яким відповідають максимальні ступені належності. Впорядкування лише відносно максимальних значень носіїв нечіткої множини не завжди призводить до коректного результату, бо великі значення носіїв можуть виступати з малими ступенями належності, і навпаки. Впорядкування лише на підставі тих значень носіїв, які мають максимальний ступінь належності, теж не завжди дає добрий результат, бо при цьому не враховуються всі інші елементи носія без урахування їх величин і відповідних їм значень функції належності. Умовою правильного впорядкування об'єктів є врахування як величин носіїв, так і їх ступеня належності у нечітких множинах $\tilde{r}_{iK}, i = 1, \dots, n$.

Для цього в модифікованому алгоритмі доцільно використати, зокрема, концепцію максимізуючої множини за Йеном [321].

Максимізуючою множиною є така нечітка множина:

$$\tilde{\pi}(T) = \{(\mu_{\tilde{\pi}}(t)/t)\}, \quad t \in T, \quad (5.24)$$

де

$$\mu_{\tilde{\pi}}(t) = t/t_{\max}, \quad t_{\max} = \sup T, \quad (5.25)$$

T — множина всіх носіїв, які представляють розпливчасті оцінки аналізованих об'єктів $x_1, x_2, \dots, x_n$.

Ступінь належності в максимізуючій множині $\mu_{\tilde{\pi}}(t)$ визначає ступінь близькості кожної величини носія до максимальної величини носія у множині T , тобто в множині всіх носіїв нечітких множин $\tilde{r}_{jk}$, які представляють оцінки об'єктів, що аналізуються з погляду інтегрованого критерію.

У межах кроку 5 виконуються такі етапи:

1) утворення максимізуючої множини;

2) формування для кожного об'єкта $x_1, x_2, \dots, x_n$ розпливчастої множини $\tilde{r}'_{jk}$, яка є модифікованою оцінкою $\tilde{r}_{jk}$, тобто

$$\tilde{r}'_{jk} = \{(\mu_{\tilde{r}'_{jk}}(t)/t)\}, \quad (5.26)$$

де

$$\mu_{\tilde{r}'_{jk}} = \mu_{\tilde{r}_{jk}}(t) \wedge \mu_{\tilde{\pi}}(t), \quad i = 1, \dots, n, \quad (5.27)$$

$\wedge$ — оператор мінімуму, що відповідає логічній операції «І»;

3) формування нечіткої множини $\tilde{r}_{\text{опт}}$ — такої, що

$$\tilde{r}_{\text{опт}} = \{(\mu_{\tilde{r}_{\text{опт}}}(x_i)/x_i)\}, \quad (5.28)$$

де

$$\mu_{\tilde{r}_{\text{опт}}}(x_i) = \vee_t \mu_{\tilde{r}'_{jk}}, \quad i = 1, \dots, n, \quad (5.29)$$

$\vee$ — оператор максимуму (логічне «або»), застосування якого приводить до того, що кожен об'єкт порівнюватиметься з іншими на підставі максимального ступеня належності в множині $\tilde{r}'_{jk}$, $i = 1, \dots, n$.

У рамках даного етапу залежно від прийнятої системи гіпотез можливі різні модифікації. Зокрема, враховуючи ентропію ($H(x_i)$, $i = 1, \dots, n$) як міру невизначеності, формування нечіткої множини $\tilde{r}_{\text{опт}}$ можна виконати, якщо замість (5.29) скористатися таким виразом:

$$\mu_{\tilde{r}_{\text{опт}}}(x_i) = \vee_t \mu_{\tilde{r}'_{jk}} / (1 + H(x_i)), \quad i = 1, \dots, n.$$

Для цього кожному з розпливчастих множин $\tilde{r}'_{jk}$ розподілимо на $D_i, i=1, \dots, n$ груп. Подібне групування слушно здійснити, зокрема, за принципом близькості у кожній розпливчастій підмножині $\tilde{S}_{d_i}, d_i=1, \dots, D_i, i=1, \dots, n$ відповідних значень носіїв.

Тобто, якщо $|\iota_j - \iota_k| \leq \varepsilon$, то $\tilde{r}'_{ijK}, \tilde{r}'_{ikK} \in \tilde{S}_{d_i}, d_i=1, \dots, D_i, i=1, \dots, n$. Тут ε — задане число.

Приймаючи для кожної множини $\tilde{S}_{d_i}, d_i=1, \dots, D_i, i=1, \dots, n$

$$\mu_{d_i} = \bigvee_i \mu_{\tilde{S}_{d_i}},$$

одержимо

$$H(x_i) = - \sum_{d_i=1}^{D_i} \bar{\mu}_{d_i} \ln \bar{\mu}_{d_i}, \quad i=1, \dots, n,$$

де $\bar{\mu}_{d_i} = \mu_{d_i} / \sum_{d_i=1}^{D_i} \mu_{d_i}, d_i=1, \dots, D_i, i=1, \dots, n$;

4) формування нечіткої множини $\tilde{r}'_{\text{опт}}$ через відносну нормалізацію елементів нечіткої множини $\tilde{r}_{\text{опт}}$:

$$\tilde{r}'_{\text{опт}} = \{(\mu_{\tilde{r}_{\text{опт}}} (x_i) / x_i)\}, \quad (5.30)$$

де

$$\mu_{\tilde{r}'_{\text{опт}}} (x_i) = \mu_{\tilde{r}_{\text{опт}}} (x_i) / \max_i \mu_{\tilde{r}_{\text{опт}}} (x_i), \quad i=1, \dots, n; \quad (5.31)$$

5) впорядкування досліджуваних об'єктів (проектів) $x_i, i=1, \dots, n$ за величиною ступеня належності у множині $\tilde{r}_{\text{опт}}$ (від більшого значення серед $\mu_{\tilde{r}_{\text{опт}}} (x_i), i=1, \dots, n$ до меншого).

Зауважимо, що отримані таким чином результати обчислень справедливі лише в рамках досліджуваної групи об'єктів (проектів, стратегій). За величиною ступеня належності в нечіткій множині $\tilde{r}'_{\text{опт}}$ можна обрати серед досліджуваних об'єктів той, для якого $\mu_{\tilde{r}'_{\text{опт}}} = 1$, а решту розташувати відповідно до спадання величини функції належності $\mu_{\tilde{r}'_{\text{опт}}} (x_i), i=1, \dots, n$.

Перевагою наведеного підходу є те, що за його допомогою відносно неважко проаналізувати причини отримання тих чи інших оцінок, використовуючи сформовану на кроці 1 ієрархічну структуру (див. рис. 5.3), аналізуючи (змінюючи), у разі необхідності, відповідні матриці якісних («м'яких») попарних порівнянь, верифікуючи вихідні судження.

Наведений алгоритм, який названо «розпливчастим методом аналізу ієрархій» (РМАІ), — ефективний при розв’язуванні проблем прийняття рішень з урахуванням ризику, які вимагають багатовимірних (багатокритеріальних) порівнянь, та коли складно чи неможливо одержати необхідні кількісні дані або процес здобуття кількісних даних потребує багато часу і зусиль, коштів, а натомість є можливість відносно просто дістати вербальні (описові) дані.

Не останньою перевагою РМАІ є можливість представлення вербальних даних у вигляді, зручному для комп’ютерної обробки інформації в системах підтримки прийняття рішень, обтяжених ризиком. Алгоритм зручний для створення інтерактивної інформаційної системи багатокритеріального аналізу за відсутності кількісної інформації, що дозволяє залучити кінцевого користувача (суб’єкта прийняття рішень) безпосередньо до процесу оцінювання варіантів, верифікації вербальних («м’яких») оцінок тощо.

РМАІ допускає ряд модифікацій залежно від прийнятої раціональної системи гіпотез, різних, адекватних ситуації, правил переходу від лінгвістичного опису альтернатив до розпливчастого (девербалізації) тощо.

5.5. ІГРОВИЙ РОЗПЛИВЧАСТИЙ МЕТОД АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ (РМАІ)

Враховуючи динамічний характер економічного середовища, можна дійти, зокрема, висновку: умовами стратегічної ефективності є адаптивність, стійкість економічних рішень (стратегій), що сприяє зниженню ступеня ризику. Економічна ефективність виробничо-господарської діяльності підприємства (компанії) може визначатися комплексом оцінок, які характеризують різні аспекти його (її) функціонування. В нових умовах, як відзначається зокрема в [239], є сенс враховувати:

- розширення можливостей менеджерів з управління виробництвом, а отже, зростання потреби в аналітичній інформації, необхідній для прийняття рішень;
- вибір маркетингової стратегії в умовах та з урахуванням ризику (стохастичної чи розпливчастої природи використовуваної інформації) щодо процесів розвитку ситуації на ринку в цілому і ніші ринку конкретних товарів і послуг зокрема;
- підвищення ролі ситуаційного аналізу, прогнозування наслідків прийняття рішень, оцінки перспектив зміни загальної ситуації у країні (політичного ризику тощо);

- проведення аналізу та моніторингу ключових чинників щодо обраної стратегії управління і порівняння результатів господарської діяльності підприємства з показниками конкурентів для оцінки перспектив щодо можливості схилити на свій бік акціонерів, інвесторів та ін.

Значну роль відіграє також аналіз перспективності товарного асортименту підприємства та здобуття основних даних відносно товарів (послуг), що використовуються в процесі цього аналізу, який доцільно здійснювати відповідно до вимог ринку, з однієї сторони, і можливостей підприємств — з іншої. Умови щодо перспективності товарного асортименту вимагають застосовувати багатокритеріальний підхід, виходячи з раціонально обраної системи гіпотез, що адекватно відображають ситуацію.

Для обрання оптимальної (раціональної) стратегії важливою є наявність всебічної інформації щодо інвестиційної (інноваційної) діяльності підприємства, зокрема показників капіталовкладень, стану балансу, які визначають альтернативи стратегії, тактики тощо. В тому разі, коли продукція підприємства (фірми) виявиться неконкурентоспроможною, для виходу з такого становища важливо обрати правильну стратегію санації.

Як уже зазначалося, для вибору одного з альтернативних варіантів (проектів) необхідно приймати рішення на підставі оптимізації кількох критеріїв (з орієнтацією на множину цілей), що теж підвищує ступінь невизначеності та конфліктності (цілі нерідко суперечать одна одній). Окрім того, невизначеною (нечіткою, розпливчастою) є й інформація щодо розвитку зовнішнього (для підприємства) економічного середовища (загальноринкова кон'юнктура, попит, ціни тощо), яку зручно подати у формі множини різних взаємовиключних сценаріїв (станів) економічного середовища.

Як уже згадувалося, необхідно розрізняти суперпозицію кількох типів невизначеності та зумовленого цим економічного ризику:

- невизначеність цілей;
- невизначеність знань щодо стану економічного середовища (його розвитку в майбутньому);
- невизначеність майбутніх дій конкурентів і партнерів;
- брак кількісних даних, необхідних на момент прийняття рішення.

Зокрема, у [206] наводиться одна з модифікацій МАІ, де чинники невизначеності відносно розв'язуваної проблеми пропонується оцінювати у формі різних сценаріїв щодо можливого розвитку зовнішнього економічного середовища. Проводиться по-

парне порівняння цих сценаріїв за допомогою порядкової шкали, відповідним чином підбраної для встановлення суб'єктивних імовірностей здійснення того чи іншого сценарію. Як зазначається в [206], рішення тут приймаються без достатньо глибокого врахування ризику. Так, вагові коефіцієнти, які відносяться до цільової системи, представлені тут детермінованими (сподіваними) величинами, а зважені пріоритети стратегічних варіантів визначаються як добуток загальної ваги підцілей та сподіваної величини незважених пріоритетів.

Запропонований у [76, 78] ігровий розпливчастий метод аналізу ієрархій (IPMAI) дає можливість враховувати: брак кількісних даних, невизначеність цілей, неоднозначність множини можливих станів економічного середовища та пов'язаного з цим ризику при виборі об'єкта (проекта, стратегії) з оптимальним (раціональним) ступенем ризику. Тобто, враховується суперпозиція (спільний вплив) означених вище чинників ризику.

Алгоритм PMAI, поданий у попередньому матеріалі (див. п. 5.4), дає змогу впорядковувати досліджувані стратегії (об'єкти) $x_k \in X$ за величиною функції належності певної розпливчастої множини. На підставі величини функції належності μ_k , $k = 1, \dots, m$ ($0 \leq \mu_k \leq 1$) можна обрати серед досліджуваних стратегій $x_k \in X$ таку x_{k_0} , що $\mu_{k_0} = 1$, а решту розташувати відповідно до спадання величини функції належності.

Для класу проблем, що розглядаються в [50, 76, 78, 206], комбінація припущень стосовно невизначеності наших знань про можливий розвиток економічного середовища (загальноринкової кон'юнктури, попиту, цін, податкової політики, темпів інфляції тощо) може бути представлена множиною сценаріїв (станів економічного середовища), спираючись на методологію сценарного аналізу. Оскільки поведінка людини в процесі прийняття рішення залежить від ситуації, в якій воно приймається, то зрозуміло, що в загальному випадку експерти (менеджери) надають у кожному стані економічного середовища (сценарії) різні попарні оцінки щодо важливості (пріоритетності) різних підцілей на різних рівнях ієрархічної структури, яка містить інтегрований критерій, часткові критерії і стратегії (об'єкти) дослідження та впорядкування (вибору).

Теоретико-ігрова модель, розглянута в п. 5.1, є досить ефективною для використання її в даному випадку. Як зазначалося у цьому підрозділі, ситуація прийняття рішень згідно з концепцією теорії ігор характеризується множиною:

$$\{S, \Theta, F\}, \quad (5.32)$$

де $S = \{s_1, s_2, \dots, s_m\}$ — множина альтернативних стратегій (рішень) суб'єкта управління; $\Theta = \{\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n\}$ — множина сценаріїв (станів) економічного середовища, яке може перебувати лише в одному з цих станів $\theta_j \in \Theta$; $F = \{f_{kj} = f(x_k, \theta_j)\}$ — функціонал оцінювання, визначений на $S \cdot \Theta$.

У розгорнутій формі ситуація прийняття рішень характеризується матрицею, елементами якої є величини $f_{kj} = \mu_{kj}$ — значення оцінок функції належності стратегії $s_k \in S$ за умови, що середовище перебуватиме в стані $\theta_j \in \Theta$.

Якщо скористатися РМАІ, то можна одержати відповідні оцінки функції належності для кожної стратегії $s_k \in S$ та для кожного сценарію $\theta_j \in \Theta$, тобто побудувати функціонал оцінювання:

$$\mu = \begin{pmatrix} & \theta_1 & \theta_2 & \dots & \theta_n \\ x_1 & \mu_{11} & \mu_{12} & \dots & \mu_{1n} \\ x_2 & \mu_{21} & \mu_{22} & \dots & \mu_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_m & \mu_{m1} & \mu_{m2} & \dots & \mu_{mn} \end{pmatrix}.$$

Необхідно зазначити, що коли для всіх виділених сценаріїв θ_j , $j = 1, \dots, n$ існує домінуюча стратегія $s_{k_0} \in S$, тобто така, для якої для всіх $j = 1, \dots, n$ справедливо

$$\mu_{k_0j} = 1, \quad (5.33)$$

то її необхідно обрати, оскільки вона забезпечить мінімальний ризик.

Існує підхід, який забезпечує безризикову стратегію. Це — принцип максиміна (гарантованого результату), який одержують завдяки критерію Вальда для п'ятої інформаційної ситуації. Але, як зазначається в ряді праць, цей підхід надзвичайно консервативний, ним користуються у випадках, коли необхідна абсолютна гарантія, що пов'язана з відповідним рішенням (стратегією).

Можна розглядати та обирати інші інформаційні ситуації, застосувавши один з можливих підходів, зокрема, для оцінки ймовірності (суб'єктивної ймовірності) кожного з множини сценаріїв (станів) економічного середовища, спираючись на раціональну, адекватну ситуації систему гіпотез.

Отже, за допомогою РМАІ можна провести попарне зіставлення на вербальному рівні всіх виділених сценаріїв, використавши для вербалізації порядкові шкали з відповідними розпливчастими оцінками, в результаті чого нескладно одержати відповідні суб'єктивні ймовірності кожного зі сценаріїв. Перша інформаційна ситуація (I_1) є, мабуть, найпоширенішою в практичних задачах прийняття рішень за умов ризику. Для неї розроблено цілу низку критеріїв (зокрема, семіквадратичне відхилення), про що йдеться в п. 5.2.1.

Раціональним, на нашу думку (до речі, вдруге щодо ІРМАІ), є застосування РМАІ, коли при використанні теоретико-ігрової концепції прийняття рішення вибір стратегії відбувається на підставі кількох критеріїв стосовно оцінки та моделювання ризику. Тож, є сенс будувати ієрархію цілей. Головна з них виступає як інтегрована оцінка ризику. На безпосередньо нижчому рівні ієрархії як підцілі виступають інформаційні ситуації з множини I_i , $I_i, i = 1, \dots, 7$, пов'язані з відповідними гіпотезами щодо рівня невизначеності множини станів економічного середовища, і обрані для аналізу і попарного порівняння. На ще нижчому рівні ієрархії обираються окремі критерії (чи класи критеріїв) кількісної оцінки ризику, які є характерними для відповідної інформаційної ситуації щодо множини сценаріїв (станів економічного середовища), тощо. Тут можливими є різні модифікації основної методики.

ІРМАІ можна подати такою послідовністю основних його кроків.

Крок 1. Формування множини альтернативних об'єктів (проектів стратегій) S .

Крок 2. Формування множини сценаріїв (множини взаємовиключних станів економічного середовища Θ).

Крок 3. Формування багаторівневої ієрархічної структури, яка містить інтегрований критерій, часткові критерії та об'єкти (стратегії), з яких необхідно вибрати найкращий у певному розумінні, з урахуванням ризику.

Крок 4. Побудова для кожного сценарію матриць попарних порівнянь з вербальними (нечіткими) оцінками для елементів, які знаходяться на окремих рівнях ієрархії.

Крок 5. Обчислення для кожного сценарію значень розпливчастих вагових коефіцієнтів кожного з елементів ієрархічної структури з погляду елемента, який знаходиться на безпосередньо вищому рівні ієрархії.

Крок 6. Обчислення для кожного сценарію розпливчастого вектора пріоритетів, який визначає нечіткі оцінки з погляду інтегрованого критерію всіх розглядуваних об'єктів (стратегій).

Крок 7. Впорядкування для кожного сценарію досліджуваних об'єктів (проектів) за величиною ступеня функції належності в множині нечітких оцінок та побудова функціонала оцінювання.

Крок 8. Визначення ймовірності (суб'єктивної ймовірності) для кожного з альтернативних сценаріїв (множини можливих взаємовиключних станів економічного середовища).

Крок 9. Визначення підмножини інформаційних ситуацій (з множини $I_i, I_i, i = 1, \dots, 7$), які характеризують стратегію поведінки економічного середовища (множини його альтернативних станів).

Крок 10. Вибір критерію прийняття рішення на підставі теоретико-ігрової моделі чи формування для оцінки ризику багатокритеріальної багаторівневої ієрархічної структури.

Крок 11. Побудова матриць порівнянь з нечіткими оцінками для елементів, які розташовані на окремих рівнях ієрархії.

Крок 12. Обчислення значень нечітких вагових коефіцієнтів кожного з елементів ієрархічної структури з погляду елемента, який знаходиться на безпосередньо вищому рівні ієрархії.

Крок 13. Обчислення вектора пріоритетів, який визначає з погляду інтегрованого критерію нечіткі (розпливчасті) оцінки стосовно об'єктів, що аналізуються.

Крок 14. Впорядкування та вибір оптимального (раціонального) об'єкта (рішення).

Зазначимо, що кроки 11—13 виконуються лише в тому разі, коли на підставі теоретико-ігрової моделі рішення приймаються не за одним, а за багатьма критеріями (оцінками) ступеня ризику.

Наявність ефективного програмно-методичного комплексу для виконання відповідних розрахунків за допомогою ПЕОМ згідно із запропонованим алгоритмом IPMAI дозволяє широко використовувати його в бізнесі (менеджменті), проводити розрахунки на підставі одержаної вербальної чи змішаної інформації. Це, в свою чергу, дає можливість періодично здійснювати аналіз об-

раного рішення на підставі моніторингу, з урахуванням нової інформації, адаптувати рішення щодо нової, як зовнішньої, так і внутрішньої, ситуації у фірмі, зробити процес прийняття (та адаптації) рішень менш волюнтаристським та більш обґрунтованим. Метод зручний тим, що дозволяє залучити кінцевого користувача до ефективного діалогу. Зазначимо, що ІРМАІ припускає ряд модифікацій, котрі будуються відповідно до ситуації, обраної системи гіпотез, способів шкалювання та представлення розпливчастих множин тощо. Користуючись цим методом, зручно будувати відповідну експертну систему, яка поєднує можливості широкого використання різних джерел інформації, зокрема може йтися про нечітку вербальну («м'яку») інформацію. До складу такої системи входять відповідні бази: знань, даних, моделей. Використовуються також відповідні пакети прикладних програм, зокрема, імітаційного моделювання, прогнозування, обробки експертних оцінок, теорії ігор.

Реалізована на ПЕОМ система повинна мати сприятливий (дружній) інтерфейс для ведення діалогу з користувачем (бізнесменом, менеджером, аналітиком), оцінювання варіантів та відносно простої зміни (у разі необхідності або при одержанні додаткової інформації) вихідних суджень суб'єкта ризику.

РОЗДІЛ 6

УПРАВЛІННЯ РИЗИКОМ

6.1. АСПЕКТИ УПРАВЛІНСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Життя повне несподіванок, виникнення яких можливе як усередині фірми, так і ззовні. Жоден найдосконаліший план чи мудрий менеджер передбачити всіх несподіванок не зможе. Але враховувати зміни внутрішніх і зовнішніх умов і швидко пристосовуватися до них необхідно. Фірма повинна не лише бути готовою до змін, але й здатною їх сприйняти та адаптувати. Відсутність цієї здатності може виявитися основною причиною виникаючих кризових ситуацій. Тому питання ефективності управлінської діяльності завжди викликали особливий інтерес. У літературі досить широко висвітлюються різні аспекти цієї діяльності, а саме: управління за результатами, управління за цілями, управління за відхиленнями, ситуаційне управління, програмно-цільове управління тощо [185, 289].

Визначимося щодо сутності основних напрямів управлінської діяльності.

Управління за результатами. Прихильники даного процесу управління виокремлюють три основних етапи, а саме:

- визначення бажаних результатів;
- управління залежно від ситуації;
- контроль за результатами.

Визначення бажаних результатів починається з аналізу прагнень, на підставі якого встановлюються бажані результати для різних рівнів. Цей процес закінчується визначенням лінії діяльності та ідей для її здійснення. Результати, котрі відповідають інтересам організації, виражаються відповідними цілями, які можна структурувати [116]. Тобто, формується ієрархія цілей. Разом з тим виникає і відповідний ризик, спричинений конфліктністю між окремими цілями.

У концепції управління за результатами суттєвим є саме наголос на результат. Тут можливості організації використовуються таким чином, щоб плани діяльності реалізовувалися, починаючи від

їх стратегічного рівня до планів індивідуального використання робочого часу окремими працівниками (управлінцями).

Необхідно звернути увагу на той факт, що прихильники управління за результатами, оцінюючи значущість рішень, що приймаються, наполягають на визначенні ключових результатів (виокремлюють функціональні ключові результати і результати підтримки). Тобто тут визначення цілей відсувається на другий план. Проте важко уявити, якими можуть бути результати без чітко сформульованих цілей. Фахівці дійшли висновку, що управління — це цілеспрямована діяльність групи людей задля досягнення необхідних цілей.

П. Друкер відомий тим, що першим опублікував концепцію **управління за цілями (УЗЦ)**, визначивши її як метод підвищення ефективності діяльності організації. Друкер вважає, що кожний керівник в організації — від найвищого до найнижчого рівнів — повинен мати чіткі цілі, які забезпечують підтримку цілей керівників, що перебувають на більш високому рівні в ієрархії управління. Такий підхід, вважає Друкер, допоможе кожному керівникові одержати чітке уявлення про те, чого сподівається від нього організація, про цілі організації і цілі його керівників.

Дуглас Мак Грегор, також прихильник УЗЦ, розглянув цю проблему з іншого боку. Він вважає, що метод управління за цілями необхідний, оскільки надає можливість оцінювати керівників на підґрунті міри досягнення цілей. Наприклад, повідомлення підлеглому, що він малоініціативний, не є корисною формою зворотного зв'язку. Але якщо підлеглому сповіщають, що його продуктивність на 10 % нижча за контрольну цифру, встановлену шість місяців тому, це дає чітку систему координат, еталон для контролювання продуктивності та обговорення проблем. Крім того, підлеглому необхідно пояснити, що можна зробити для підвищення продуктивності.

Управління за цілями як процес складається з чотирьох взаємозалежних і взаємопов'язаних етапів:

- 1) вироблення чітких, лаконічних формулювань сутності цілей;
- 2) розробка реалістичних планів їх досягнення;
- 3) систематичний контроль, вимірювання та оцінка роботи і результатів;
- 4) коригуючі засоби для максимально можливого досягнення запланованих цілей.

Характеризуючи *перший етап* управління за цілями, необхідно наголосити, що після формування вищим керівництвом довго- і короткострокових цілей для організації і для себе особисто ці

цілі формулюються для працівників безпосередньо нижчого рівня ієрархії управління. Здійснення процесу формування цілей повинно супроводжуватись обміном інформацією. Окрім зміни очікуваних результатів роботи, двосторонній обмін інформацією дозволяє підлеглим повідомити керівникам, що їм необхідно для досягнення поставлених цілей. На думку зарубіжних фахівців, підлеглим з боку керівників необхідна підтримка для вирішення поставлених завдань у сфері інформації; уточнення відносин між рівнями повноважень і відповідальності; з боку штатного персоналу необхідна горизонтальна і вертикальна координація; фінансування на придбання матеріалів, обладнання та інших ресурсів.

Другий етап процесу управління за цілями пов'язаний з плануванням дій: визначення того, що, ким, коли, де і в якій кількості необхідно здійснити задля досягнення поставленої цілі.

Розробка планів дій дає такі переваги:

- 1) оцінка практичної можливості досягнення цілей;
- 2) виявлення зон потенціальних проблем і несподіваних наслідків (ризиків);
- 3) полегшення пошуку кращих та ефективніших шляхів досягнення цілей;
- 4) забезпечення основи для оцінки витрат і розробки бюджетів, календарних планів;
- 5) визначення того, які виробничі відносини існують та яка підтримка їм потрібна;
- 6) виявлення непередбачуваних обставин (ризиків), які необхідно враховувати для досягнення цілей.

Третій етап перевірки та оцінки настає після встановленого контрольного періоду. Його завданням є визначення рівня досягнення цілей, виявлення проблем і перешкод, встановлення особистих потреб і винагороди за ефективну роботу.

Четвертий етап процесу УЗЦ — це прийняття коригуючих засобів. Зважаючи на те, що цілі навряд чи будуть досягнуті, і, переконавшись, що досить точно встановлено причини цього, необхідно вирішити, які слід вжити заходи для коригування відхилення. Якщо встановлено, що поставлені цілі були нереальними, рівень очікуваних результатів усе ж таки знижувати не слід. Можливо, причина невдачі пов'язана не з працівником, а якимось іншим чинником. Відповідні чинники мають бути скориговані з урахуванням впливу, який спричинить ця корекція на інші аспекти діяльності.

Проте управління за цілями має низку серйозних недоліків, що в багатьох випадках призводить до невдачі, тому цей метод

піддається критиці. Нижче перелічені найпоширеніші причини невдач програм управління за цілями [182]:

1. Недостатня зацікавленість і підтримка вищого керівництва.
2. Спотворення тлумачення концепції управління за цілями.
3. Труднощі з постановкою цілей (для деяких видів робіт і сфер діяльності цілі важко об'єктивно оцінити і кількісно визначити).
4. Недостатня кваліфікація керівників для визначення цілей, планування, організації міжособистісних взаємодій, асиметрія щодо передачі та одержання інформації на основі зворотного зв'язку.
5. Дефіцит часу (невміння керівника визначити пріоритетні завдання, ефективно використати час).
6. Проблеми з індивідуальною мотивацією (винагорода в явній і опосередкованій формах повинні бути достатніми для стимулювання людей до роботи).
7. Слабка інтеграція з іншими системами (постановка цілей та оцінка результатів повинна поєднуватись з іншими напрямками управлінської діяльності).
8. Збільшення обсягів канцелярської роботи.

За кордоном достатньо широко застосовується метод **управління за відхиленнями**, котрий ґрунтується на виявленні і доведенні до відома керівника тільки тієї інформації, що обов'язково вимагає його особистої уваги. Цей процес потребує постійного спостереження за поточним станом справ у фірмі і зіставленням його з нормативами і встановленими цілями визначення реальних відхилень від наміченого шляху і прийняття необхідних управлінських рішень [289].

Відхилення від обраних цілей і нормативів можуть зумовлюватися:

- невизначеністю майбутнього і виникненням спричинених цим непередбачуваних ситуацій;
- ігноруванням можливості настання тих чи інших добре відомих подій;
- некомпетентністю, недобросовісністю, злочинною безпечністю виконавців;
- помилками через перевтому, перевантаження працівників;
- зовнішніми причинами;
- необґрунтованістю нормативів та індивідуальних цілей.

Для того, щоб на відхилення правильно відреагувати, їх необхідно заздалегідь «розсортувати» за *термінами, причинами, кількісними та якісними характеристиками*.

Управління за результатами, управління за цілями, управління за ситуаціями і управління за відхиленнями свідчать про змішування понять і функціональних характеристик. Як можна, наприклад, говорити про управління за цілями без досягнення конкретного результату, чи навпаки? Тож, не випадково деякі фахівці, зокрема З. П. Румянцева у книзі «Менеджмент організації» [182], ототожнюють поняття «управління за цілями» і «управління за результатами».

Якщо цілепокладання — це початок будь-якої управлінської діяльності, то її обов'язковим продовженням має бути визначення видів робіт, які потрібно здійснити для досягнення цілей. Дещо особливим є метод управління за відхиленнями, але його застосування в комплексі зі згаданими способами дає позитивні результати, передусім скорочення витрат трудових ресурсів.

Суміщення методів управління за результатами, управління за цілями, управління за ситуаціями і управління за відхиленнями в межах інтегрованої управлінської діяльності стає джерелом синергізму.

У межах інтегрованої управлінської діяльності виокремлюються такі етапи:

- 1) визначення цілей;
- 2) встановлення конкретних результатів по кожному структурному підрозділу і працівнику;
- 3) розробка планів дій щодо досягнення цілей і відповідних результатів;
- 4) реалізація цілей і досягнення результатів на підґрунті управління за ситуаціями;
- 5) систематичний контроль, оцінка результатів на базі управління за відхиленнями;
- 6) коригуючі заходи для досягнення цілей і запланованих результатів.

Для реалізації методики інтегрованої управлінської діяльності в межах запропонованої етапності необхідно орієнтуватись на:

1. *Визначення і чітке формулювання цілей управлінської діяльності.*

Питанням постановки і досягнення цілей приділяється достатньо велика увага як у вітчизняній, так і зарубіжній літературі. У реалізації будь-якої системи управління має бути заінтересованість з боку керівних працівників системи в цілому. Якщо ж спостерігатиметься пасивність, відсутність розуміння і бажання цілеспрямовано діяти з боку керівників, позитивного результату не варто чекати. Ця ланцюгова реакція і стан незаінтересованості охоплюють увесь колектив. Виникає відповідний ризик.

Досить часто цілі визначаються таким чином, що вони суперечать одна одній і теж породжують відповідний ризик. Формуючи цілі, необхідно прагнути до їх реальності. Не можна нав'язувати цілі колективу, котрий їх не розуміє і не підтримує. Існує практика залучення робітників до процесу цілепокладання. Вона нерідко виправдовує себе.

Встановлені на вищому керівному рівні цілі нерідко доходять до нижчих рівнів і виконавців фрагментарно, тільки деякими відомостями, а іноді й чутками.

Сформовані цілі також не повинні використовуватись для посилення контролю, переслідування і покарання людей. Коли подібний стиль керівництва поширюється, процес установлення цілей сприймається негативно і вміло саботується. Виникає ризик невикористаних можливостей.

Правильно сформульовані цілі є фундаментом для виконання системного аналізу, а проведення консультацій дозволяє навчати працівників і підняти на якісніший рівень аналітичну роботу.

З погляду вимірності цілі є сенс поміркувати над такими питаннями [40, 102]:

1. Що вимірюється (гроші, матеріали, машини і обладнання, люди)?
2. Як вимірюється (управління капіталом, використання матеріалів, робота людей)?
3. Який спосіб вимірювання (фундаментальний, вимірювання співвідношень, тенденцій)?
4. Які функції вимірювання (доцільна точність)?
5. Затрати виміру (час, зусилля, гроші)?
6. Методологічна база (література та інші джерела)?
7. Прикінцеві критерії вибору показників (затрати, потенційна вартість, час, доступність обсягу, статистична надійність вимірів, компетентність).

Актуальність цілей необхідно постійно відслідковувати, перевіряти з урахуванням змін основних чинників як зовнішнього, так і внутрішнього характеру. Адже в процесі руху до цілей самі вони можуть трансформуватися. Тут також виникає ризик.

2. Встановлення конкретних результатів по кожному структурному підрозділу і працівникові.

Процес визначення результатів повинен починатись з аналізу прагнень, на основі якого встановлюються бажані результати для різних рівнів системи управління. Так, за оцінками фінських спеціалістів ключовими можуть бути результати трьох типів [243]:

- комерційної діяльності;
- функціональної діяльності;
- підтримки.

Важливе місце займає визначення найбільш значущих результатів комерційної діяльності, ранжування їх у порядку важливості і досягнення узгодженості на всіх рівнях організації. Результати комерційної діяльності найчіткіше проявляються у підрахунках результатів і підбитті балансу або ж в оцінці розрахованих на їх основі контрольних показників.

3. *Розробка планів дій щодо досягнення цілей і відповідних результатів.*

З питань планування існує низка літературних джерел, різних інструкцій, положень, нормативних документів. Враховуючи особливості інтегрованої діяльності, розробка відповідних планів досягнення необхідних результатів повинна здійснюватись з урахуванням організаційно-методичних основ і специфіки використовуваних систем. Передусім необхідно сформулювати ті переваги, котрі надає розробка планів дій [243]:

1. Оцінювання практичної можливості і творчого потенціалу управлінського персоналу для досягнення цілей і відповідних результатів.

2. Виявлення зон потенційних проблем і несподіваних наслідків. У цій ситуації необхідно завжди пам'ятати про таке: *виявляється, як це не парадоксально, що будь-яка процедура, котра застосовується при вирішенні проблеми, тим менш корисна, чим суворіше її дотримуєшся.*

Зрозуміло, що необхідно мати певний рівень навичок стосовно вирішення проблем для тих, чия робота включає: нові ситуації, необхідність об'єднання зусиль багатьох людей; пояснення цілей; аналіз складної інформації і проведення деталізованого планування. Навички щодо вирішення проблем високого рівня необхідні там, де доводиться адаптуватись до частих змін обставин і проявляти інноваційний підхід.

3. Пошук кращих та ефективніших шляхів досягнення цілей. Аналіз планової діяльності досягнення цілей і проміжних результатів дозволяє переглянути плани дій.

4. Забезпечення основи для оцінки затрат і розробки бюджетів, календарних планів і ресурсів.

5. Визначення того, які виробничі відносини і підтримка необхідні.

6. Виявлення непередбачуваних обставин, які слід враховувати для досягнення цілей.

Можна виокремити такі основні етапи планування дій [243]:

1) визначення основних завдань і заходів, необхідних для досягнення цілей і відповідних результатів;

2) встановлення взаємозв'язків, які мають визначальне значення, між основними видами діяльності. Це, по суті, пов'язано з вивченням операцій із загальних позицій і створенням календарного плану їх виконання у необхідній послідовності;

3) уточнення ролей, відносин і делегування відповідних повноважень для виконання кожного виду діяльності;

4) оцінювання затрат часу для кожної основної операції і підоперації;

5) визначення тактичних дій, необхідних для кожної операції. Суттєве значення для керівництва має встановлення затрат задля досягнення цілей і результатів до початку практичної реалізації плану;

6) перевірка термінів і корекція планів дій. Після обговорення з підлеглими та іншими керівниками часто виникає необхідність коригування плану дій, щоб зробити його реалістичнішим. Терміни закінчення робіт можуть бути перенесені, ресурси збільшені чи зменшені, графіки завдань переглянуті тощо.

4. Реалізація цілей і досягнення результатів на підґрунті управління за ситуаціями.

Розглядаючи даний етап інтегрованої управлінської діяльності, необхідно передусім зрозуміти, що суть ситуаційної теорії полягає в тому, що результати одних і тих же управлінських дій у різних ситуаціях можуть сильно відрізнятися один від одного. Ситуаційні теорії управління дають рекомендації стосовно того, як слід управляти в конкретних ситуаціях. Тут виокремлюються чотири обов'язкових дії, котрі мають бути виконані менеджером для того, щоб домогтися ефективного управління в кожній конкретній ситуації і при цьому знизити ступінь ризику.

По-перше, в процесі реалізації управлінської діяльності необхідно обов'язково здійснити аналіз ситуації з огляду на те, які вимоги до організації висуває ситуація і що характерно для цієї ситуації.

По-друге, має бути обраний відповідний підхід до здійснення управлінської діяльності, який би у правильному розумінні і найкращим чином відповідав вимогам, які висуваються до організації в конкретній ситуації.

По-третє, управлінська діяльність має сприяти створенню в організації потенціалу і необхідної гнучкості (маневреності) для переходу до відповідної ситуації управлінського стилю.

По-четверте, необхідно своєчасно здійснити відповідні зміни, що дозволяють адаптуватися до ситуації.

Ситуаційні теорії описують, зокрема, те, як адаптувати організацію до конкретних вимог, як виконувати зміни і перестанов-

ки — раціонально і безболісно, як створювати і розвивати адаптаційний потенціал. Для непередбачуваних (ризикових) ситуацій характерно, що виникають вони несподівано і не вкладаються в межі накопиченого досвіду, тому потребують нестандартних підходів й оперативних рішень, затримка з якими загрожує чималою небезпекою. Проблеми, котрі виникають в умовах непередбачуваних ситуацій, бувають явними і неявними (латентними), тому інформація про них може надходити в одних випадках у вигляді сильних, а в інших — слабких сигналів, тобто в першому випадку рівень обізнаності такий, що залишається достатньо часу для вжиття обґрунтованих заходів, а в другому часу залишається мало.

Звичайно, особлива проблема — це виявлення слабких сигналів, бо тут значно зростає ступінь ризику. Тому від фахівців, які займаються виявленням інформації такого роду, вимагається висока кваліфікація. Важливість проблеми спонукає фірми, компанії залучати до цієї справи додаткові людські ресурси, окрім штатних працівників, зайнятих у даній сфері діяльності. Багато великих фірм утримують групи консультантів, які регулярно займаються питаннями виявлення слабких сигналів, створюються структурні підрозділи з управління ризиком і безпекою.

У випадку стрімкого наростання небезпечних ситуацій, відсутності достатнього часу для їх осмислення і складання відповідних планів необхідно задіяти антикризову програму, яка повинна завжди бути наготові і передбачати:

- неперервне спостереження (моніторинг) за розвитком подій за межами фірми, аналіз результатів, інформування керівництва про все, що заслуговує на його увагу;
- покладання завдань оперативного управління на спеціальну групу, що володіє необхідними ресурсами і повноваженнями, які можуть реалізовуватись у разі необхідності;
- створення спеціальних аналітичних служб, які оперативно готують відповідні рішення і рекомендації стосовно використання мережі аварійних комунікацій.

Помилка керівництва фірми щодо оцінки гостроти ситуації може зумовлюватись і такими обставинами, як:

- надмірна впевненість у знанні і розумінні потреб і запитів споживачів;
- надмірна впевненість у хорошому знанні конкурентів, неможливості з'ясувати їх справжні наміри;
- неправильне визначення структури та ступеня ризику;
- нездатність розпізнати реальну небезпеку, особливо у разі, коли економічному стану фірми до цього часу ніщо не загрозувало.

Володіння мистецтвом управління ситуацією передбачає, що керівники мають здатність аналізувати і брати до уваги суттєві внутрішні і зовнішні ситуаційні чинники. Необхідно володіти різними стилями керівництва і впливу, щоб використовувати їх відповідно до вимог ситуації, що склалася.

5. Систематичний контроль, оцінка результатів на базі управління за відхиленнями.

Це один з найскладніших етапів, бо він безпосередньо виходить на управлінський персонал, особистість, де можуть проявитись суб'єктивні підходи з боку менеджера, підприємця, що дуже небажано.

Контроль — функція аналітична, яка включає спостереження за перебігом процесів в об'єкті управління. Контроль — це процес забезпечення досягнення організацією своїх цілей, інакше кажучи це процес, за допомогою якого керівництво організації визначає, чи правильні його рішення, чи не потребують вони певного коригування, чи одержані заплановані проміжні або кінцеві результати. Організація, орієнтована на результат, повинна бути здатною швидко визначити причину як успіхів, так і невдач, і зробити висновки на майбутнє.

Наголосимо, що процес контролю починається з контролю за результатами і супроводжується оцінюванням чинників, які сприяють чи заважають їх одержанню. Щоб результати можна було оцінити найефективніше, кінцеві цілі мають бути добре визначеними. Чітке уточнення основних результатів і ступеня досягнення цілей є головним підґрунтям цілеспрямованого контролю.

Контроль виконання належить до найефективніших методів керівництва. За ефективністю впливу на стан справ у колективі з ним не може зрівнятися жоден інший метод. Надмірно жорсткий контроль може призвести до небажаних наслідків. Кожний менеджер, підприємець освоює і застосовує ту чи іншу форму контролю, з огляду на характерний для нього стиль керівництва. Існує підхід, коли виокремлюють три типи контролю: попередній, поточний і заключний. За формою вони мало чим різняться; різняться лише часом здійснення.

6. Коригуючі заходи для досягнення цілей і запланованих результатів.

Після контролю і оцінювання досягнутих результатів йде останній етап — вжиття коригуючих заходів.

Максимальне використання позитивного досвіду кожного методу, об'єднаних в одну систему, окрім ефекту синергізму, дозволить значно знизити управлінський ризик.

6.2. СИСТЕМНИЙ ПІДХІД В УПРАВЛІННІ РИЗИКОМ

З розвитком цивілізації, техніки, технологій, з підвищенням ролі людського чинника необхідність управління ризиками неухильно зростає. У зв'язку з ускладненням зовнішніх і внутрішніх умов, їх мінливістю, багатогранністю джерел і можливих наслідків ризику в економічній сфері ризик необхідно розглядати та враховувати на засадах системного підходу разом з іншими системними характеристиками і параметрами господарської діяльності. У низці наукових праць слушно зазначається, що необхідність системного підходу зумовлена зростанням витрат на контроль та управління ризиками на всіх ієрархічних рівнях управління (держава, підприємство, особа).

Системний підхід в управлінні ризиком ґрунтується на припущенні, що всі явища та процеси слід розглядати в їх взаємозв'язку, враховувати вплив окремих елементів і рішень, зворотні зв'язки.

Системний підхід реалізується, коли враховуються такі аспекти [107]:

1) метою забезпечення безпеки діяльності повинен бути системний захист геополітичних, політичних, соціальних, економічних, фінансових процесів, захист довкілля, конструкторських і технологічних структур економіки від надмірних ризиків. Одночасно повинні використовуватись техніка безпеки, охорона праці, управління конфліктами. Якщо не вдасться забезпечити баланс цілей через управління ризиками, то позитивний ефект буде сумнівним. Якщо не вдасться забезпечити безпеку хоча б за одним з чинників, то не вдасться забезпечити і безпеку загалом;

2) ризики (які мають відмінну фізичну природу і різні джерела), пов'язані з одним об'єктом чи операцією, розглядаються як єдиний комплекс чинників, що впливає на ефект і витрату ресурсів;

3) збереження балансу та передбачення можливості створення необхідних для управління ризиком резервних ресурсів на різних рівнях ієрархії управління. Якщо пріоритет щодо управління ризиками надаватиметься лише одному з ієрархічних рівнів, то це однозначно знизить рівень безпеки в системі управління ризиками на рівні країни загалом;

4) доречно розглядати цілісну систему заходів з управління ризиком на різних етапах життєвого циклу товарів і послуг (аванпроект, ескізний проект, техноробочий проект, дослідні зразки);

5) заходи з підготовки, проведення операції (угоди) формуються так, щоб знизити ризик від цієї операції до допустимого

рівня. Наприклад, при підготовці підприємницької операції необхідно перекоонатись у тому, що партнери (контрагенти) мають відповідний фінансовий стан (є платоспроможними), виокремити в угоді умови щодо ризику й методи зниження його ступеня (застосування прийомів нефондового страхування — акредитивів, факторингу, лізингу тощо). Здійснюючи угоду, необхідно звернути увагу на транспортні ризики; проводячи розрахунки, слід дослідити чинники, здатні вплинути на можливість ухилення контрагентів від сплат чи їх несвоєчасне здійснення. На етапі обліку потрібно правильно відобразити отримані фінансові результати тощо;

6) розробляється комплекс заходів, які знижують ризик до допустимих меж на різних стадіях життєвого циклу підприємства (компанії, фірми): створення, розвиток, зрілість, старіння; а також інвестиційних проектів і програм, поточних операцій тощо в їх взаємозв'язку для захисту від недопустимих (катастрофічних) ризиків у функціонуванні підприємства;

7) визначається комплекс заходів для підвищення безпеки діяльності за рахунок використання ресурсів, розподілених у часі і просторі. Розглядають методи зниження, попередження, страхування і поглинання різних за своєю природою ризиків. Важливо визначитись, яка з альтернативних операцій та який зі способів зниження ступеня ризику дає найбільшу ефективність. Зазвичай використовується комбінація методів зниження ступеня ризику з урахуванням обмеженості ресурсів щодо їх використання та часу;

8) доцільно розглядати систему управління ризиком (ризик-менеджмент), використовуючи: законодавство та нормативні акти; заходи економічного та фінансового характеру; конструктивні і технологічні рішення; організаційні заходи; природозахисні заходи тощо. Державі важливо забезпечити баланс і ефективність різноманітних заходів щодо зниження ризиків діяльності. Для цього на законодавчому рівні забороняються деякі небезпечні й шкідливі для суспільства види діяльності, ліцензуються певні види діяльності тощо. Державні та місцеві органи влади встановлюють також спеціальні податки (наприклад, екологічні), створюють різного роду інспекції, маючи на меті зниження рівня ризиків;

9) важливим є забезпечення певного балансу використання ресурсів та інтенсивності заходів з управління ризиками. Особливо важливим є забезпечення управління ризиками за існування обмеження обсягів ресурсів;

10) доцільно досліджувати ризик щодо визначення способів і засобів досягнення цілей. Ідеться також про такі поняття, як ризик-маркетинг і моніторинг ризиків;

11) у ризик-менеджменті доцільно розглядати ризики стосовно вивчення і дії; ризики щодо планування, організації, мотивації, контролю, а також таємниці, конфіденційності; ризики управління конфліктом та ін.

Зауважимо, що прагнути абсолютної безпеки (уникнення ризику) є справою безнадійною. Це пов'язано з надмірними витратами ресурсів (надмірною надійністю), але й нехтування аналізом ризиків, моделюванням, управлінням ним теж може призвести до небажаних наслідків. Для будь-якої практичної ситуації і сфери економічної діяльності існує золота середина між безпекою й ризиком, і завданням фахівців з економіки є необхідність дослідження всіх аспектів, пов'язаних з розвитком ризикології.

Важливим завданням соціально-економічної політики в період швидкої трансформації економіки (перехідні періоди) є знаходження необхідного (оптимального) співвідношення між допустимим ступенем ризику й витратами з управління ризиками на рівні держави, місцевого управління, на рівні фінансово-промислових груп і холдингів, підприємств тощо. Управління ризиком має мати власну стратегію, тактику й оперативну складову, які потрібно системно узгоджувати з низкою інших системних характеристик та економічних критеріїв ефективного функціонування економіки та підприємництва. Разом з тим управління ризиком має розглядатись одночасно і як наука, і як мистецтво. На всіх стадіях проектування систем необхідно враховувати вплив людського чинника, творчість, необхідність працювати в умовах жорстких обмежень як у часі (нестача часу), так й інших ресурсів. Системний підхід в управлінні ризиком повинен розвиватись за кожним з напрямів як окремо, так і в цілому (інтегровано).

6.3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ УПРАВЛІННЯ РИЗИКОМ

Зниження управлінського ризику вимагає відповідного підходу, який повинен передбачати комплекс конкретних заходів для необхідної і можливої зміни умов виробництва. Такий комплекс конкретних заходів складає зміст управлінської діяльності, що реалізується відповідним управлінським рішенням, яке є провідним елементом цього процесу, тобто управлінське рішення виступає цілеспрямованою формою прояву волі керівника, воно активізує та орієнтує процес виробництва на досягнення визначених результатів. Здійснення такої діяльності завжди пов'язане з

виникненням проблем, що безперечно приводить до ризику. Тому важливо спробувати заздалегідь передбачити всі можливі реакції на ситуацію. Це може бути, зокрема, розробка системи регламентації діяльності фірми, створення комплексного набору стандартних процедур тощо. За такого підходу вся відповідальність за рішення перекладається на найбільш досвідчених і відповідальних керівників, унаслідок чого виникає їх колосальна перевантаженість. Для того, щоб успішно діяти, ці люди та їх апарат повинні володіти талантом попереджаючої управлінської діяльності, передбачення на підґрунті глибокого аналізу ситуації й особистого досвіду. Важливе значення має самостійність підлеглих і відповідальність за делеговані завдання, необхідність концентрації зусиль і ресурсів на вирішальних ділянках і врахування допустимих можливостей для вирішення проблеми.

Якість організації попереджуючої управлінської діяльності має оцінюватись з огляду на те, чи здатний апарат управління своєчасно виявляти і вирішувати проблеми, а кваліфікація керівників — з позиції того, чи можуть вони впоратись зі своїми завданнями в умовах невизначеності та конфлікту. З практичного боку це, зокрема, означає здатність передбачувати проблеми і будувати свої дії так, щоб виключити або принаймні послабити вплив небажаних наслідків сьогодні і в майбутньому. Такий фактор, як момент прийняття управлінської дії — до виникнення проблем (це і є передусім попереджуюча управлінська діяльність) чи після, як ці проблеми проявляються — з усією повнотою чи ні, в сучасних умовах є важливою характеристикою стилю керівництва. Однак концепція попереджуючої управлінської діяльності залишиться лише загальним побажанням, з якою всі погодяться, але яку не так легко реалізувати на практиці, якщо менеджеру, підприємцю не надати певних методів і прийомів для здійснення такого роду діяльності.

В основі методики управлінської діяльності лежить, зокрема, процесний підхід — ключова увага зосереджується на послідовності дій управлінської команди, що створює підґрунтя для застосування певної логіки, розумних суджень та аналізу інформації щодо проблем. Тут важливе значення надається процесу консультування, який задає певну модель взаємодії між фахівцем, котрий вирішує проблему, і практиком, який з цими проблемами стикається і добре знає реальний об'єкт і реальні ситуації.

Організаційно-методичний фундамент попереджуючої управлінської діяльності складає набір методів, пристосованих для допомоги у вирішенні різних типів непрограмованих проблем, а

саме: причинно-наслідковий аналіз, прийняття управлінських рішень, аналіз плану заходів, аналіз пріоритетів ситуації (огляд ситуації). За відомої подібності загальних принципів, на яких ці методи ґрунтуються, вони певним чином відрізняються один від одного.

Так, причинно-наслідковий аналіз має бути орієнтованим передусім на правильну постановку проблеми з огляду на виявлення тих реальних причин, які можуть породити відхилення між бажаним і реальним. Цей метод може і повинен застосовуватись на різних етапах повного циклу вирішення проблем.

Стосовно організаційно-методичної бази попереджуючої управлінської діяльності необхідно зазначити, що перед менеджером, підприємцем, керівником, фахівцем апарату управління, загалом перед фірмою, виникає завдання передбачувати виникаючі проблеми і бути готовими до їх вирішення. Коли йдеться про вміння керівних працівників виявляти і вирішувати проблеми, йдеться саме про те, що робиться постійно, тобто наскільки грамотно обираються придатні методи, чітко визначаються відповідальні за проблему, планується діяльність за умови чітких цілей, встановлюються відповідні критерії для визначення успіху, здійснюється необхідний аналіз за грамотного здобуття інформації.

Важливо усвідомлювати, що існує низка передумов успішного попередження проблем, основними з яких є [289]:

1. **Правильне розуміння важливості недопущення помилок.** Усі керівники та працівники повинні усвідомлювати необхідність і важливість недопущення помилок. Для багатьох організацій необхідність усунення помилок може суттєво підвищити витрати виробництва.

2. **Прагнення до усунення помилок.** Одна з важливих особливостей діяльності менеджера, підприємця — це спрямування своїх зусиль на виховання бажання робити якомога менше помилок. Ніхто не хоче помилятись, головне — створити для цього необхідні умови.

3. **Навчання методам вирішення проблем.** Менеджери, підприємці, фахівці повинні мати необхідну професійну підготовку, бути компетентними у вирішенні проблем. Крім усвідомлення необхідності вирішення проблеми, їм також необхідна інформація. Через те, що людський мозок нездатний утримувати великі обсяги інформації, у з'ясуванні суті проблеми допомагає вміння використання економіко-математичного моделювання, методів збору і представлення даних. Тільки-но інформація зібрана, можна приступати до виявлення різних способів дій.

4. Аналіз причини виникнення проблем. Необхідна система, яка дозволяє одержати точне розуміння того, чому виникла або може виникнути проблема, на підґрунті аналізу симптомів її прояву. Без необхідної інформації, без моделювання багато проблем можуть бути вирішеними лише методом проб і помилок, що дорого коштує і потребує багато часу. З огляду на це передусім треба орієнтуватись на причинно-наслідковий аналіз як на основу інформаційного забезпечення управлінської діяльності.

5. Система моніторингу проблем та оцінювання ефективності превентивних заходів. Важливою частиною комплексної системи попередження проблем є їх відслідковування, спостереження за діями, які використовуються для усунення проблеми, та оцінювання їх результативності. Моральне заохочення дуже важливе в процесі мотивації працівників, тому багато людей потребують підвищеної уваги з боку керівництва. За формою визнання заслуг воно може бути найрізноманітнішим — простим чи складнішим, офіційним чи неофіційним, дружнім тощо; головне, щоб визнання заслуг було щирим, оскільки фальшиве визнання відразу виявляється і приносить небажаний результат.

Необхідно завжди пам'ятати, що працівники не бажають бути відповідальними за неприємні проблеми, тому корисно бути максимально точним у визначенні того, хто відповідає за вирішення конкретної проблеми.

Для опису причинно-наслідкового аналізу необхідно провести розпізнавання причини. Зібравши необхідну інформацію, розглянемо поетапно процес причинно-наслідкового аналізу.

Перший етап: формулювання проблеми. На цьому етапі необхідно виявити об'єкт, підрозділ чи людину, які створюють труднощі та яких необхідно усунути.

Другий етап: опис проблеми. Відповідь на запитання: що, де, коли, наскільки вона пов'язана з іншими проблемами.

Третій етап: виявлення відмінностей, які створюють проблему. Необхідно виявити особливості проблеми, що є підставою для її вирішення. Не існує проблеми без причини. У кожного є власні міркування, чому відбувається та чи інша подія.

На перших стадіях причинно-наслідкового аналізу головна увага зосереджується на визначенні і сутності проблеми. Це визначення формується задля трьох основних цілей:

- 1) прояснити розуміння проблеми;
- 2) сформулювати підґрунтя для виявлення причини;
- 3) створити умови для перевірки істинності можливих причин.

Завдяки причинно-наслідковому зв'язку можна зміцнити свою впевненість в істинності виявленої причини, зіставивши її зі спостережуваними умовами. Головне — перевірити кожну з важливих причин прискіпливо, але уникаючи «підгонки» фактів під заздалегідь зроблений висновок.

Четвертий етап: виявлення змін. Практика показує, що на момент, коли відхилення стає помітним, щось змінюється, тобто наявна зв'язка «причина — зміна». Використовуючи концепцію змін, потрібно вибрати найсуттєвіші з них. Виокремити всі зміни, що сталися, дуже важливо і корисно, але навряд чи можливо. Тому необхідно виокремити лише релевантні зміни.

П'ятий етап: виявлення можливих причин. Зміни можуть допомогти виявити можливі причини. Передусім необхідно відповісти на запитання, яким чином дана зміна, сама чи в поєднанні з іншими, могла створити цю проблему.

Шостий етап: перевірка найбільш імовірних причин. Ця перевірка допоможе встановити, чи не суперечить дана причина фактам розглядуваної ситуації.

Сьомий етап: підтвердження найбільш імовірної причини. Процедура причинно-наслідкового аналізу дає методику обробки інформації для виявлення причин проблеми, що виникла. Кроки аналізу є етапами застосування нормального управлінського процесу. Нова риса у запропонованій структурі аналізу — це тільки його логічна послідовність. Факти мають значення лише настільки, наскільки управлінці зможуть ними скористатись чи спертись на них у своїх діях.

Здійснюючи причинно-наслідковий аналіз, необхідно обов'язково враховувати, що до аналізу, так само як і до інших функцій менеджменту, повинні застосовуватись наукові підходи і принципи. До специфічних принципів аналізу належать такі:

1) **принцип єдності аналізу і синтезу** — передбачає розкладання на складові досліджуваних складних явищ, предметів, чинників для глибокого вивчення їх властивостей і подальшим аналізом у цілому в їх взаємозв'язках і взаємозалежностях;

2) **принцип виокремлення провідної ланки (ранжування чинників)** передбачає формування цілей і встановлення способів їх досягнення. Тут завжди виокремлюється головна (провідна) ланка, застосовуючи методи факторного аналізу і структуризації проблеми;

3) **принцип оперативності і своєчасності аналізу** спрямований на скорочення часу виконання робіт за рахунок реалізації раціональної організації окремих процесів (пропорційності, паралеле-

льності, неперервності, ритмічності тощо), кодування та автоматизації інформаційного забезпечення, підвищення якості інформації і методів аналізу;

4) **принцип кількісної визначеності** передбачає кількісний вираз: а) параметрів та умов забезпечення можливості порівняння й оптимізації альтернативних варіантів управлінського рішення; б) зв'язків між компонентами системи менеджменту; в) рівня невизначеності і ризику у прийнятті рішення.

Застосування причинно-наслідкового аналізу вимагає необхідності встановлення пріоритетів між окремими, потребуючими вирішення проблемами і відсіювання тих з них, які «не піддаються» аналітичним дослідженням.

У разі застосування всебічного вивчення альтернатив вирішення проблеми використання аналізу пов'язується з додержанням таких критеріїв (умов):

1. Чи перебуває прийняте для розв'язання проблеми рішення під контролем фірми, компанії, відомства? Чи зможуть результати аналізу суттєво вплинути на вибір конкретної альтернативи? Часто керівник, який приймає остаточне рішення, ще до проведення аналізу має свою усталену думку з приводу досліджуваного питання; інколи думка заінтересованих керівників більш високого рангу впливає на вибір того чи іншого варіанта. В обох випадках вплив результатів причинно-наслідкового аналізу на результативне рішення буде мінімальним.

2. Чи пов'язане вирішення проблеми з великомасштабними затратами? Програми, проблеми, які «аналітично цікаві», але не відповідають цьому критерію, не повинні підлягати аналізу.

3. Чи є можливість суттєвого підвищення результативності програми? Якщо програма заслуговує на увагу, проте підвищити її віддачу (наприклад, у разі, коли продуктивність її компонентів близька до граничної), то дослідження «менш важливої» програми, яка надає значні резерви для вдосконалення, може принести більший ефект.

4. Чи піддається проблема аналізу взагалі? Чи можуть її параметри бути вираженими кількісно? Чи можна розробити надійні оцінки результативності?

5. Чи володіє аналітик достатнім часом для проведення аналізу? Аналіз альтернатив вирішення проблеми, завершений після прийняття рішення з даної проблеми (яке жорстко прив'язане до певних часових точок, зумовлених, наприклад, завершенням відповідного етапу бюджетного процесу, порушенням строків фінансування контрактів тощо), виявляється марним. Тому рекомен-

дується здійснювати розробку і контроль виконання графіків проведення досліджень, обговорення і затвердження його висновків. Це дозволяє представити остаточну рекомендацію керівникові, менеджерів, відповідальному за прийняття ключових рішень за програмою.

6. Чи володіє фірма, компанія, відомство кадровими і матеріальними ресурсами для проведення аналізу даної проблеми?

7. Чи є достатньо інформації, необхідної для проведення аналізу? Чи досить часу для збирання додаткових даних? Основне зусилля зосереджується на вивченні інформаційної бази, зібраних даних, порівняльної бази. Визначається трудомісткість збирання й обробки даних і лише після цього приймається рішення щодо проведення аналізу.

Наявність ризику в процесі діяльності як обов'язкового атрибуту — об'єктивний економічний закон. В умовах ринкової економіки неможливо управляти підприємством без урахування ризику, а для ефективного управління важливо не лише знати про його наявність, а й правильно ідентифікувати та структурувати ризики. Важливо враховувати, що існують аспекти управлінської діяльності, де постійно створюються ризиковані ситуації.

Управління ризиками — це необхідність використовувати в управлінській діяльності різноманітні підходи, процеси, заходи, які дозволяють певною мірою (наскільки це можливо) прогнозувати можливість настання ризикованих подій і домагатися зниження ступеня ризику до допустимих меж.

Необхідно визначити основні принципи процесу управління ризиками [289].

1. **Принцип максимізації**, який передбачає прагнення до найширшого аналізу можливих причин і чинників виникнення ризику, тобто цей принцип наголошує на необхідності зведення рівня невизначеності до мінімуму.

2. **Принцип мінімізації** означає, що управлінці намагаються звести до мінімуму, по-перше, спектр можливих ризиків, а, по-друге, мінімізувати ступінь впливу ризику на свою діяльність.

3. **Принцип адекватності реакції** зводиться до того, що необхідно адекватно і швидко реагувати на зміни, які можуть призвести до виникнення ризику.

4. **Принцип прийняття** — управлінці (підприємці) можуть прийняти на себе тільки обґрунтований ризик.

Для процесу управління ризиком працівникам апарату управління необхідно передусім навчитись прогнозувати виникнення тих чи інших проблем і відповідних ситуацій. Під прогнозом ро-

зумітимемо науково обґрунтоване судження про можливі стани (сценарії) об'єкта управління в майбутньому, про альтернативні траєкторії і терміни його існування. Прогнозування управлінських рішень найтісніше пов'язане зі стратегічним і тактичним плануванням.

План і прогноз є взаємодоповнюючими одна одну стадіями за визначальною ролі плану як провідної ланки управління. Прогноз у системі управління є передплановою розробкою багатоваріантних моделей розвитку об'єкта управління. Терміни, обсяги робіт, числові характеристики об'єкта та інші показники в прогнозі мають здебільшого ймовірнісний характер і обов'язково передбачають можливість внесення коригувань.

Визначимо послідовність кроків (узагальнених етапів) цього процесу з огляду на практичну значущість процесу управління ризиками [289].

Крок 1. Інформаційно-аналітичний; дає можливість оцінити виникнення всієї сукупності ризиків незалежно від того, чи зможе апарат управління впливати на них у випадку їх реалізації.

Крок 2. Ідентифікація, за якої встановлюються можливі параметри всіх можливих ризиків з урахуванням управлінської діяльності і напрямів діяльності фірми.

Крок 3. Комплексний аналіз ризику (якісний і кількісний) з розрахунком ступеня можливого впливу ризику на функціонування об'єкта управління. Вирішується питання про доцільність займатись певним напрямом діяльності за наявності інформації про вже ідентифіковані ризики. На цьому кроці ще можливо уникнути ризику, якщо він не задовольняє умовам стратегії фірми, але водночас з'являється ризик невикористаних можливостей.

Крок 4. Зниження ступеня ризику — планування дій. Ведеться пошук шляхів своєчасного та якісного захисту від недопустимого ризику і розробка конкретного механізму їх реалізації. Планування дій як для профілактики, так і на випадок реалізації ризику.

Крок 5. Контроль можливої чи наявної ситуації. Виконавши все викладене, необхідно контролювати обставини, щоб на певній стадії адекватно відреагувати на зміни.

Крок 6. Реалізація програми дій у разі виникнення ризику. Відбувається реалізація плану дій.

Крок 7. Аналіз, висновки і пропозиції на перспективу. Негативні і позитивні наслідки управлінських рішень формують досвід, який необхідно використовувати в подальшій діяльності.

Таким чином, успішна реалізація процесу управління ризиками вимагає висококваліфікованої підготовки управлінського персоналу, знання ним закономірностей управлінської діяльності, нових напрямів удосконалення системи управління компанією, фірмою, їх особливостей.

Еволюція систем загальнофірмового управління підтверджує, що соціально-економічні системи орієнтовані на зростаючий рівень нестабільності і, зокрема, новизну подій і дедалі меншу передбачуваність майбутнього. Головні ознаки, які характеризують еволюцію систем управління, — це стабільність, передбачуваність, дослідження, творчість.

6.4. КЛАСИФІКАЦІЯ ПІДХОДІВ ДО УПРАВЛІННЯ РИЗИКОМ

Рішення — центральна ланка будь-якого управління. Класифікація підходів до управління ризиками дозволяє виокремити характерні для них особливості, передбачити можливість зниження ступеня ризику в прийнятті рішень [107, 52]. Розрізняються, зокрема, геополітичні, фінансові, технологічні, конструкторські, експлуатаційні рішення. Ці типи рішень перебувають у системному зв'язку і можуть впливати одне на одного.

У процесі управління ризиком можуть бути виокремлені такі рішення:

- *за вибором цілей управління ризиком.* Це рішення, які найменше піддаються дослідженню і формалізації. Формальні методи аналізу й синтезу стосовно цілепокладання поки що недостатньо розроблені;
- *за вибором методів* (попередити, знизити, страхувати, поглинути) *чи інструментів* (конструкторські, технологічні, фінансові тощо) управління ризиком. Ці рішення допускають формалізацію, зокрема, використання функціонально-логічних методів, математичних методів і моделей тощо;
- *підтримки балансу в трикутнику «люди—ресурси—цілі»* в процесі досягнення обтяжених ризиком цілей за допомогою обраного інструментарію управління ним.

Можливість альтернативних рішень висуває перед менеджером завдання оптимізації розподілу ресурсів між такими заходами [107]:

1) *попередження ризику* усуненням його джерела (наприклад, змінюють технологічний процес таким чином, щоб усунути використання небезпечних чи шкідливих речовин; обирають акціонерну форму капіталу, щоб усунути ризик того, що за ініціативою інвесторів у разі розбіжностей цілей чи низької ефективності вкладеного капіталу підприємство може бути визнано на межі банкрутства тощо);

2) *зниження ризику* за допомогою зменшення інтенсивності небажаних факторів чи вразливості об'єктів, які можуть бути піддані впливу несприятливих чинників. Наприклад, передбачають стосовно договору низькі штрафні санкції за його невиконання, чим знижують інтенсивність цих санкцій; або небезпечні технічні об'єкти поміщають у «саркофаг», цим знижуючи вразливість до дії небажаних чинників, пов'язаних з функціонуванням цього об'єкта, тощо. Окрім цього, для зниження ступеня ризику використовують нефондове страхування (хеджування в його широкому розумінні);

3) *відшкодування збитків* (наслідків) ризику. Зокрема, укладають договір фондового страхування. У разі виникнення страхового випадку чи збитків знижують останні за рахунок сум одержаної компенсації.

Зниження ступеня ризику можливе також підвищенням надійності товарів і систем, зниженням можливої інтенсивності небажаних чинників (наприклад, обмеження запасів вибухових чи небезпечних речовин), підвищенням захищеності об'єктів від їх впливу.

Зниження ризику можливе:

1) на етапі планування операції (проекту) чи проектування зразків — введенням додаткових елементів надійності та інших необхідних заходів;

2) на етапі прийняття рішення — використанням відповідних критеріїв оцінки ефективності рішення, наприклад критеріїв Вальда («розраховуй на гірше») чи Севіджа;

3) на етапі експлуатації технічних систем — за рахунок додержання режимів експлуатації та їх контролю.

У межах кожного з напрямів вживані заходи матимуть різну ефективність. Ці заходи пов'язані з витратами і потребують їх збільшення за зростання складності систем. Тому в певних умовах може виявитись економічно доцільнішим витратити грошові кошти не на попередження чи зниження ступеня ризику, а на відшкодування можливих збитків, використовуючи для цього механізм страхування.

Таким чином, якщо в процесі підготовки рішення буде з'ясовано, що заходи стосовно зниження ступеня ризику малоефективні та дорогі одночасно, то може статись, що економічно доцільніше застрахуватися. Тут постає завдання не попередження, а відшкодування збитків.

За прогнозною ефективністю в управлінні ризиками можна виокремити: ординарні, синергетичні та асинергетичні варіанти рішень і систем.

Ординарні варіанти ризикових рішень — це такі варіанти рішень, за яких ефективність витрати ресурсів на одиницю одержаного ефекту в управлінні ризиком відповідає нормам і нормативам, прийнятим для певної галузі, виду діяльності.

Синергетичні варіанти ризикових рішень — це такі варіанти рішень, за яких ефективність витрати ресурсів в управлінні ризиком різко зростають. Тобто ефект має різко виражений непропорційно зростаючий характер. Синергетичні рішення проявляються в розробці нових безпечних технологій, пошуці та усуненні чи захисті вразливих місць, конструюванні оригінальних пристроїв тощо.

У фінансовому менеджменті синергетичний ефект управлінського рішення називають *ефектом важеля, чи ліверіджем*. Показник синергії управлінського рішення може включатись до числа критеріїв оцінювання ефективності, зокрема як додатковий параметр ефекту.

Асинергетичними називають варіанти рішень, які не дозволяють одержати бажаного ефекту від інвестованих в управління ризиками коштів. Серед найбільш частих причин таких рішень можна назвати: запізнення у виконанні рішення; відсутність необхідних ресурсів; відсутність чіткої організації, мотивації; наявність побічних конфліктів, що виникають у процесі реалізації рішень, тощо [107].

Серед ординарних можуть бути виокремлені такі типи варіантів систем і рішень:

- 1) неефективний, що не дозволяє вирішити проблему ризику;
- 2) раціональний, що дозволяє вирішити проблему ризику;
- 3) *оптимальний* — *варіант, що дає змогу вирішити проблему ризику найкращим чином, у визначеному заданим екзогенно критерієм сенсі, або побудувати найкращу систему у визначеному заданим критерієм розумінні.*

За ступенем важливості врахування обмежень або за часом на розробку, прийняття і виконання ризикових рішень виокремлюють *системи, що функціонують у реальному масштабі часу*, — системи, в яких рішення приймаються і реалізуються досить

швидко, щоб своєчасно контролювати й управляти об'єктом, враховуючи також і нештатні ситуації управління та приймаючи відповідні кризові рішення.

Питання врахування динаміки об'єкта управління в оцінюванні періоду на підготовку, прийняття і виконання рішення є одним з центральних у проектуванні таких систем.

Можна виокремити серед рішень у реальному масштабі часу «кризові рішення». *Кризовим рішенням* далі називатимемо рішення, що приймається в момент, відповідний моменту переходу об'єкта управління в сферу некерованих чи недопустимих станів.

Управління ризиками посідає особливе місце в інвестиційних рішеннях. Причини, що зумовлюють необхідність економічних інвестицій, — це оновлення матеріально-технічної бази, нарощування обсягів виробничої діяльності, освоєння нових видів діяльності. На прийняття рішення щодо інвестування впливають такі чинники: вид інвестицій; вартість інвестиційного проекту; кількість раціональних варіантів; обмеженість фінансових ресурсів; ризик прийняття рішення; інші умови та обставини.

В управлінні ризиками в процесі інвестиційної діяльності часто використовується **диверсифікація** — розподіл інвестицій і ризиків серед кількох об'єктів, для яких характерні різні за своєю фізичною природою і часом прояви ризику. Можлива оптимізація розподілу інвестицій у просторі і часі.

Оптимізація розподілу інвестицій у просторі — це така оптимізація, за якої загальна сума фінансових ресурсів на конкретний період обмежена вищим керівництвом. Є декілька взаємно незалежних інвестиційних проектів, кожний з яких характеризується різними за своєю природою, інтенсивністю, часом прояву ризиків. Необхідно скласти інвестиційний портфель, який максимізує сумарний можливий приріст капіталу з урахуванням обмеження на середній чи модальний (за сегментами ринку) ризик портфеля. Такі задачі притаманні холдингам [107].

Оптимізація розподілу інвестицій в часі — це така оптимізація, за якої загальна сума фінансових ресурсів, доступна для фінансування у плановому році (кварталі), обмежена згори. Є кілька доступних незалежних інвестиційних проектів, які не можуть бути реалізовані в плановому році (кварталі) одночасно. Однак у наступному році (кварталі) реалізують проекти, що залишились, або їх частини можуть бути реалізованими. Необхідно оптимально розподілити проекти за роками з урахуванням ефективності інвестицій, доступних ресурсів, середніх чи модальних за часом ризиків. Подібні задачі властивіші фінансово-промисловим групам.

Виокремлюють такі об'єкти інвестування:

- основні засоби і нематеріальні активи;
- фінансові інвестиції в цінні папери;
- фінансові інвестиції в депозитні вклади.

Фінансові інвестиції означають придбання активів у формі цінних паперів для здобуття прибутку за «нормального» (типового) для даного виду інвестицій ризику.

Оскільки всі фінансові інвестиції розрізняються за рівнем дохідності і ризику, то будь-яка нова інвестиція повинна аналізуватися з позиції її впливу на зміну дохідності і ризику інвестиційного портфеля загалом. Їх можливе сполучення в портфелі усереднює дохід, знижуючи ступінь ризику.

У багатьох фірмах для управління ризиками стає звичайною практика диференціації права прийняття рішень інвестиційного характеру, тобто обмежується максимальна величина інвестицій (встановлюється ліміт), у межах якої той чи інший керівник може приймати самостійне рішення. Серед критеріїв у виборі інвестиційних проектів є чинники ризику, їх фізична природа і розподіл за часом.

Прийняття рішення інвестиційного характеру, як і будь-який інший вид управлінської діяльності, ґрунтується на використанні різних формалізованих і неформалізованих методів. У прийнятті рішень важливе значення мають алгоритми прийняття рішень і критерії оцінювання ефективності функціонування фінансової системи.

6.5. МОТИВАЦІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ РИЗИКОМ

Мотивація та організація є важливими складовими менеджменту. Управління ризиками також необхідно мотивувати й організовувати. Практиками вже розроблені і широко використовуються такі організаційні форми зниження ступеня ризиків, як холдинги і фінансово-промислові групи, сек'юритизація, лімітування, диверсифікація тощо.

Диверсифікація — розподіл ризику між кількома об'єктами, напрямками діяльності тощо.

Сек'юритизація — поділ операції кредитування на дві частини (розробка умов кредиту та укладання договору) з виконанням кожної з цих частин окремими банками.

Лімітування — встановлення граничних обсягів інвестицій, партій товарів, які закупаються, кредитів, що надаються, тощо.

Окрім організації, управління ризиком, як і будь-яку іншу діяльність, необхідно мотивувати. Розглянемо деякі аспекти мотивації з низки відомих теорій мотивації. Згідно з теорією мотивації Маслоу індивідууму притаманні потреби: фізіологічні, безпеки, соціальні, в повазі, самовиразі. Ці потреби перебувають в ієрархічному зв'язку, що визначає послідовність їх задоволення. Згідно з Маслоу насамперед задовольняються фізіологічні потреби, потім потреби безпеки тощо.

Мотиви і стимули лежать в основі прийняття і виконання рішень про зниження ризику.

Мотивація в управлінні ризиком полягає у тому, щоб суб'єкти ринку, державні органи виконували роботу щодо зниження ступеня ризику згідно з делегованими їм обов'язками та узгоджуючись з планами. У менеджменті вважають, що мотивування складає підґрунтя управління.

Мотив — це потреба, що стала настільки важливою, щоб спонукати людину діяти (знижувати ризик).

Стимул в управлінні ризиком — це вплив на суб'єкт господарської діяльності з метою спонукати до виконання обумовленої ролі щодо зниження ступеня ризику.

Держава може мотивувати дії суб'єктів ринку щодо зниження ступеня ризиків різними методами, юридичними нормами (забороняючи чи дозволяючи певні види діяльності), адміністративними (штрафами технічних і протипожежних інспекцій тощо), податковою політикою, встановленням нормативів і лімітів тощо, а також засобами заохочення. Підприємство також повинне мотивувати своїх працівників, створювати умови для зниження втрат. Повинні передбачатись премії, надбавки до ставки за те, що обладнання перебуває в працездатному стані, за роботу без травм тощо.

Організовувати управління ризиками — означає створити деяку організаційну структуру як засіб досягнення захищеності від надмірного ризику, що впливає на ефективність управління ризиками. Організація як засіб досягнення цілей і координатор зусиль індивідуумів застосовує як інструменти: виокремлення підрозділів (департаментизацію) та їх спеціалізацію, мотивацію, владу, лідерство.

Існує багато елементів, які необхідно впорядкувати для того, щоб організація могла досягати своїх цілей. Важливим аспектом організації є *розподіл обов'язків щодо управління ризиком* — визначення того, хто саме повинен виконувати конкретне завдання

по виконанню конкретного елемента роботи за виникнення тієї чи іншої ситуації, в умовах непередбачуваних ситуацій.

Організаційна культура управління ризиками складається з цілей організації в сфері управління ризиками зовнішнього середовища і персоналу, стійких норм, уявлень, принципів щодо того, яким чином дана організація повинна і може реагувати на ризики і можливі збитки, як слід себе поводити в організації тощо. Велике значення має також технологія управління ризиками.

Технологія управління ризиками — це системне поєднання кваліфікаційних навичок, обладнання, інфраструктури, інструментів і технічних знань, необхідних для управління ризиками. Суттєвий вплив на організацію управління ризиками мають особливості комунікаційних та інформаційних процесів. Важливо, щоб організаційна структура забезпечувала неперервність, необхідні швидкість і можливість сприйняття інформації про ризики та їх можливі наслідки.

В управлінні ризиками важливо уникнути перешкод — спотворень інформації через злий умисел третьої сторони і «шум» (ненавмисне спотворення інформації частіше за все з технічних причин).

Найчастіше в організації виокремлюють кілька контурів управління ризиками різної природи. Наприклад, на рівні держави розрізняють, зокрема, такі контури управління:

- Рада національної безпеки забезпечує управління глобальними ризиками держави. До її функцій входять своєчасне виявлення та управління ризиками, котрими обтяжені інтереси держави загалом;
- Міністерство іноземних справ забезпечує управління зовнішньополітичними ризиками;
- Міністерство оборони забезпечує управління зовнішніми військовими ризиками;
- Міністерство зовнішньої торгівлі забезпечує управління зовнішніми економічними ризиками;
- Міністерство фінансів забезпечує управління зовнішніми і внутрішніми фінансовими ризиками;
- Міністерство внутрішніх справ забезпечує управління внутрішніми соціальними ризиками і ризиками, які виникають внаслідок впливу людського чинника і порушення законності та правопорядку, тощо.

На рівні підприємства перший керівник має тримати в центрі уваги глобальні ризики та управляти ними. Комерційний директор управляє ризиками ринкової діяльності; управління техно-

генними ризиками здійснює головний інженер; фінансовий директор управляє інвестиційними і фінансовими ризиками; директор з безпеки управляє криміногенними ризиками, ризиками несанкціонованого доступу і крадіжки матеріальних цінностей, інформації тощо.

Організація розробки рішення з управління ризиками є важливим чинником забезпечення його якості, багато в чому визначає як ефективність управління ризиками, так і затрати часу, коштів на таке управління. Очолює розробку управлінського рішення особа (чи орган управління), котра приймає рішення. Особа, яка очолює розробку управлінського рішення, має визначити (сформулювати) проблему і завдання для її вирішення, цілі рішення і можливі сценарії їх досягнення і визначити осіб, відповідальних за їх виконання. Оперативне управління процесом розробки управлінського рішення може здійснювати заступник керівника органу (особи), котра приймає рішення. Для розробки окремих завдань, які складають проблему, можуть залучатись фахівці функціональних підрозділів (департаментів). Може створюватись тимчасовий творчий колектив, матрична організаційна структура, постійно діючий підрозділ тощо.

На організацію розробки рішення з управління ризиками можуть впливати такі чинники:

- рівень структуризації ризикової проблеми, задля якої необхідно розробити і прийняти рішення, тобто є низка типів рішень — запрограмованих чи незапрограмованих;
- термін часу, який має особа, котра приймає рішення;
- ресурси (людські, матеріальні), технічні засоби, якими можна скористатись у процесі розробки рішення для управління ризиками;
- кількість (обсяг) чинників і типи об'єктів, які належать до сфери прийняття рішення;
- наслідки, які може спонукати реалізація рішення чи його неприйняття;
- організаційна культура і прийнята процедура узгодження рішення в процесі його підготовки;
- кваліфікація і спеціальна підготовка розробників і виконавців рішення для управління ризиками тощо.

У розробці запрограмованого рішення задача організації розробки управлінського рішення згідно з типовим алгоритмом зводиться до:

- 1) розподілу ресурсів (насамперед часу), виділених на розробку рішення;

2) призначення з урахуванням перелічених чинників виконавців, відповідальних за здійснення відповідних пунктів плану управління.

Якщо розробляються незапрограмовані рішення для погано структурованих ризикових проблем, задача організації розробки управлінського рішення має підвищену складність. Організація розробки незапрограмованих ризикових рішень може бути розподілена на етапи:

- проектування організації розробки ризикових рішень;
- створення тимчасового колективу чи організаційної структури для розробки ризикового рішення;
- контроль за просуванням розробки ризикового рішення;
- узгодження рішення із заінтересованими сторонами (суб'єктами прийняття рішення);
- верифікація ризикового рішення за такими напрямками: повнота розглянутих варіантів й альтернатив; точність отриманих результатів; достовірність (інформаційна і методична) результату. Як один з методів верифікації може розглядатись аналіз пропонуваного рішення особою, котра приймає рішення. Якщо ця особа налаштована критично, то процедура аналізу може розглядатись як верифікація опонентом. Докладніше питання розробки управлінських рішень розглядається, зокрема, в праці [108].

В організаційну підсистему входять: правила поведінки обслуговуючого персоналу та інструкції щодо експлуатації технічних засобів, утримання і порядок надання інформації, цілі і критерії ефективності системи управління. Наголосимо, що необхідно враховувати основні етапи проектування гнучких систем управління, особливості опису і моделювання технологічних процесів і виробництв, зокрема, моделі на підґрунті застосування апарату теорії масового обслуговування, планування експериментів, імітаційного моделювання тощо.

Одноактний контроль в управлінні ризиками — це окремий захід, спрямований на:

- 1) виявлення ризикової проблеми;
- 2) перевірку і підтвердження того, що: організація дійсно досягла визначених цілей в управлінні ризиками; ризики підприємства перебувають на прийнятному для нього рівні; поглинання ризиків обґрунтовано;
- 3) виявлення факту існування проблем у системі управління ризиками на підприємстві.

Процесний контроль управління ризиками — це сукупність фіксованих у часі і просторі перевірок для контролю управ-

ління ризиками. Контролю приділяється велика увага. Однак існує небезпека того, що надмірне захоплення контролем здатне:

- обмежити сфери діяльності і тим самим можливість отримання цільового економічного і фінансового ефекту;
- необґрунтовано збільшити штати і призвести до співвідношення індивідуумів, зайнятих у сфері виробництва і контролю, шкідливого для економічного і небезпечного для соціального розвитку організації;
- зробити продукцію неконкурентоспроможною через зростання збитків, спричинених затратами на контроль і облік.

Відповідальність за результати прийняття і виконання (чи невиконання) управлінського рішення — важливий чинник забезпечення ефективності в управлінні ризиками. Відповідальність ризикового менеджера може бути внутрішньофірмовою (перед засновниками, старшими менеджерами, персоналом) чи зовнішньою (перед органами влади, громадськістю). Внутрішньофірмова відповідальність може бути адміністративною (догана, переведення на іншу роботу тощо) та економічною (для забезпечення можливості такої відповідальності, зокрема, вводяться спеціальні системи оплати праці: ставка + % від прибутку). Внутрішньофірмова відповідальність може суттєво змінити кар'єрні, матеріальні перспективи менеджера.

Зовнішня відповідальність може бути трьох видів: юридична, соціальна, моральна. Залежно від культурних і національних особливостей менеджменту вони мають різну значущість.

Відомо, що юридична відповідальність може мати кримінальний і цивільний характер.

Кримінальна відповідальність — обов'язок винної особи відповідати у встановленому порядку за скоєний ним злочин: піддатися правообмеженням, які випливають з карно-процесуального порядку, бути засудженим і понести відповідне покарання.

Цивільна відповідальність виникає у разі невиконання чи неналежного виконання зобов'язань договорів, завдання шкоди. Це — примусовий захід, який виражається в майновому впливі на правопорушника. Він полягає в компенсації збитків чи відшкодуванні нанесеної шкоди.

Протиправною діяльністю (бездіяльністю) визнається така діяльність (делікт), яка порушує суб'єктивне право іншої особи. З практичного погляду дуже важливим є розмежування деліктної і договірної відповідальності, бо одна і та ж діяльність може бути як деліктом, так і порушенням договірних зобов'язань. У теоретичному плані вважають, що коли шкода настала внаслідок неви-

конання чи неналежного виконання договору, то наявна договірна відповідальність. Якщо ж шкода виникла внаслідок дії, взагалі не пов'язаної з договірними відносинами між сторонами, настає деліктна відповідальність. Однак сьогодні має місце тенденція до уніфікації договірної і деліктної відповідальності.

Повна майнова відповідальність засновників за результати менеджменту настає, коли створюється товариство з повною відповідальністю. Коли товариство створюється на довірі, то повну відповідальність несуть його засновники, а вкладник — обмежену обсягом внеску. Учасники товариства з обмеженою відповідальністю несуть відповідальність у межах своїх часток у статутному капіталі. В акціонерних товариствах закритого і відкритого типів акціонер, як правило, несе відповідальність у межах вартості пакета акцій, який йому належить. Тому згідно із законом фірмова назва повинна містити вказівку на організаційно-правову форму підприємств, що може дозволити менеджеру оцінити достатність майнових гарантій контрагентів у виконанні укладених договорів.

До поняття **майнової шкоди** включаються як прямі збитки, так і упущена вигода. У відшкодуванні завданої майнової шкоди, тобто у відновленні попереднього майнового положення потерпілого, і полягає головна функція деліктного права.

Під **моральною шкодою** розуміють моральні чи фізичні страждання, зазнані у разі протиправних дій іншої особи, наприклад, приниження особистої гідності чи ділової репутації поширенням неправдивих відомостей (чуток), втручанням у приватне життя тощо.

Щодо *соціальної відповідальності*, то існує два погляди на соціальну відповідальність менеджменту. Перший з поглядів *Мілтон Фрідман* визначив як роль бізнесу (діяльності, справи), що полягає у використанні його енергії і ресурсів у діяльності, спрямованій на збільшення прибутку за умови, що він дотримується правил гри і бере участь у відкритій конкурентній боротьбі, не застосовуючи шахрайства й обману. Другий погляд на цю проблему виразив *Кіт Девіс*, вказавши, що бізнес зобов'язаний бути активно соціально відповідальним через «залізний закон відповідальності», і стверджуючи, що в довготерміновій перспективі ті, хто не користується владою в такому напрямі, цю владу втратять [107].

Перший погляд відповідає ліберальному погляду на економіку. Його необхідною умовою є наявність «правил гри» — сталих і виконуваних норм права, соціальних і моральних норм. У пере-

хідний період ця основна умова ліберального менеджменту об'єктивно відсутня.

Безсумнівно, соціально-етичний менеджмент відповідає другому погляду. Уявляється, що відмінність соціально-етичного менеджменту від соціальної відповідальності менеджменту полягає у визначенні недопустимих станів і прямому декларуванні необхідності уникати завдання недопустимих збитків учасникам ринку, підтвердженою на рівні розробки критеріїв і спеціальних алгоритмів прийняття управлінських рішень. Застосування соціально-етичного менеджменту дозволяє «автоматично» забезпечити соціальну відповідальність менеджменту, що розглядається як процес, котрий складається з конкретних соціально відповідальних рішень, які регулярно приймаються на різних рівнях управління. Протилежне твердження не може бути визнане справедливим: *соціально відповідальний менеджмент не в кожному рішенні може бути визнано соціально-етичним*. Таким чином, соціально-етичний менеджмент забезпечує соціальну і юридичну відповідальність менеджменту.

Моральна відповідальність менеджменту полягає у додержуванні норм людських стосунків, принципів етики. На цей тип відповідальності менеджменту великий вплив мають культурні, релігійні та інші особливості середовища, в якому здійснюється менеджмент.

6.6. ЗАГАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО ЗНИЖЕННЯ СТУПЕНЯ РИЗИКУ

Підприємці (менеджери) визнають ту фундаментальну істину, що сама природа економічної діяльності (бізнесу) нерозривно пов'язана з чинниками випадковості, розпливчастості, неповноти інформації (невизначеності, конфліктності), тобто з ризиком. Вони змушені знаходити практичні шляхи (способи) зменшення загрози збитків (банкрутства), зумовленої суттєвими (катастрофічними) ризиками, обирати ефективний спосіб дій, який забезпечить прийнятний (допустимий) ступінь ризику.

Кожен суб'єкт управління (менеджер, управлінська команда) обирає конкретний спосіб чи суперпозицію способів управління ризиками (менеджмент ризику) залежно від специфіки діяльності, обраної маркетингової стратегії тощо.

Втім існують загальні (інваріантні) підходи до управління економічним ризиком.

Насамперед управління ризиком передбачає [18]:

- ◆ використання всіх можливих (допустимих з морально-етичних і правових поглядів) засобів для того, щоб уникнути недопустимо великого ступеня ризику, пов'язаного зі значними (катастрофічними) збитками;

- ◆ контроль ризику, якщо немає змоги уникнути його;

- ◆ оптимізацію ступеня ризику чи максимально можливе зменшення обсягів та ймовірності можливих збитків чи відхилення від обраних цілей;

- ◆ усвідомлене прийняття (збереження) чи навіть збільшення ступеня ризику в разі, коли це має сенс.

Процес управління ризиком (менеджмент ризику) забезпечує відповідний механізм розв'язання (подолання) проблеми ризику. Обираючи відповідний спосіб управління економічним ризиком, яким обтяжена певна діяльність, бізнесмен (менеджер) повинен керуватися такими основними принципами:

- ◆ недоцільно ризикувати більшим заради меншого;

- ◆ недоцільно ризикувати більше того, що дозволяють власні кошти (капітал тощо);

- ◆ необхідно заздалегідь піклуватись про можливі (ймовірні) наслідки ризику.

На підставі аналізу доступних літературних джерел та в процесі власних досліджень нами розроблена узагальнена блок-схема процесу управління ризиком [86]. Методика аналізу та управління ризиком, наведена на рис. 6.1, є одним з важливих елементів у спектрі проблем, пов'язаних з теорією та практикою управління ризиком у бізнесі (менеджменті).

Зупинимось побіжно на окремих способах (методах) управління ризиком.

1. Уникнення ризику означає просте ухилення від певного заходу, обтяженого надмірним (критичним чи катастрофічним) ризиком. Утім уникнути ризику для менеджера (інвестора) нерідко означає відмовитись від прибутку, а це пов'язано з ризиком невикористаних можливостей («закопаних» талантів).

2. Попередження ризику — це досить ефективний засіб, який, однак, лише в окремих випадках дає змогу зменшити ступінь ризику в бізнесі (менеджменті). Існує багато шляхів щодо цього. Так, для банків існує кілька способів підтримки на прийнятному рівні обсягів безнадійних боргів, тобто попередження ризику:

- ◆ ненадання кредитів надмірно ризикованим клієнтам, а також керівництву банку;

- ◆ контроль сплат за кредитами;

- ◆ перегляд умов кредитування.

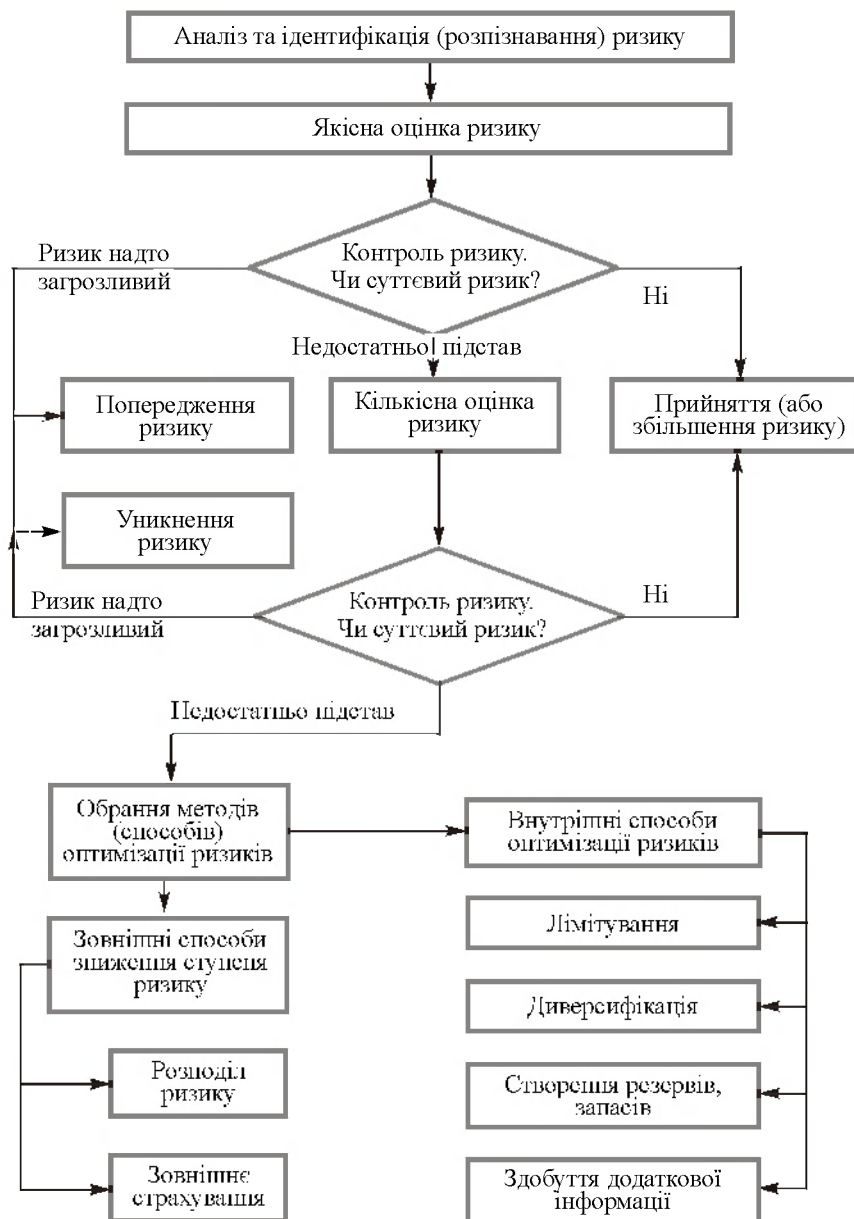


Рис. 6.1. Узагальнена блок-схема процесу управління ризиком

Так, банк певною мірою може компенсувати кредитний ризик, підвищуючи (якщо це можливо) відсоткові ставки за кредити. Тобто зростання доходів від надійних клієнтів може компенсувати збитки від безнадійних боржників.

3. Прийняття (збереження чи збільшення) ступеня ризику — це залишення ризику за менеджером (інвестором), тобто на його відповідальність. Вкладаючи кошти в певну справу, менеджер має бути впевненим, що є змога покрити можливі збитки або що вони йому майже не загрожують.

Способи (методи) зниження ступеня ризику можна поділити на зовнішні та внутрішні.

Зовнішні способи зниження ступеня ризику (передача ризику) свідчать про те, що менеджер (інвестор) передає відповідальність за економічний ризик (повністю чи частково) комусь іншому, прагне розподілити ризик серед головних суб'єктів, залучених до справи, або, наприклад, передати його страховій компанії.

4. Розподіл ризику полягає в тому, щоб, наприклад, перекласти певну частку відповідальності за ризик на того співучасника реального інвестиційного проекту, який здатний його контролювати краще за інших. Основні суб'єкти певного реального інвестиційного (інноваційного) проекту можуть, наприклад, прийняти рішення, які розширюють або звужують коло потенційних інвесторів: чим більшим ризиком ці суб'єкти мають наміри обтяжити інвесторів, тим важче буде залучити досвідчених інвесторів до цього проекту [291]. Тому безпосереднім учасникам проекту рекомендується, зокрема при проведенні переговорів, виявити максимальну гнучкість щодо того, яку частку ризику вони згодні взяти на себе. Готовність обговорити питання про прийняття на себе (головними учасниками реального проекту) більшої частки (питомої ваги) ризику відкриває простір (збільшує довіру) для залучення до цього проекту широкого кола інвесторів і може переконати досвідчених інвесторів дещо знизити свої вимоги (амбіції) щодо премії за ризик.

5. Суть зовнішнього страхування ризику полягає в тому, що інвестор готовий відмовитися від частини доходів, аби уникнути надто великого ступеня ризику. Тобто він готовий заплатити за зниження до прийнятної, на його думку, величини рівня ризику. Фактично, коли вартість страховки менша, ніж обсяг можливих збитків, інвестор, неохочий до ризику, захоче застрахуватися так, щоб забезпечити повне повернен-

ня будь-яких фінансових утрат, яких він імовірно зможе зазнати.

Страхування ризику — це, по суті, передача певних ризиків страховій компанії [34, 99, 163, 231, 264]. До методів, що за суттю близькі до страхування, на нашу думку, можна віднести деривативи (опціони, ф'ючерси, свопи тощо) [290].

Внутрішні способи оптимізації (зниження) ступеня ризику досить різноманітні. Основними серед них є: лімітування; диверсифікація; створення запасів та резервів; здобуття додаткової інформації тощо.

6. Лімітування — це встановлення ліміту, тобто верхньої межі часу, коштів тощо. Воно є важливим засобом зниження рівня ризику і застосовується, зокрема, банками, під час продажу товарів у кредит (за кредитними картками), за дорожніми чеками та св-рочками тощо; інвесторами — у визначенні обсягів вкладання капіталу в певний проект тощо [18].

7. Диверсифікація — це процес розподілу, наприклад, вкладених коштів між різними об'єктами (адресами) інвестування, які безпосередньо не пов'язані один з одним. На засадах диверсифікації ґрунтується діяльність інвестиційних фондів, які продають клієнтам свої акції, а одержані кошти вкладають у різноманітні цінні папери, які обертаються на фондовому ринку і дають відносно стійкий у середньому прибуток [81, 210].

Диверсифікація дозволяє уникнути частини ризику завдяки розподілу капіталу між різноманітними видами діяльності.

8. Створення резервів, запасів на покриття ймовірних збитків є одним з поширених на практиці способів зниження ступеня ризику. Теорії запасів і резервів, методам їхнього моделювання присвячена досить велика кількість наукових досліджень, видано багато праць. Про це йдеться, зокрема, в [64, 83, 127, 186, 293, 302].

Основною проблемою у створенні запасів та резервів на покриття ймовірних збитків є оцінювання потенційних наслідків ризику.

9. Здобуття додаткової інформації є одним з важливих способів зниження ступеня ризику. В умовах використання невичерпних, неоднозначних, неточних даних постає питання про доцільність їхнього уточнення. Що ж до середньо- та довгострокових заходів, які плануються, особливо щодо інноваційних проектів (технічних новинок), то потрібно з'ясувати: чи необхідно терміново почати їхнє впровадження, чи є сенс провести додатковий експеримент для уточнення техніко-економічних показників. З

одного боку, додатковий експеримент дав би змогу знизити економічний ризик, яким обтяжений певний інноваційний проект, зменшити можливі збитки. Але, з іншого, експеримент, у свою чергу, пов'язаний з певними витратами та збитками, і якщо впровадження інноваційного проекту відкладається, то збитки збільшуються в зв'язку з зволіканням щодо отримання доходів. Вони особливо великі в разі проведення довгострокового експерименту. Впровадження заходу і одержання від цього економічного ефекту відсуваються в часі. Отже, для оцінювання доцільності здобування додаткової інформації необхідно порівняти економічні результати обох варіантів (без експеримента, з експериментом) [83, 228, 281].

Нагадаємо принагідно відому тезу: «Рішення коштує не більше того, чого варта інформація, на підґрунті якої воно прийняте».

Зазначимо, що правильне встановлення цілей дає змогу більш-менш точно визначити потребу в додатковій інформації і водночас є підґрунтям для спостереження (здобування інформації). Насправді, якщо у бізнесмена (менеджера) була б повніша інформація, він міг би зробити кращий (точніший) прогноз та знизити ступінь ризику, яким обтяжений даний вид економічної діяльності. Це робить інформацію товаром, за який менеджери (інвестори) згодні платити великі гроші. А коли так, то вкладання капіталу в інформацію необхідно оцінювати. Зрозуміло, що в багатьох випадках кількісна оцінка доцільності здобування додаткової інформації може бути досить наближеною. Це викликає необхідність проведення додаткових досліджень у цій сфері.

Байєсівський підхід припускає гіпотезу про наявність апріорних імовірностей реалізації економічного ефекту від заходу (наприклад, інноваційного проекту), ці ймовірності коригуються завдяки отриманій додатковій інформації, перетворюючись на точніші — апостеріорні ймовірності. Але для такого коригування необхідно прогнозувати умовні ймовірності реалізації експерименту залежно від фактичного стану економічного середовища. Може бути запропонований та використаний спрощений небайєсівський підхід [126] тощо.

Тож, якщо йдеться про те, коли та які способи оптимізації (зменшення) ризику доцільно обирати, то слушно застосовувати методику, наведену такою спрощеною схемою, так звану таблицю рішень (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Градація рівня збитків (грн)	Градація рівня ймовірностей					
	Близька до нуля	Низька	Невелика	Середня	Велика	Близька до одиниці
Незначні (від 0 до Λ_1)	Прийняття ризику					Прийняття ризику (створення резервів)
Малі (від Λ_1 до Λ_2)	Створення резервів, запасів					Уникнення ризику
Помірні (від Λ_2 до Λ_3)	Створення резервів		Зовнішнє страхування або/і розподіл ризику		Уникнення ризику	
Середні (від Λ_3 до Λ_4)	Зовнішнє страхування або/і розподіл ризику, диверсифікація			Уникнення ризику		
Великі (від Λ_4 до Λ_5)	Зовнішнє страхування або/і розподіл ризику (диверсифікація)		Уникнення ризику			
Катастрофічні ($>\Lambda_5$)	Зовнішнє страхування або/і розподіл ризику (створення резервів, запасів, диверсифікація)	Уникнення ризику				

6.7. ЗНИЖЕННЯ СТУПЕНЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ РИЗИКІВ

З огляду на розвиток інформатизації суспільства, глобалізацію впливу інформації на діяльність суспільства важливо розглянути невичерпність та асиметрію інформації як одне з джерел ризику в сучасному суспільстві. Необхідно також враховувати і той вплив, який має на можливість реалізації інформаційних ризиків застосовуваний тип менеджменту. Зокрема, важливим є таке:

по-перше, перелік умов, які необхідно враховувати в розробці рішень. Цей перелік визначається структурою чинників, які впливають на прийняття і реалізацію рішень;

по-друге, методологія використання інформації в межах певного типу менеджменту.

Ситуацію, в якій відбувається прийняття рішень, характеризують такі основні риси [107]:

1. *Наявність цілі.* Необхідність прийняття рішень спонукається наявністю певної цілі, котру необхідно досягти, щоб розв'язати проблему.

2. *Наявність альтернативних ліній поведінки.* Рішення приймаються в умовах, коли існує більше одного способу досягнення цілі або кілька альтернативних стратегій (варіантів) щодо досягнення цілі. Кожний з альтернативних варіантів характеризується набором параметрів ефекту (ефективності).

3. *Наявність обмежуючих чинників.* Чинники, що обмежують умови прийняття і реалізації рішень, називають дисциплінуючими.

До технічних чинників належать такі, які визначаються технічними характеристиками об'єктів: габарити, вага, міцність, надійність, температурні умови тощо.

Під економічними чинниками розуміють чинники, пов'язані з ресурсами: грошові кошти, час, матеріальні і трудові ресурси, виробничі можливості тощо.

Соціальні чинники виражають вимоги не лише стосовно доцільності здійснення тієї чи іншої альтернативи, але й необхідності дотримання загальнолюдських цінностей, етики, моралі. Зокрема, можуть прийматись рішення в межах відомих соціально-етичних концепцій маркетингу і менеджменту.

Важливими умовами прийняття рішень можуть бути інформаційні умови. Відоме визначення *Норберта Вішнера*, згідно з яким **інформацією** вважаються дані, які знижують невизначеність у знаннях про об'єкт управління, зовнішнє середовище з погляду наслідків управління. Як уже зазначалось, дані, на підставі яких здійснюється управління ризиками, можуть бути поділені на детерміновані (визначені), випадкові, невизначені.

Ризик конкретного рішення залежить не лише від наявної структури застосовуваної інформації, але й від того, яким чином аналізується і використовується інформація в межах методології конкретного типу менеджменту.

У менеджменті відомі такі методологічні підходи: традиційний, системний, ситуаційний.

Традиційний менеджмент (підхід) розробляє і використовує принципи і правила управління, придатні для будь-яких організацій. Традиційний підхід трактує менеджмент як достатньо просту одну-мірну взаємодію людей і частин (підсистем) в організації та організацій одна з одною. Приклад логіки такого менеджменту: «більше інвестицій — більше прибутку». Ризик тут дещо завуальовується.

Системний менеджмент (підхід) концентрується на взаємодії частин в організації та звертає увагу на важливість вивчення окремої частини в контексті цілого. Основними елементами системного підходу є:

- вхід у систему (ресурси, що надходять);
- процес перетворення ресурсів, що надійшли, на продукт;
- вихід із системи (продукт);
- зворотний зв'язок (знання результату, що впливає на ланцюжок у зворотному напрямі). Наявність зворотного зв'язку вказує на необхідність урахування ризику, його зниження.

Ситуаційний менеджмент (підхід) ґрунтується на тому, що в управлінні організацією не існує лише одного набору принципів (правил), який міг би використовуватись у всіх ситуаціях. Відомо, що в системотехніці під ситуацією розуміють тріаду: «ступінь ризику об'єкта управління — існуючі керуючі впливи — наслідки керуючих впливів для зниження до допустимих меж кількісної міри ризику».

Пізніше було запропоновано ще три типи менеджменту: соціально-етичний, морально-етичний, стабілізуючий [107].

Соціально-етичний менеджмент спрямований на зниження ймовірності прийняття рішень, здатних призвести до заподіяння недопустимих збитків фінансовій, технічній, кадровій, зовнішній і внутрішній структурам об'єктів, що підпадають до сфери впливу рішень, які приймаються. До останніх можуть бути віднесені: фізичні особи (споживачі, посередники, персонал), юридичні особи (постачальники, посередники, споживачі), природа, суспільство в цілому, якщо їх залежність від рішень, що приймаються, не буде визнана незначною. Важливо, що розглядаються операції, які не мають на меті нанесення недопустимих збитків.

Якщо в процесі менеджменту приймається рішення, яке призводить об'єкти, що підпадають до сфери впливу рішень, котрі приймаються, до недопустимих збитків, то соціально-етичний менеджмент потребує розробки компенсуючих рішень.

Реалізація соціально-етичних концепцій менеджменту можлива за умови вирішення таких проблем. По-перше, необхідно прогнозувати ризик і наслідки його впливу на перспективу. Для цього можуть бути використані методи прогнозування. По-друге, необхідно обґрунтувати норми ступеня ризику, значень важливих параметрів згідно з класифікацією станів об'єктів, що підпадають до сфери впливу рішень, які приймаються. Для цього можуть бути використані методи системного аналізу і теорії менеджменту. По-третє, повинні бути синтезовані спеціальні процедури розро-

бки і прийняття рішень, які дозволяли б знизити ступінь ризику до допустимих меж.

Соціально-етичний менеджмент перебуває в тісному зв'язку із соціальними процесами і може бути використаним для зниження ризиків управління, а також забезпечення безпеки життєдіяльності, правового регулювання та інших сфер.

Стабілізаційний менеджмент має на меті забезпечити знаходження параметрів об'єкта управління в заданій області або не допустити перехід цього об'єкта в область некерованих, недопустимих станів. Цей тип менеджменту не висуває нових самостійних цілей. Він забезпечує стійкість системи, зокрема фінансову.

Важливо враховувати, що різні типи менеджменту породжують різні ризики, бо:

по-перше, в цілому, по-різному використовують інформацію як підґрунтя, а прогнозування і планування — як інструмент менеджменту;

по-друге, вони по-різному застосовують методи прогнозування і планування. Так, традиційний менеджмент більшою мірою схильний спиратись на результати прогнозування за аналогією, експертне прогнозування. Системний менеджмент частіше використовує функціонально-логічне і структурне прогнозування. У ситуаційному і соціально-етичному менеджменті застосовують функціонально-логічне, структурне, аналітичне, параметричне прогнозування [107]. До того ж соціально-етичний менеджмент додатково потребує прогнозу структури та ступеня ризику й оцінювання допустимості станів об'єктів, які потрапляють до зони впливу рішень, що розробляються. Враховуючи можливу неточність інформації, дезінформації, імітації таємниці, можна рекомендувати розробляти необхідні рішення з використанням методології традиційного, системного, ситуаційного, соціально-етичного менеджменту. Порівняльний аналіз рішень, одержаних у межах різних типів менеджменту, може дозволити суттєво знизити ступінь ризику рішення.

Окрім того, для будь-яких типів менеджменту для зниження ступеня ризику рішення має досліджуватись на стійкість до помилок у первісних даних стосовно параметрів досліджуваної системи тощо.

Робастними прийнято називати рішення, стійкі до помилок вихідних даних. Робастність рішення забезпечує збереження планованої ефективності за відносно значних, суттєвих відхилень низки параметрів у реалізації рішення. Таким чином зменшується можливість відхилення від планових рішень. Тому ризик робаст-

них рішень нижчий, ніж у рішень, які не забезпечені цією властивістю.

У теорії алгоритмів зазначається: **алгоритм** — це система точно визначених правил дії (програм), що впорядковує процес перетворення інформації із зазначенням, як і в якій послідовності ці правила застосовувати до первісних даних. **Алгоритм розробки рішень** — це логічна послідовність операцій розробки управлінського рішення.

Необхідно враховувати, що у будь-якій системі розробляють і реалізують два типи рішень:

1) *алгоритмізовані рішення* — це рішення з чітко визначеними послідовністю, термінами виконання складових дій і конкретною відповідальністю за їх виконання (тільки такі рішення можуть бути реалізованими в бюрократичній організації і в автоматичному режимі системи управління);

2) *розпливчасті (нечіткі) рішення* — погано структуровані за складовими або/і термінами їх виконання рішення, в яких не зроблено однозначний розподіл обов'язків або/і відповідальність за реалізацію дій, котрі складають рішення (такі рішення частіше виконуються в автоматизованій системі управління).

За ознакою і характером урахування і неврахування змін умов реалізації ризикових рішень можуть бути виокремлені [108]:

1) *гнучкі системи*, алгоритми реалізації альтернативних рішень в яких напрацьовані заздалегідь, вже на стадії їх розробки. Передбачають різні варіанти дій залежно від умов (ситуацій), що складаються;

2) *системи з жорстким алгоритмом* прийняття і виконання рішення, що мають єдиний варіант реалізації за будь-яких умов і стану суб'єктів управління.

Якщо проблема добре структурована на підґрунті предметної і статистичної інформації, то можливе застосування запрограмованих рішень. Тоді методичні особливості різних типів менеджменту знаходять відображення у розробці алгоритмів підготовки і прийняття ризикових рішень. Розробка спеціальних алгоритмів прийняття ризикових рішень може забезпечити необхідний рівень якості організаційних рішень, знизити вплив суб'єктивних чинників. Дуже важливо, що це може раціоналізувати процес управління ризиками в умовах дефіциту часу. Взагалі кажучи, для кожної з типових ризикових проблем може розроблятися конкретний алгоритм прийняття рішення. Але вбачається також можливою розробка алгоритму прийняття ризикових рішень для різних типів менеджменту.

Алгоритм прийняття ризикових рішень у **традиційному менеджменті** може включати такі операції:

- виявлення ризикової проблеми;
- збирання інформації про джерела, особливості ризикотвірних чинників, щодо ступеня вразливості об'єкта ризику до зміни параметрів та ключових змінних, наслідки і збитки, породжені впливом ризикотвірних чинників;
- відображення цієї інформації в зручному для аналізу вигляді;
- аналіз інформації про можливі ризики, дослідження вразливості об'єкта, оцінювання обсягів можливих збитків;
- визначення цілей управління у вирішенні ризикової проблеми;
- ідентифікація ризикової проблеми з раніше існуючою;
- вивчення прийомів управління ризиками та їх наслідків;
- вибір варіанта дій на підґрунті аналогії та здорового глузду.

Алгоритм прийняття рішень у **системному менеджменті** може включати такі операції:

- контроль і виявлення ризикової проблеми;
- збирання інформації;
- відображення цієї інформації в зручному для аналізу вигляді;
- аналіз інформації про ризики в системі;
- дослідження співвідношень ризиків окремих елементів системи;
- дослідження співвідношень ризиків різної фізичної природи;
- дослідження співвідношення частоти і складності ризиків окремих елементів;
- генерація переліку можливих наслідків щодо ризиків кожного елемента системи і прогноз ступеня (сили) цих впливів для більш високого ієрархічного рівня системи;
- оцінювання і верифікація варіантів рішень;
- прийняття, оформлення, доведення до відома виконавців, виконання, контроль за виконанням рішень.

Алгоритм прийняття рішень у **ситуаційному менеджменті** може включати такі операції:

- виявлення (ідентифікація) ризикової проблеми;
- збирання інформації про ризики, небажані чинники, вразливість щодо ризику в конкретній ситуації;
- відображення інформації в зручному для аналізу вигляді;
- аналіз наявної інформації про ризики стосовно кожної з можливих ситуацій (джерела, об'єкти ризику; можливі впливи; прогноз їх ефективності);
- діагностика проблеми і ранжування ризиків, виокремлених з урахуванням доступних ресурсів;

- розробка критерію оцінювання ефективності управління ризиками в конкретній ситуації;
- верифікація та оцінка ризикових рішень;
- прийняття, оформлення, доведення до виконавців, виконання, контроль виконання рішень.

Алгоритм прийняття рішень у соціально-етичному менеджменті. Суть цього типу менеджменту полягає у недопущенні катастрофічного впливу чинників ризику на об'єкти і суб'єкти менеджменту.

Один з можливих варіантів такого спеціального алгоритму прийняття ризикових рішень включає:

- збирання інформації щодо: джерел ризику, їх фізичної природи та частоти, поточного стану і ступеня вразливості (чутливості, еластичності) об'єкта ризику, доступних управлінських впливів, параметрів недопустимих станів об'єкта управління;
- аналіз наявної інформації;
- діагностика ризикової проблеми;
- визначення цілей управління, необхідних для вирішення проблеми;
- формування критеріїв оцінювання катастрофічного (недопустимого) стану досліджуваної системи;
- розробка критеріїв оцінювання ефективності управління ризиками;
- генерація альтернативних варіантів можливих керуючих впливів для зниження ступеня ризику;
- прогноз наслідків кожного з керуючих впливів;
- оцінювання того, чи є допустимими наслідки у кожному з доступних керуючих впливів; якщо наслідки стосовно керуючого ризиком впливу не є допустимими, то такий вплив виключається з множини розглядуваних; якщо наслідки стосовно керуючого ризиком впливу є допустимими, то такий вплив включається до множини розглядуваних керуючих впливів;
- розробка критерію оптимальності рішення щодо управління структурою і ступенем ризику;
- верифікація та оцінка варіантів рішень;
- із множини розглядуваних рішень обирають найкраще згідно з прийнятими критеріями оптимальності;
- оформлюють прийняте рішення;
- доводять прийняте рішення до виконавців чи відповідних органів управління;
- виконують рішення;
- контролюють, чи змінюються параметри недопустимих станів об'єкта управління, а якщо змінюються, то наскільки значно;

- якщо має місце критична зміна параметрів недопустимих станів об'єкта, то повертаються до реалізації п. 1 цього алгоритму.

Алгоритм прийняття рішень у **стабілізаційному менеджменті** може включати такі операції:

- виявлення ризикової проблеми;
- збирання інформації про зміни структури і параметри ризику;
- дослідження динаміки зміни структури і величини параметрів ризику об'єкта управління;
- оцінювання часу, наявного у розпорядженні на виконання операцій управління ризиком (тобто часу, впродовж якого об'єкт управління ще перебуватиме у стані, який дозволяє управляти ним, з імовірністю, не менше заданої);
- розподіл часу на операції підготовки, прийняття і виконання рішень для забезпечення допустимого ступеня ризику, яким обтяжений об'єкт управління з імовірністю, не менше заданої;
 - системний аналіз інформації про ризики;
 - діагностика ризикової проблеми;
 - визначення цілей управління ризиком у вирішенні проблеми;
 - генерація переліку можливих впливів, що управляють ризиком;
 - прогноз наслідків (погіршення чи поліпшення ситуації) після застосування рішень;
 - визначення раціональної інтенсивності впливів, що управляють ризиком і забезпечують необхідну тенденцію зміни ризику;
 - прийняття, оформлення, доведення до виконавців, контроль за виконанням і термінів виконання рішень.

Зазначимо, що у вирішенні конкретних задач з використанням того чи іншого типу менеджменту ці алгоритми можуть змінюватись згідно зі специфікою конкретної задачі, прийнятої системи гіпотез, ставлення суб'єктів до ризику.

6.8. ЕКСПЕРИМЕНТ ЯК ДЖЕРЕЛО ІНФОРМАЦІЇ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ СТУПЕНЯ РИЗИКУ

Експеримент може бути важливим інструментом зниження ризику в діяльності підприємця, менеджера, особливо в умовах перехідної економіки. Експеримент може передувати розробці управлінського рішення, проводитись у процесі розробки рішення або бути результатом такого рішення. Для планування експериментів можуть використовуватись як універсальні, так і спеціальні методи.

Теорію планування експериментів можна віднести до теоретичних основ розробки управлінських рішень та управління ри-

зиком. Це один з методів здобуття додаткової інформації. Експерименти мають вплив на оцінювання [108]:

- 1) ефективності альтернативних варіантів рішень;
- 2) реалізованості рішень (правильності способів і засобів);
- 3) затрат часу і коштів на реалізацію рішення;
- 4) величини і можливості зниження ступеня ризиків у реалізації рішень.

Доки експерименти були простими як з теоретичного погляду, так і в технічному втіленні, проектування об'єктів випробовувань і планування експериментів здійснювалось евристично. Розвиток та ускладнення політичних відносин, економіки і техніки, а також ускладнення об'єктів і цілей експериментальних досліджень призвели до подорожчання і зростання витрат і небезпеки наслідків експериментів. У наш час у розробці високотехнологічних товарів і послуг витрати на експериментальні дослідження складають більше половини витрат у собівартості. Якщо ж ідеться про економічні чи політичні рішення, то необхідність в експериментах зростає, бо підвищуються можливі ризики і збитки. В економіці та підприємництві проведення експериментів є складною проблемою.

Експерименти повинні старанно плануватись. Для зниження ризику, а також мінімізації витрат на операцію чи систему використовують методи **теорії планування експеримента** з метою мінімізації витрат і забезпечення високої якості розроблюваних управлінських рішень. Планом експериментів (випробовувань) називатимемо раціональну множину умов експерименту, що забезпечують досягнення цілей і завдань випробовувань: розробка математичної моделі операції чи системи; перевірка правильності функціонування; оцінювання безпеки; необхідні вимоги щодо точності і достовірності. Інструментарій теорії планування експерименту дозволяє одержати прогноз витрат, пов'язаних з його проведенням. Якщо як об'єкт прогнозу виступають деякі технічні характеристики високотехнологічних виробів, наприклад об'єкти авіаційної техніки, методи планування експеримента виступають лише в ролі методів прогнозування і дозволяють одержати оцінку витрат на досягнення відповідних характеристик [108].

У предметній сфері можливо виокремити такі види експериментів: політичні, економічні, технічні, технологічні, конструкторські (макетування), оцінки надійності, довговічності, ергономічних характеристик тощо.

За ієрархічним рівнем об'єкти, які випробовуються, можуть бути розподіленими на функціональні і параметричні.

Поділ випробовувань на функціональні і параметричні пов'язаний з властивістю ємерджентності (незведеності властивостей цілого до властивостей окремих елементів) складних систем. Тож, *функціональним випробовуванням* підлягає товар чи досліджувана система.

У процесі *параметричних випробовувань* оцінюються окремі параметри, що характеризують виконання конкретних функцій. Необхідно зазначити, що поняття функціональних і параметричних випробовувань відносні, тобто на більш високому рівні ієрархії функціональні випробовування можуть розглядатись як параметричні, і навпаки.

За *умовами проведення* можна виокремити випробовування:

- 1) уявне моделювання середовища;
- 2) математичне моделювання середовища;
- 3) лабораторні випробовування у фізично імітованих умовах, причому діапазони змін параметрів можуть не збігатися з реальними межами змін параметрів у процесі експлуатації;
- 4) випробовування в умовах реального фізичного (природного і штучно створеного людиною) та ринкового середовища.

За *фізичним складом об'єктів випробовувань* можна виокремити випробовування натурних (реальних) об'єктів, напівнатурні випробовування об'єктів, фізичне і математичне моделювання, уявний експеримент (верифікація). Це пов'язано з двома групами причин:

- 1) прагненням знизити витрати часу і/або засобів на випробовування об'єктів (за деякими оцінками, у проведенні випробовувань складних товарів (наприклад, виробів машинобудування) затрати можуть знижуватись у кілька разів за рахунок переходу від натурних випробовувань до напівнатурних і від напівнатурних до математичного моделювання);
- 2) прагненням знизити можливі збитки, забезпечити безпеку випробовувань (проведення експериментальних випробовувань пов'язано з підвищеним ризиком. Загальновідомо, що Чорнобильська трагедія — результат невдалого експерименту).

Оскільки експерименти з реальними об'єктами можуть призводити до шкідливих наслідків, тому в багатьох сферах діяльності віддають перевагу проведенню експериментів не з натурними (реальними) об'єктами, а з напівнатурними чи математичними моделями.

У *напівнатурному моделюванні* одна частина об'єкта представлена реальними фізичними елементами, а інша — їх математичними моделями.

У математичному моделюванні випробовуванням підлягають аналітичні чи імітаційні моделі, причому сам модельований об'єкт може на даний час ще не існувати (наприклад, інноваційний проект).

Уявний експеримент і/або верифікація експертом проводяться з використанням предметної і підсвідомої інформації про об'єкт випробовувань.

У процесі розробки управлінського рішення експерименти можуть проводитись в такому порядку: уявний експеримент (верифікація експертом), математичне моделювання, натурні дії з реальними об'єктами.

Використання напівнатурних чи математичних моделей дозволяє знизити не тільки ризик, а й затрати на експерименти та отримати нові знання про об'єкт дослідження.

З огляду на економічну ефективність це дає змогу у проведенні маркетингової стратегії:

- 1) знизити ризик вивчення, тобто ризик помилок, пов'язаних з неправильними уявленнями про об'єкт управління;

- 2) знизити ризик дії, тобто ризик помилок управління маркетинговою стратегією фірми;

- 3) забезпечити більш ранній, порівняно з конкурентами, вихід товару на ринок (це призводить до збільшення періоду монопольного становища товару на ринку, з відповідною можливістю встановлення монопольно високої ціни на цей товар до моменту появи товару конкурентів);

- 4) знизити собівартість товару, що розширює діапазон зниження цін, забезпечує більшу фінансову стійкість виробника товару в конкурентній боротьбі.

Можна виокремлювати як цілі експериментів, так і цілі планування експериментів.

Цілі експериментів визначають те, який результат сподіваються одержати від експерименту (нові знання).

Цілі планування експериментів визначають те, в які терміни і з якими затратами цей результат буде отриманий.

З погляду цілей експериментів за існуючої вивченості досліджуваних проблем виокремлюють:

- 1) планування екстремальних експериментів;

- 2) планування експериментів для з'ясування механізму явищ.

Планування екстремальних експериментів застосовується у тих випадках, коли експериментатора цікавлять умови, за яких досліджуваний процес задовольняє принципу та умовам оптимальності (наприклад, найбільшому чи найменшому рівню зовнішніх впливів, обсягу результуючого продукту).

Для зниження ризику вивчення проводять експерименти, спрямовані на з'ясування механізму явищ, тобто поведінки досліджуваного об'єкта.

Найважливішим моментом у забезпеченні технічної достовірності результату досліджень товару є проведення експериментів у всіх заданих зовнішніх умовах, *включаючи передбачені режими переходу від виконання однієї функції до виконання іншої в процесі адаптації до зміни зовнішніх умов чи стану товару*. Однак на практиці не завжди пам'ятають про цю очевидну умову.

Для проектування досліджень передусім необхідно спроектувати чи виокремити об'єкт досліджень. У проведенні управлінських експериментів об'єкт дослідження може збігатися чи складати частину організаційно-виробничої системи.

Проектування процесу дослідження товарів також слід розпочати із синтезу об'єкта чи деякої множини (номенклатури) об'єктів досліджень. Це пов'язано з тим, що у процесі випробовувань досліджувані об'єкти (товари) можуть руйнуватись (наприклад, під час випробовування на міцність), відпрацьовувати свій ресурс, втрачати товарний вигляд тощо.

Ризик виходу на ринок з неякісним товаром збільшується, якщо мають місце такі недоліки процесу досліджень:

- ♦ перевіряються не всі, а тільки частина функцій (не забезпечується функціональна повнота досліджень), що зменшує технічну достовірність результатів досліджень;

- ♦ обрані умови досліджень (план досліджень) не дозволяють досягнути екстремальних (максимальних чи мінімальних) значень ключових чинників, що також не дає змогу забезпечити технічну достовірність результатів досліджень;

- ♦ довготривалість одного експерименту і кількість експериментів недостатні для того, щоб випадкова відмова у функціонуванні об'єкта досліджень проявилась;

- ♦ мала кількість експериментів не дозволяє з достатньою точністю і достовірністю оцінити параметри товару (це підвищує невизначеність у прийнятті рішень щодо відповідності товару потрібним вимогам і відповідно можливістю його реалізації споживачам);

- ♦ у процесі аналізу неправильно інтерпретують результати експериментів, що призводить до неправильної діагностики причин і наслідків, які відслідковувались у процесі дослідження відхилень параметрів до відмов у функціонуванні об'єкта.

Другий підхід до класифікації методів планування експериментів пов'язаний з використанням у такому плануванні моделей об'єктів експериментальних досліджень. Це породжує два трак-

тування у визначенні множини методів математичної теорії планування експерименту:

- ◆ згідно з першим (вузьким) трактуванням цю теорію ототожують з регресійним і факторним аналізом (у розробці таких планів розглядаються і використовуються лише регресійні моделі об'єктів досліджень);

- ◆ згідно з другим (розширеним) трактуванням під математичною теорією планування експерименту розуміється сукупність математичних методів, кожен з яких дозволяє відповідно до певних завдань досліджень знайти необхідні умови або/і кількість реалізацій експерименту. Тут розглядаються імітаційні моделі (функціональні випробування) та окремі види моделей: моделі підвищення «навченості» системи, моделі надійності об'єктів дослідження тощо.

До *методів теорії планування експериментів* можуть бути віднесені:

- логіко-математичні функціональні плани: повний, інтегральний, урізаний (обмежений);
- регресійне, чинникове планування;
- інтерпретація досліджень як процесу підвищення «навченості» системи;
- інтерпретація досліджень як процесу підвищення надійності;
- статистичний кореляційний метод;
- розрахунок на основі базових коефіцієнтів;
- методи перевідних коефіцієнтів і бальних оцінок як різновиду методу базових коефіцієнтів, а також модифікація цього методу, інколи застосовувана для підвищення точності методу;
- розрахунок обсягу випробувань (кількості експериментів) для забезпечення статистичної достовірності (довірчої ймовірності) результату досліджень;
- використання умовних ймовірностей (теореми Байєса) для оцінки ймовірності досягнення результату залежно від рівня затрат;
- використання штрафних функцій для визначення обсягів досліджень, які забезпечують мінімум сумарних витрат на дослідження і ліквідацію недоліків у процесі експлуатації тощо.

6.9. УПРАВЛІННЯ ГЕОПОЛІТИЧНИМИ І ПОЛІТИЧНИМИ РИЗИКАМИ

Геополітичний і/або політичний ризики незалежно від призначення чи заперечення цього факту суб'єктом ринку завжди притаманний підприємницькій діяльності. Стратегічне управлін-

ня геополітичними ризиками в перспективній поточній та оперативній діяльності має форму зовнішньо- або внутрішньополітичних рішень, які часто взаємопов'язані.

Політичні ризики спричинені діями окремих державних діячів або органів управління, а також державної влади загалом. Наприклад, у 1791 р. у США був прийнятий Білл про права, котрий проголошує: «не повинні вимагатись надмірні податки чи накладатись надмірні штрафи...» [159]. Відомі й інші заходи щодо управління політичними ризиками.

Геополітичні ризики можуть мати як зовнішні, так і внутрішні джерела. В управлінні такими ризиками суттєвим є те, що утворення, які з погляду міжнародного права визначаються державами, з геополітичного погляду скоріш за все є суперетносами.

Управління геополітичними ризиками повинно бути системним і водночас мати конкретну предметну спрямованість: управління потенціалом і/або пасіонарністю етносу; соціально-економічними відносинами, економікою, фінансами; співвідношенням експорту та імпорту, інформаційними потоками; культурними обмінами тощо.

Інструменти такого управління можуть бути різними, зокрема:

- міжнародне та внутрішнє законодавство (угоди);
- фінанси та кредитно-грошова політика;
- промислові, комерційні та інформаційні технології;
- військовий потенціал і міжнародне військово-технічне співробітництво;

- наукові та культурні обміни тощо.

В управлінні геополітичними і політичними ризиками може бути виокремлене управління змінами в домінанті (цілепокладанні), у засобах і технологіях досягнення цілей, у менеджменті щодо досягнення національних цілей. Перефразуючи відоме положення менеджменту, можна сказати, що життєдіяльність етносу, котрий не має своєї домінанти (національної ідеї), не може бути успішним. Це породжує геополітичний ризик цілепокладання. Суб'єктом управління таким ризиком може бути *«президентська вертикаль»*.

Неправильний вибір засобів також дає негативний результат. У наш час шлях до демократії пов'язаний, окрім іншого, з розвитком високих технологій. Скорочення кількості таких виробництв збільшує ризик недемократичного розвитку. Суб'єктом управління таким ризиком може бути *«вертикаль представницької влади»*.

Ризик геополітичного менеджменту виникає, коли для досягнення правильних цілей з використанням правильних засобів не-

правильно визначають і підтримують баланс інтересів у трикутнику «люди — цілі — ресурси». Суб'єктом управління таким ризиком може бути *«вертикаль виконавчої влади»*.

Головне місце в управлінні потенціалом етносу належить Конституції. Можна розглядати її як системотвірний документ в юридичній формі. Вона на рівні правових норм закріплює систему управління політичним ризиком у державі і визначає можливості її модифікації у разі зміни ризикової ситуації. Окрім того, наприклад, Конституція США визначає баланс влад і містить обмеження на можливі дії гілок влади як стосовно них самих, так і громадян (згадаймо, «...не можуть накладатись надмірні штрафи...»). Понад двох століть історії підтверджують, що прийнята у 1787 р. Конституція США забезпечує зворотний зв'язок еліти з етносом. Можливість внесення своєчасних змін до цього документа дійсно дозволило мати «більш досконалий Союз, встановити правосуддя, гарантувати внутрішній спокій, забезпечити колективну оборону, сприяти загальному розквіту, закріпити блага свободи за нами й нащадками нашими» [159]. Загалом є можливим стверджувати, що прийняття Конституції було найважливішим актом управління політичними ризиками, найбільшим благом, подарованим елітою для самої себе і суперетносу США. У країнах, де еліти не змогли запропонувати себе суперетносу і закріпити у Конституції основи системи управління політичними ризиками, події розвивались не так сприятливо, величезних збитків зазнали й самі еліти.

Можливість виникнення катастрофічних політичних ризиків може зберігатися аж до побудови у державі складної системи управління ризиками. Відомо, що етнос розробляє як спеціальні, так і універсальні прийоми управління потенціалом можливостей, котрі більшою мірою відповідають умовам їх існування. Наприклад, відомо, що:

1) у США створені матеріали і творчі умови для «припливу мозку» з інших країн;

2) в Японії з метою попередження втрати потенціалу представниками еліти та активної частини етносу, а також мінімізації можливих втрат від цього, розроблена спеціальна процедура ротатції керівних кадрів корпорацій тощо;

3) ідеократичні держави мають схильність до підтримки певного рівня стресу для розкриття потенціалу етносу. Однак, якщо рівень стресу за величиною (амплітудою) перевищує можливості етносу (його стійкість), то можливий злам, який може спостерігатись і тоді, коли стимулювання стресом має тривалий характер.

Найуніверсальнішим інструментом забезпечення потенціалу, потрібного рівня життєвої енергії етносу в розвинутих країнах є **принципи рівних можливостей і конкуренція, демократичні процедури формування органів влади**. Тому для управління геополітичними, зовнішньо- і внутрішньополітичними ризиками на рівні держави повинна цілеспрямовано створюватись складна широкомасштабна система управління такими ризиками. Вона повинна мати всі властивості, притаманні складним соціально-економічним системам, зокрема властивості ефективності, гнучкості, надійності, маневреності, стійкості, допустимої вразливості тощо. Важливо, щоб така система і можливості її зміни були законодавчо закріплені у Конституції держави.

Для **управління геополітичними ризиками** використовують [107]:

- ♦ трансформаційний баланс (за умови як добровільного об'єднання, так і добросусідства, розширення зон впливу). Особливо ефективні у цьому плані фінансово-промислові групи, які дозволяють створити високі технології з притаманними їм підвищеними нормами доходу й витратами на заробітну плату працівникам. Це створює додаткові матеріальні стимули для етносів—учасників проекту. Одночасно виникають і ризики;

- ♦ неурядові міжрегіональні і міжнародні організації (дійові за добросусідства, злиття, добровільного об'єднання). Це дозволяє опрацювати загальні або узгоджені домінанти, які полегшують особисті контакти еліт різних етносів, сприяють розширенню сфер впливу;

- ♦ військові союзи і військово-технічне співробітництво;

- ♦ рухи народів, які не мають державності і розселені на території кількох держав. За стосунків етносів у межах добросусідства такі рухи можуть призводити до утворення нових суперетносів. Можуть породжуватись сепаратистські рухи, а у разі війни виникати партизанські рухи, терористичні організації тощо;

- ♦ сепаратистські рухи, підпільні і терористичні організації характерні для відносин типу «химер». Являють собою найскладніші суб'єкти й об'єкти управління. Здатні руйнувати стосунки добросусідства, злиття, добровільного об'єднання.

Розробляючи методи управління необхідно враховувати, що етноси мають складну структуру. Залежно від фази життєвого циклу етносу для *управління зовнішньополітичними ризиками* можуть бути рекомендовані різні прийоми управління, а також різноманітний розподіл ресурсів між цими напрямками в управлінні:

◆ за підйому пасіонарності, потенціалу — це відпрацювання домінанти, яка не суперечить людським цінностям, з урахуванням міжнародних можливостей і небезпек; перевірка існування і виконання обмежень на можливості розвитку, реальна оцінка ресурсів і сценарію розвитку ситуації; розширення можливими методами зон дотику і зон інтересів;

◆ за фази граничної пасіонарності (граничного потенціалу) важливо завчасно підготувати необхідні для стабілізації ситуації в майбутньому ресурси, розробити системи міжнародних договорів і процедур для обмеження можливостей експансії; встановити причини природного зламу (різкого спаду) пасіонарності етносу; організувати моніторинг та оперативне прийняття рішень для вжиття підтримуючих впливів;

◆ у разі зламу (різкого спаду) важливо не допустити некерованого розвитку ситуації;

◆ за інерційної фази логічно, зокрема, доопрацювати, модифікувати, наблизити до реальності домінанту; сформувати еліту та активну частину етносу; створювати і накопичувати, а також вводити в дію необхідні ресурси для того, щоб запобігти подальшій втраті потенціалу етносу; стимулювати локальний підйом потенціалу для забезпечення позитивної енергії розвитку;

◆ за втрати пасіонарності важливо: обмежити можливість неправомірного використання ситуації іншими етносами; зосередити зусилля на розробці нової, адекватної реальності домінанти; формувати активну частину етносу; накопичити ресурси для нового глобального пасіонарного поштовху.

В *управлінні внутрішньополітичним ризиком* важливо враховувати, що суперетноси, котрі населяють одну країну, складаються з етносів, які входять в постійні стосунки з іншими етносами. Методи управління внутрішньополітичними ризиками залежать від того, які геополітичні стосунки між етносами мають місце. За дифузії (проникнення на територію іншого етносу) можливо уповільнити чи прискорити цей процес введенням законодавчих норм, які полегшують чи ускладнюють процес еміграції, розгорнути компанію певної спрямованості в засобах масової інформації для створення сприятливого чи несприятливого середовища тощо. За дифузії важливо спостерігати та управляти тенденцією розвитку стосунків етносів. Якщо дифузія супроводжується асиміляцією, то це може бути позитивним чинником для обох етносів, сприяти зростанню їх потенціалу. Якщо асиміляції не спостерігається, то можливі стосунки партнерства, химери чи війни за панування на території. Дифузія, що

супроводжується посиленням концентрації і компактного проживання представників іншого етносу, може перерости у війну за контроль над територією. Своєчасна діагностика тенденцій, вжиття заходів може вплинути на перспективи розвитку ситуації і міжетнічних стосунків [107].

Можна стверджувати, що все суспільно-політичне життя країни є не чим іншим, як **управлінням політичними ризиками**. За цих умов державний устрій як підсистема повинен охоплювати систему управління політичними ризиками, використовуючи «зворотний зв'язок» — реакцію на вироблювані управлінські впливи. Такий зворотний зв'язок може існувати за умов:

- узгодження і коригування рішень органами представницької і виконавчої влад;
- діяльності політичних партій і громадських рухів;
- участі засобів масової інформації;
- законодавчого закріплення процедур внесення змін до законодавства, голосувань, референдумів тощо.

«Сильний зворотний зв'язок» має місце тоді, коли державні органи активно реагують на реакції суспільних верств і соціальних груп, окремих особистостей. Наслідками можуть бути «метушня» і підвищення політичного ризику такою ж мірою, як і «слабкий зворотний зв'язок» — відсутність будь-якого реагування.

Корисно ввести аналітичні залежності для оцінювання ефективності зворотного зв'язку. Якщо виходити з того, що головний зміст демократії полягає у можливості громадян суспільства впливати на рішення, що приймаються, то коефіцієнт загасання зворотного зв'язку може бути визнаним кількісним формальним показником розвитку демократії у суспільстві. Чим більший цей коефіцієнт, тим слабший демократичний зворотний зв'язок.

За частотою здійснення зворотний зв'язок може бути дискретним і неперервним (процесним). Дискретний зворотний зв'язок може мати форму розробки та прийняття Конституції (а також поправок до неї), виборів, проведення референдумів, опитувань громадської думки, конференцій, «круглих столів», процедур відкликання, дострокового припинення повноважень тощо.

Частота зворотного зв'язку має особливе значення в перехідний період. Це пов'язано з тим, що в перехідний період ситуація змінюється швидше, ніж в умовах сформованого соціально-економічного ладу.

Неперервний зворотний зв'язок можуть здійснювати засоби масової інформації, політичні партії, громадські організації, асоціації тощо. Такий зв'язок може бути формальним (наприклад,

голосування фракцій у представницькому органі влади, депутатські запити, запити до Конституційного Суду тощо) чи неформальним (проведення конференцій, «круглих столів», обговорення публікацій).

Система управління політичними ризиками будь-якої держави належить до складних систем, яким притаманні властивості емерджентності, велика кількість їх елементів, ієрархія тощо.

Ієрархія суб'єктів управління політичним ризиком різна для соціальної та економічної сфер. Для соціально-політичної сфери вона є такою:

- політична система країни;
- президент, парламент, уряд;
- керівники адміністрацій, законодавча і виконавча влада регіонів;
- суспільні верстви і відображаючі їхні інтереси політичні партії;
- соціальні, регіональні, національні і професійні групи і віддзеркалюючі їх інтереси професійні спілки, асоціації та інші громадські організації;
- індивідууми.

Для економіки держави ієрархія — це країна, галузь, регіон, фінансово-промислова група, холдинг, підприємство, підприємці без створення юридичної особи.

Управління глобальними ризиками на ієрархічному рівні держави втілює Рада національної безпеки. В її функції входить своєчасне виявлення та управління глобальними ризиками, що стосуються інтересів країни в цілому поза залежності щодо причин їх виникнення [121].

Для визначення політичного ризику з боку органів влади країни, наприклад, у США була розроблена система оцінки таких ризиків, названа *Prince Model* [172]. В основі цієї системи лежить дослідження економічної політики з того чи іншого питання на підставі аналізу позицій головних дійових осіб. Модель ґрунтується на параметрах:

- позиція діячів у тій чи іншій сфері;
- стійкість дотримання цієї позиції;
- влада чи впливи окремих осіб.

Політичний ризик може бути зменшеним за допомогою управління конфліктами. Для зменшення політичних ризиків у розробці управлінського рішення може бути рекомендовано:

- ◆ оцінити його вплив на зовнішнє і внутрішнє середовище фірми;

- ◆ здійснити прогноз можливих причин, форм, наслідків конфлікту;

- ◆ запропонувати і включити до складу рішення заходи, що знижують ймовірність виникнення як зовнішнього, так і внутрішнього конфлікту;

- ◆ передбачити можливі методи і резервні ресурси для вирішення конфліктів, які все ж таки виникають.

Пропонується у процесі розробки державного управлінського рішення перевірити його реалізованість, яка визначається [108]:

- ◆ достатньою мотивацією і стимулюванням суспільних верств, підприємств, виконавців — персоналу, брокерів, дилерів та ін.;

- ◆ здатністю не породжувати соціальні конфлікти високого ступеня інтенсивності.

У разі виникнення конфлікту високого ступеня інтенсивності підвищується ризик втрат. Вплив керуючих рухів на динаміку параметрів ефекту можливо врахувати, наприклад, побудувавши булеву матрицю впливу. Стовпчики цієї матриці збігаються з параметрами ефекту, рядки — з керуючими впливами з множини пропонованих керуючих дій [107]. Аналогічно може бути побудована таблиця структурно-логічного аналізу (оцінки) реалізованості відповідних керівних рішень. У цій таблиці номери рядків відповідають номерам управлінських рішень, а номери стовпчиків — номерам груп діячів на ринку, які спроможні заблокувати виконання відповідних рішень.

Аналогічні методи можуть бути використані і в управлінні політичними ризиками на рівні фінансово-промислових груп, холдингов, підприємств тощо. Необхідно зазначити, що організаційна структура може і повинна розглядатись як один з ефективних інструментів попередження, управління ризиками. Допоможуть знизити політичні ризики і спеціальні процедури прийняття рішень.

Відомі спроби використати як фінансовий інструмент зниження політичних ризиків резервної валюти, зокрема євро. Однак слід пам'ятати, що мають місце об'єктивні чинники, здатні обмежити ефективність цього інструменту. Це передусім співвідношення масштабів економік і спеціалізація в міжнародному розподілі праці країн-учасниць. Крім того, використання резервної валюти порушує дію валютних стабілізаторів економіки, які полягають у тому, що за підвищення курсу національної валюти умови експорту погіршуються, а за зниження, навпаки — поліпшуються, що може сприяти виходу з кризи. Тому використання

резервної валюти здатне спричинити необхідність подальшої фінансової і політичної інтеграції країн-учасниць. Проте в деяких випадках воно може бути неефективним.

Ступінь політичного ризику галузей промисловості, підприємств знижують шляхом цілеспрямованого впливу на органи управління. Для управління політичними ризиками з боку підприємств галузі, об'єднань, підприємців, окремих осіб і сімей громадян Конституція і Цивільний Кодекс передбачають можливість створення некомерційних за своєю суттю асоціацій та об'єднань. Такі організації дозволяють чітко формулювати завдання управління політичним ризиком, визначати пріоритети в їх здійсненні, концентрувати суспільні зусилля на зниженні ризиків.

Соціально-економічний розвиток країн у ХХ ст. — яскраве свідчення важливості й актуальності цієї проблеми, необхідності створення законодавчої бази та системи управління політичними ризиками на рівні підприємств, осіб. Матеріальною базою такого управління може бути власність і наявність незалежних від держави джерел доходу. Тоді збереження власності і доходу стає метою в управлінні політичними ризиками.

На рівні підприємств вважається, що науковий підхід на терені управління політичними ризиками став формуватись нещодавно. *Наголосимо, що за кордоном вважається: аналіз та управління політичним ризиком служить індикатором цивілізованості підприємства.*

Поняття «політичний ризик» увійшло в користування американських компаній після приходу до влади Ф. Кастро на Кубі у 1959 р. Тоді визріла думка, що у цій галузі потрібні ефективні інтелектуальні засоби захисту від небажаних подій у політичній сфері. Великі компанії США змінили організаційні форми оцінки та управління політичним ризиком. Були створені «мозкові центри» і введена посада *координаторів вивчення політичного ризику*. Вони узагальнюють інформацію, організують аналіз, прогноз можливих наслідків тих чи інших політичних рішень. Конкретний ступінь політичного ризику оцінюють з позиції наслідків для конкретної країни, фінансово-промислової групи, холдингу, підприємства. Тут враховується, що одна і та сама політична подія чи дія уряду залежно від соціально-економічного стану, стратегії країни, суб'єктів ринкової діяльності можуть мати різні наслідки. Зміни законодавчих актів, технічних умов (наприклад, до якості продукту) залежно від стратегії фірми може призвести до появи допустимого, критичного чи катастрофічного ризиків [172].

Управління політичним ризиком на рівні підприємства розглядається як складовий елемент готовності менеджерів різних рівнів ієрархії, суб'єктів ринку і населення сприймати раціональні рішення з урахуванням можливого характеру, масштабу, динаміки і наслідків політичної невизначеності діяльності [172]. Як уже відзначалося, політичні ризики проявляються зміною умов, поліпшенням чи порушенням умов виробничо-торговельного процесу через причини, зумовлені діяльністю органів державного управління.

Управління політичними ризиками на рівні комерційних, некомерційних організацій може знаходити вираження, зокрема, в таких діях:

- ініціюванні прийняття політичних рішень, що створюють шанс для збільшення темпів соціально-економічного розвитку країни, галузі, регіону, поліпшення соціального положення етносів, окремих суспільних класів (груп);
- попередженні щодо неможливості здійснення господарської діяльності з причин: революції; збройних конфліктів; акцій протесту і громадської непокори; конфіскації товару; введення ембарго; відмови виконувати взяті попередниками зобов'язання;
- обмеженні можливостей несприятливого щодо соціально-економічного стану розвитку країни функціонування підприємств, життєдіяльності населення, зміни податкового законодавства і організації податкової системи та системи бухобліку;
- попередженні введення відстрочення (мораторію) на зовнішні платежі на конкретний термін, заборони чи обмеження конверсії національної валюти у валюту платежу, що призводить до втрат для експортно-імпортних операцій, тощо.

У процесі управління можуть бути виокремлені і досліджені політичні, соціальні, економічні, технологічні, моральні, релігійні причини виникнення політичних ризиків. За місцем виникнення в управлінському процесі політичні ризики можна поділити на ризики політичного цілепокладання, маркетингу, менеджменту.

Ризик політичного цілепокладання пов'язаний з неправильним вибором соціальних цілей суспільства, **ризик політичного маркетингу** — з неправильним обранням джерел ресурсів та інструментів досягнення соціальних цілей, **ризик політичного менеджменту** — з неправильним використанням політичних інструментів у процесі досягнення поставлених соціальних цілей.

Відомо, що ризики менеджменту можна поділити на ризики вивчення та ризики дії. *Політичний ризик вивчення* пов'язаний з неповнотою і спотворенням інформації стосовно соціально-

економічної ситуації в країні. *Політичний ризик* дії пов'язаний з помилками в прийнятті і реалізації управлінських рішень.

За географією виникнення політичного ризику можуть бути виокремлені зовнішньо- та внутрішньополітичні ризики. Можливості управління ними взаємопов'язані. Це знайшло відображення в формулах, які використовують для оцінки політичного ризику і розробки прогнозних сценаріїв. За ступенем детального врахування впливаючих чинників виокремлюють два варіанти формул [172].

Перший варіант формули має такий вигляд:

$$Y + M = A + X,$$

де Y — валовий національний продукт (ВНП), або загальна вартість кінцевого продукту та послуг, виконаних резидентом у країні та за кордоном; M — імпорт; A — внутрішнє споживання, враховуючи споживання матеріальних благ, інвестиції, витрати на нематеріальну сферу виробництва; X — експорт.

Другий варіант формули має вигляд:

$$VX - VM - DS + FDJ + U - K_0 = DR - NRB,$$

де VX — експорт у грошовому вимірі; VM — імпорт у грошовому вимірі; DS — платежі зовнішнього боргу; FDJ — загальний обсяг короткострокових прямих інвестицій; U — загальний обсяг короткотермінових позик; K_0 — загальна сума вкладень; DR — кількість іноземної валюти, що знаходиться в цей час у країні; NRB — загальна сума заборгованості, котру необхідно сплатити в розглядуваний період.

Технології оцінювання політичного ризику передбачають використання не тільки формальних моделей, але ще й експертних знань щодо майбутнього.

На рівні підприємств головним засобом управління політичним ризиком також можуть вважатись вибір організаційної структури та застосування спеціальних процедур прийняття рішень. Так, фінансово-промислові групи і холдинги є організаційною формою зниження політичних ризиків за рахунок їх диверсифікації. Вхідження підприємства у фінансово-промислову групу дозволяє диверсифікувати (розподілити) політичний ризик, виконуючи операції, що входять до технологічної ланки. Структура холдингу дає змогу знизити політичний ризик як одного цілого за допомогою диверсифікації політичних ризиків, пов'язаних з роботою дочірніх підприємств холдингу на різних товарних ринках (харчові, промислові товари, будівництво), а також на ринках по-

слуг. Така структура надає можливість мінімізувати негативні наслідки галузевих політичних ризиків, оперативно переводити капітал з ринків, на яких політичні ризики реалізуються, на ринки з низьким рівнем певних (на даний момент) політичних ризиків. Важливо, що галузеві політичні ризики можуть бути застраховані як комерційні.

На ієрархічному рівні особи можна знизити політичний ризик діяльності вибором такого фаху, який потрібний у різних галузях народного господарства (наприклад, фахівець з моделювання, обчислювальної техніки, бухгалтер, юрист, секретар-референт, водій). Вибір вузької спеціальності (наприклад, спеціаліст з обробки металів тиском, пілот), навпаки, збільшує ризик, особливо в умовах структурної перебудови та конверсії.

Великі міста породжують спеціальності, пов'язані із забезпеченням життя міста (сантехніки, двірники, оператори бойлерних установок та ін.). Проживання у великих містах дозволяє особі мінімізувати негативні наслідки галузевих політичних ризиків. Окрім того, задля зменшення негативних наслідків галузевих політичних ризиків осіб організуються і реалізуються програми перекваліфікації, зокрема для військовослужбовців, які звільняються в запас, та ін.

6.10. УПРАВЛІННЯ ФІНАНСОВИМ РИЗИКОМ

Управління фінансовим ризиком посідає особливе місце. По-перше, це пов'язано з тим, що соціально-економічний ризик має фінансові наслідки. По-друге, це важливо тому, що обсяг доступних фінансових ресурсів суттєво впливає на вибір методу та ефективності управління ризиком.

Центральною діючою особою ризик-менеджменту є суб'єкт ризику. Називатимемо суб'єктами ризику тих, хто приймає на себе ризик і/або управляє ним.

Виокремлюють, зокрема, такі **суб'єкти ризику** [107]:

етнос — сукупність людей, об'єднаних спільними властивостями, поведінкою (ментальністю), котрі провадять економічну діяльність на певній території;

еліта етносу — частина етносу, котра приймає від його імені управлінські рішення чи іншим способом впливає на його поведінку;

активна частина етносу — це частина етносу, здатна впливати на рішення, що приймаються, і ефективність їх реалізації через

участь у роботі органів державного управління, економічної діяльності, бере участь у діяльності громадських організацій;

підприємець — це член етносу, котрий здійснює економічну діяльність, вкладає у власну справу, керовану ним безпосередньо (чи з його участю), свій власний або позичений капітал з урахуванням результатів аналізу й оцінки таких параметрів справи, як прогнозовані затрати, дохід, ліквідність, безпека;

інвестор вкладає у чужу справу, впливати на управління якою він не може чи не хоче, свій власний або позичений капітал на тривалий термін, керуючись оцінкою таких параметрів справи, як: прогнозовані витрати, дохід, ліквідність, безпека. Інвестор найчастіше не претендує на участь в управлінні справою з таких причин:

1) він є кредитором (володіє борговими цінними паперами чи привілейованими акціями);

2) пакет простих акцій настільки незначний, що не дозволяє претендувати на реальне управління;

стратегічний інвестор — це інвестор, власник великого пакета простих (голосуючих) акцій, який використовує його для участі в управлінні, для висування своїх представників у раду директорів. Його представники в раді директорів беруть участь і відстоюють інтереси такого інвестора в стратегічному, перспективному, поточному та оперативному управлінні;

спекулянт — учасник ринкових відносин, який на відносно короткий період вкладає свої чи позичені кошти в операції купівлі-продажу (тим самим здійснюючи рольове страхування зміни ціни) активу. Спекулянт аналізує операції, оцінюючи прогнозовані параметри: витрати, дохід, ліквідність, безпека. Спекулянт готовий іти на певний підвищений ризик задля можливої реальної вигоди. Він використовує компенсуючу (винагороджуючу) функцію ризику. В результаті низки здійснених за певний період актів купівлі-продажу спекулянт має певний прибуток;

гравець — той учасник ринку, котрий іде на ризик в умовах наперед відомої малої ймовірності виграшу через психофізичні особливості характеру. Сумарним підсумковим результатом низки здійснених гравцем за певний період актів купівлі-продажу та інших ринкових дій звичайно є збиток.

Необхідно зазначити, що *менеджер* є найманим працівником, який має підлеглих і наділений правом приймати рішення в обумовленій сфері.

Суб'єкт ризику повинен синтезувати можливі варіанти дій у межах визначених фінансових ресурсів і права.

Можна стверджувати, що ризик у менеджменті має три складові [107]:

- 1) об'єктивну, що враховує сферу діяльності;
- 2) методичну, що визначається цілями і технологіями різних типів менеджменту;
- 3) індивідуальну, що визначається психофізичними особливостями конкретного менеджера.

Розпочинаючи реалізацію будь-якої виробничої чи комерційної програми, підприємець або менеджер має оцінити пов'язані з цим ризики і обрати відповідні цим ризикам способи дій. Приймаючи рішення, менеджер має включати в правило вибору найкращого варіанту дій (тобто в критерій) параметр ризику.

Збитки від фінансового ризику можуть бути відшкодовані:

- 1) страхуванням на випадок втрати прибутку (непрямих збитків);
- 2) страхуванням несплати (неповернення кредиту);
- 3) гарантійним страхуванням.

Необхідно також враховувати, що фінансовий ризик ототожнюють з комерційним. А для страхування комерційних ризиків характерно, що страховий випадок (неодержання очікуваного прибутку) може мати місце після закінчення договору страхування.

Для того, щоб обрати один з альтернативних інструментів і варіантів дій, може бути запропонований **алгоритм фінансового управління ризиками**:

- 1) сформулювати ціль дій;
- 2) синтезувати критерій — правило вибору найкращого варіанта дій з низки можливих;
- 3) провести аналіз зовнішнього середовища, в якому проводиться операція чи функціонує система для виокремлення можливих джерел ризику та об'єктів, вразливих щодо ключових чинників ризику;
- 4) оцінити частоту появи джерела ризику для окремих елементів системи і/або операції. На підставі цієї інформації скласти перелік найбільш імовірних страхових випадків (пожежа, пограбування тощо);
- 5) розробити прогноз — оцінити ймовірність страхового випадку і середні можливі збитки у кожному зі страхових випадків;
- 6) оцінити фінансові витрати на те, щоб знизити (по можливості) ступінь ризику;
- 7) використовуючи сформований критерій, провести раціональний розподіл і/або оптимізувати розподіл фінансових ресурсів між заходами щодо:
 - усунення окремих джерел ризику;

- зниження ступеня ризику через зменшення інтенсивності вражаючих чинників чи вразливості об'єктів;
- компенсації збитків (наслідків) ризику (у такому разі укладають договір страхування. У разі настання страхового випадку і виникнення збитків його компенсують за рахунок сум, отриманих за страховим полісом);

8) *оцінити рівень безпеки і достатність* вжитих заходів. Якщо буде визнана недостатність заходів щодо попередження і зниження ступеня ризику, то оцінити доступні залишкові фінансові ресурси, які можуть бути спрямовані на страхування.

Вибір форми страхування (нефондове чи фондове страхування) визначається характером операції, ситуацією на фінансовому чи товарному ринках, доступними фінансовими ресурсами. Але завжди існує прагнення використовувати нефондове страхування, що дозволяє гнучкіше реагувати на ринкову ситуацію, включивши неявний «страховий внесок» в ціну і заплативши цей внесок не до початку проекту (як це відбувається у фондовому страхуванні), а під час первинного розподілу ціни товару чи фінансового інструмента. Тому практично традиційне фондове страхування застосовується лише тоді, коли характер операції, ринкова ситуація не дозволяє використовувати нефондове страхування, і коли є раніше накопичені фінансові ресурси.

Джерелом страхового фонду може бути і частина необхідного продукту. Таким чином формують фонди обов'язкового страхування: Пенсійний фонд, Фонд зайнятості, Фонд медичного страхування, Фонд обов'язкового соціального страхування [265].

РОЗДІЛ 7

ТЕОРІЯ ПОРТФЕЛЯ: АЛЬТЕРНАТИВНІ ПІДХОДИ ТА ПОКАЗНИКИ СТУПЕНЯ РИЗИКУ

7.1. КЛАСИЧНА ТЕОРІЯ ПОРТФЕЛЯ

Менеджерам, більшості економістів (промисловців, фінансистів) відомо, що чим глибшою є спеціалізація підприємства, тим чіткіший ритм виробництва, вища його рентабельність, але при цьому гіршою є адаптивність цієї економічної системи, її еластичність, маневреність відносно змін зовнішнього стосовно неї економічного середовища (коливання попиту, цін на сировину, кінцеву продукцію тощо). Необхідна також і певна різноманітність (диверсифікація) інвестицій. У протилежному разі інвестор приречений або на низьку ефективність (норму прибутку), або на надто високий ступінь ризику. Власне тому досвідчений інвестор є власником не одного виду цінних паперів, а кількох. Сукупність цінних паперів у певного інвестора складає їх портфель.

Під портфелем цінних паперів розуміють розподіл коштів у певного інвестора між різними активами (акції, облігації тощо) в найбільш вигідній та безпечній пропорції. Такий розподіл інвестицій за різними «адресами» знижує ризик, забезпечує більшу стійкість доходів (прибутків) за будь-яких коливань дивідендів і ринкових цін на цінні папери.

Економіко-математична модель задачі вибору оптимальної структури портфеля вперше була запропонована *Г. Марковіцем*. Інший відомий американський вчений-економіст *Д. Тобін* узагальнив цю задачу, показавши, що оптимальна структура портфеля цінних паперів не залежить від схильності (несхильності) інвестора до ризику [330, 331, 349]. Ці вчені були відзначені Нобелівськими преміями з економіки, що свідчить про важливість проблеми оптимального портфеля для економічної науки й практики в цілому.

Аналізу і методам розрахунку оптимального портфеля, найбільш вигідному плану розподілу та перерозподілу інвестицій присвячена велика кількість досліджень, зокрема [210, 314, 350].

Теорію «селекції портфеля цінних паперів» широко використовують банки для підготовки фінансових операцій. За допомогою теорії портфеля на підприємствах менеджерами (управлінськими ко-

мандами) створюється «портфель надійності» матеріальних запасів, визначається їх оптимальний обсяг, що забезпечує допустимий ступінь ризику. Вона дає можливість здійснити багатостадійне планування, що забезпечує надійність й ефективність розподілу матеріальних запасів у системі виробництва (обсяг, терміни зберігання на складах і поставок безпосередньо в цехи) з урахуванням затрат на складування, постачання, транспортування тощо. Ця теорія дозволяє менеджерам, керівництву підприємств свідомо йти на певний (допустимий) ризик, прогнозувати кінцевий результат, знижувати собівартість продукції. На підставі економіко-математичних моделей і методів з використанням графіків і схем детально аналізують такі питання, як «портфель надійності» у системі забезпечення виробництва, співвідношення ризик і затрати, ефективні структури надійності. Теорія портфеля ґрунтується на принципах менеджменту ризику.

Узгодження максимізації норми прибутку та мінімізації ризику не є простим, бо на досить ефективному ринку цінні папери з високою нормою прибутку характеризуються відповідно високим ступенем ризику. Розсудливий інвестор шукає такі можливості для розміщення капіталу, за яких зі збільшенням норми прибутку одночасно зменшувався б ступінь ризику.

Розрізняють «наївну» та «розсудливу» диверсифікацію. Перша спирається на якомога більшу різноманітність залучених до портфеля різних видів цінних паперів без глибокого дослідження ступеня кореляції (зв'язку) між ними. Така диверсифікація, як правило, рідко призводить до значної редукції ризику. «Розсудлива» диверсифікація спирається на відповідні математичні методи.

Нехай маємо n різних видів цінних паперів, кожна пара яких пов'язана між собою певною кореляційною залежністю. Допустима множина портфелів, сформованих з цих цінних паперів, зображена на рис. 7.1. Дуга MM характеризує множину ефективних портфелів (ефективну множину).

Якщо, наприклад, для двох менеджерів (управлінських команд, інвесторів) побудовані відповідні функції корисності, криві ліній байдужості яких (I та II) зображені на рис. 7.1, то вибір найкращого портфеля з ефективної множини, що відповідає множині точок кривої MN , залежатиме від функцій корисності (схильності чи несхильності до ризику). Менеджер 1 обере портфель, позначений точкою N_1 , яка відповідає найбільшому значенню його корисності на ефективній множині портфелів. Менеджер 2, більш схильний до ризику, обере портфель з ефективної множини, позначений точкою N_2 .

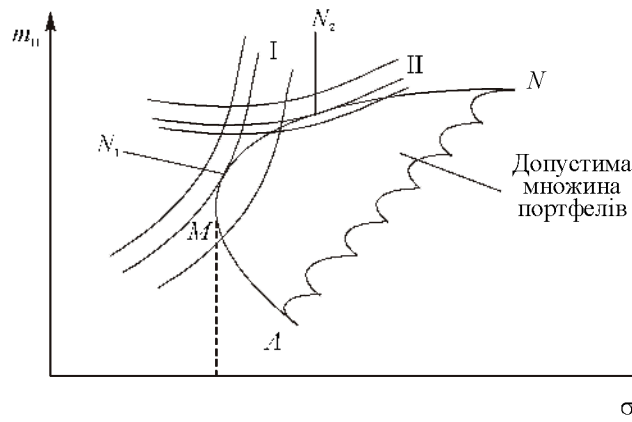


Рис. 7.1. Вибір портфеля менеджерами, які мають різні функції корисності

Подамо класичну постановку задачі.

Нехай R_i — випадкова величина норми прибутку від i -го цінного папера (виражена у відсотках), $i = 1, \dots, n$, де n — кількість видів цінних паперів, що розглядаються.

Тоді випадкова величина норми прибутку портфеля, сформованого з n видів цінних паперів, дорівнює:

$$R_{\Pi} = \sum_{i=1}^n x_i R_i, \quad (7.1)$$

де x_i — частка (питома вага) інвестицій у i -й цінний папір, залучений до портфеля. Сума всіх часток дорівнює одиниці:

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1. \quad (7.2)$$

Сподіване значення (математичне сподівання) випадкової величини норми прибутку портфеля є середньозваженою очікуваною норми прибутку від окремих цінних паперів:

$$m_{\Pi} = M\left\{\left(\sum_{i=1}^n x_i R_i\right)\right\} = \sum_{i=1}^n x_i m_i, \quad (7.3)$$

де $m_i = M(R_i)$ — сподіване значення (математичне сподівання) випадкової величини норми прибутку i -го цінного папера.

Ступінь ризику портфеля оцінюється середньоквадратичним відхиленням (σ_{Π}), яке обчислюється на підставі варіації (дисперсії) його норми прибутку:

$$V_{\Pi} = \sigma_{\Pi}^2 = M\{(R_{\Pi} - m_{\Pi})^2\} = \sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n x_i x_j \sigma_{ij}, \quad (7.4)$$

де $V_i = \sigma_i^2$ — дисперсія (варіація) норми прибутку i -го цінного папера:

$$\sigma_i^2 = M\{(R_i - m_i)^2\}, \quad (7.5)$$

σ_{ij} — коваріація між нормами прибутку i -го та j -го цінних паперів:

$$\sigma_{ij} = M\{(R_i - m_i)(R_j - m_j)\} \quad (7.6)$$

або

$$\sigma_{ij} = \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j, \quad (7.7)$$

де ρ_{ij} — коефіцієнт кореляції між нормами прибутку i -го та j -го цінних паперів.

Нехай R_F — норма прибутку майже безризикових (державних) цінних паперів з фіксованим відсотком. Для цих паперів $m_F = R_F$, $\sigma_F = 0$. Інвестуючи капітал у цінні папери, обтяжені ризиком, прагнуть отримати найкраще співвідношення між додатковим прибутком (премією за ризик) і зростаючим ступенем ризику.

У площині $m_{\Pi} - \sigma_{\Pi}$ (рис. 7.2) обирають на осі ординат точку, яка характеризує цінний папір з фіксованим прибутком R_F .

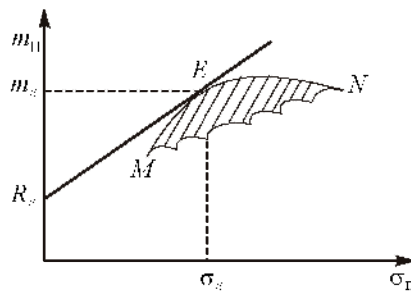


Рис. 7.2. Геометрична інтерпретація оптимального портфеля

Зрозуміло, що найкраще співвідношення між приростом норми прибутку і зростанням ризику забезпечує портфель цінних паперів, позначений на рис. 7.2 точкою E , через яку проходить дотична до лінії ефективних портфелів MN , яка бере початок у точці R_F .

Точку E , що характеризує оптимальну структуру портфеля, знаходять, максимізуючи функцію (див. [80, 168, 210]):

$$\varphi = (m_{\Pi} - R_{\Pi}) / \sigma_{\Pi} \quad (7.8)$$

за умови (7.2).

Введемо до цільової функції (7.8) обмеження (7.2). Для цього запишемо R_F як

$$R_F = 1 \cdot R_F = \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) R_F = \sum_{i=1}^n x_i R_F. \quad (7.9)$$

Зробивши підстановку, одержимо:

$$\varphi = \frac{\sum_{i=1}^n x_i (m_i - R_F)}{\left(\sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n x_i x_j \sigma_{ij} \right)^{0.5}}. \quad (7.10)$$

Отже, для знаходження оптимальної структури портфеля необхідно визначити коефіцієнти x_i^* , які максимізують функцію (7.10). Цього можна досягти, прирівнявши до нуля перші частинні похідні функції φ за шуканими параметрами x_s , $s = 1, \dots, n$. Матимемо систему рівнянь:

$$\begin{aligned} \frac{d\varphi}{dx_s} = & \left[\sum_{i=1}^n x_i (m_i - R_F) \right] \times \\ & \times \left[- \left\langle \sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n x_i x_j \sigma_{ij} \right\rangle^{\frac{3}{2}} \times \left\langle x_s \sigma_s^2 + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq s}}^n x_j \sigma_{sj} \right\rangle \right] + \\ & + \left\langle \sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n x_i x_j \sigma_{ij} \right\rangle^{-\frac{1}{2}} \cdot (m_s - R_F) = 0. \end{aligned} \quad (7.11)$$

Помноживши ліву та праву частини (7.11) на

$$\left(\sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n x_i x_j \sigma_{ij} \right)^{\frac{1}{2}},$$

одержимо:

$$-\left[\frac{\sum_{i=1}^n x_i (m_i - R_F)}{\left\langle \sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n x_i x_j \sigma_{ij} \right\rangle} \right] \times (x_s \sigma_s^2 + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq s}}^n x_j \sigma_{sj}) + (m_s - R_F) = 0. \quad (7.12)$$

Позначимо вираз у квадратних дужках через λ і перепишемо (7.12) у вигляді:

$$-\lambda (x_s \sigma_s^2 + \sum_{j=1, j \neq s}^n x_j \sigma_{sj}) + (m_s - R_F) = 0, \quad s = 1, \dots, n. \quad (7.13)$$

Ця система складається з n неоднорідних рівнянь з $(n + 1)$ невідомими:

$$\lambda_s x_s, \quad s = 1, \dots, n.$$

Введемо нові змінні

$$y_s = \lambda x_s, \quad s = 1, \dots, n. \quad (7.14)$$

Підставивши їх у (7.13), одержимо систему n лінійних неоднорідних рівнянь відносно невідомих y_s . Розв'язавши її, визначимо y_s^* , $s = 1, \dots, n$, а знаючи їх, обчислимо x_s^* :

$$x_s^* = \frac{y_s^*}{\sum_{s=1}^n y_s^*}, \quad s = 1, \dots, n, \quad (7.15)$$

використовуючи (7.2).

Величини x_s^* визначають оптимальну структуру портфеля при заданому наборі цінних паперів.

Але може так статися, що в результаті розв'язку системи (7.13) частина коефіцієнтів x_i^* набере від'ємні значення.

Якщо коефіцієнти x_i підкорити умовам невід'ємності, тобто:

$$x_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, n, \quad (7.16)$$

то задачу знаходження максимуму (7.10) за умов (7.2) можна розв'язати одним з методів квадратичного програмування. Це пов'язано з тим, що цільова функція (7.10), яку необхідно максимізувати, нелінійна. Рішення легко знаходиться за наявності відповідного програмно-технічного комплексу. Якщо ж умови (7.16) не накладено, то від'ємне значення будь-якого з x_i^* означає, що

відповідні цінні папери необхідно продати на термін без покриття, тобто продати за їх відсутності у продавця на час продажу [321].

У загальному вигляді задача оптимального інвестування в цінні папери допускає як позичку, так і надання кредитів. Позичка збільшує ресурси для інвестування, а надання кредиту рівнозначно (в певному розумінні) інвестуванню за фіксованим відсотком. Для спрощення задачі вважають, що отримання позички та надання кредиту здійснюються за тим же фіксованим відсотком R_F . Припустимо, що інвестор вирішив вкласти частину своїх коштів у певний портфель E і, окрім цього, надати кредит чи взяти в борг за фіксованим відсотком R_F . Дослідимо ці ситуації. Нехай x — частка від власного капіталу разом з позичкою, котру інвестор розмістив у вигляді портфеля E . Величина x може бути більшою за одиницю, бо не важко допустити, що інвестор зможе скористатися позичкою та інвестувати більше, ніж величина його власного початкового капіталу. Сподівана норма прибутку від комбінації з позичково-кредитною операцією може бути визначена так:

$$m_{\Pi} = (1-x)R_F + xm_E. \quad (7.17)$$

Ризик такої комбінації характеризується величиною:

$$\sigma_{\Pi} = [(1-x)^2\sigma_F^2 + x^2\sigma_E^2 + 2x(1-x)\sigma_{EF}]^{\frac{1}{2}}, \quad (7.18)$$

де $\sigma_F = 0$ і, отже, $\sigma_{EF} = 0$, тобто

$$\sigma_{\Pi} = x\sigma_E. \quad (7.19)$$

Розв'язуючи рівняння (7.19) відносно x одержимо:

$$x = \frac{\sigma_{\Pi}}{\sigma_E}. \quad (7.20)$$

Підставляючи (7.20) у (7.17) маємо:

$$m_{\Pi} = (1 - \frac{\sigma_{\Pi}}{\sigma_E})R_F + \frac{\sigma_{\Pi}}{\sigma_E}m_E.$$

Після перетворення дістанемо:

$$m_{\Pi} = R_F + \left\langle \frac{m_E - R_F}{\sigma_E} \right\rangle \sigma_{\Pi}. \quad (7.21)$$

Рівняння (7.21) є рівнянням прямої у двовимірному просторі $(\sigma_{\Pi} - m_{\Pi})$. Ця пряма називається лінією ринку капіталів і характеризує множину портфелів, які містять як безризикові цінні па-

пери, так і обтяжені ризиком. Необхідно зауважити, що при $x^* = 1$ (тобто коли відсутня позичково-кредитна операція) маємо: $m_{\Pi} = m_E$, $\sigma_{\Pi} = \sigma_E$.

На рис. 7.3 точка E лежить на лінії MN (множині ефективних портфелів). Ця точка також належить до прямої $R_F L$, що є дотичною до множини ефективних портфелів (кривої MN). Точку E з координатами (σ_E, m_E) називають ринковим портфелем. Усі комбінації ринкового портфеля E із позичково-кредитними операціями за фіксованим відсотком лежать вздовж прямої $R_F L$ у просторі ризик — норма прибутку.

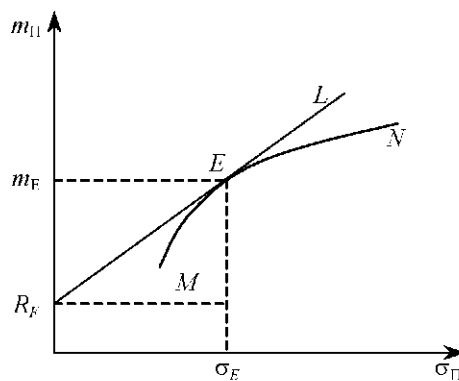


Рис. 7.3. Комбінація оптимального ринкового портфеля E з кредитно-позичковими операціями

На рис. 7.3 пряма $R_F L$ являє собою множину оптимальних (ефективних) розв'язків, що характеризуються пропорційним (сталим) відношенням приросту норми прибутку до зростання ступеня ризику.

7.2. МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ НЕОКЛАСИЧНОЇ ТЕОРІЇ ПОРТФЕЛЯ

У рамках класичної теорії портфеля спираються, зокрема, на статистичну (вибіркову) сукупність даних, які характеризують динаміку відповідних економічних показників ефективності (наприклад, норми доходу, прибутку). Класичний підхід, як очевидно з викладеного, ґрунтується на гіпотезі стаціонарності норми доходу. Тобто вважають, що випадкова величина, якою є норма

доходу (прибуток чи інший базовий показник), має незмінне в часі математичне сподівання, а також що коливання норми доходу відносно сподіваної величини теж є стаціонарною величиною. Але ці гіпотези в загальному випадку, як уже зазначалося в розд. 1, далеко не завжди є правомірними (про це йдеться в ряді праць, зокрема в [73, 81, 168, 314, 339, 350]). Отже, рівень часового ряду постійно змінюється, змінними в часі є дисперсія, коваріація. Окрім того, використовувана в класичній теорії портфеля гіпотеза, що коливання норми доходу портфеля в обидві сторони від сподіваної величини однаково небажані, теж не є незаперечною. Цілком слушна, зокрема, така раціональна гіпотеза, згідно з якою власника портфеля цінних паперів не влаштовує лише зниження норми доходу відносно сподіваної величини (чи відносно іншої величини, обраної за базу). І власне це є одним з видів ризику, яким обтяжений інвестор. У літературі пропонується низка альтернативних оцінок (мір) ризику, деякі з них запропоновані в [53, 73, 78] та подані в розд. 3 цього дослідження.

Якщо, зокрема, за міру ризику портфеля обирається семіквадратичне відхилення норми доходу портфеля, то оптимальну структуру портфеля можна обчислити, максимізуючи функцію

$$\varphi_1 = (m_{\Pi} - R_F) / SSV_{\Pi} \quad (7.22)$$

при виконанні обмежень (7.2) і (7.16), де m_{Π} — сподівана величина норми доходу портфеля, R_F — норма доходу цінних паперів з фіксованим відсотком, SSV_{Π} — семіквадратичне відхилення норми доходу портфеля.

Оптимізувати структуру портфеля можна, мінімізуючи також показник W , пов'язаний з асиметрією (a), який обчислюється за формулою:

$$W = l/m \quad (7.23)$$

на базі величини l , де l розраховується за формулою:

$$l = \begin{cases} 1/(a+1), & a \geq 0, \\ 1-a, & a < 0. \end{cases} \quad (7.24)$$

Використовується також середньгеометрична норми доходу портфеля [73, 78]. Оптимальну структуру портфеля в цьому разі можна обчислити, максимізуючи функцію

$$\varphi_2 = \frac{(RG_{\Pi} - R_F)}{SSRG_{\Pi}} \quad (7.25)$$

при врахуванні обмежень (7.2) і (7.16), де RG_{Π} — середньгеометрична норми доходу портфеля, $SSRG_{\Pi}$ — семіквадратичне відхилення норми доходу портфеля відносно середньгеометричної.

У [168] запропоновано кілька альтернативних підходів. Ризик рекомендується оцінювати показником, що виражається квадратним коренем з середнього квадрата сукупної (загальної) вартості (цінності) портфеля. Цей показник об'єктивніше характеризує нестаціонарні коливання норми доходу портфеля, ніж середньквадратичне відхилення від сподіваного значення, що притаманне класичному підходу.

Середній квадрат різниці сусідніх у часі значень норми доходу портфеля W_{Π}^2 можна подати за формулою:

$$\begin{aligned} W_{\Pi}^2 &= \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (R_{\Pi,t} - R_{\Pi,t-1})^2 = \\ &= \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left[\left(\sum_{i=1}^n x_i (R_{it} - R_{i,t-1}) \right)^2 \right] = \\ &= \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left[\sum_{i=1}^n x_i^2 (\Delta R_{it})^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n x_i x_j \Delta R_{it} \Delta R_{jt} \right] = \\ &= \sum_{i=1}^n x_i^2 \overline{\Delta R_i^2} + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n x_i x_j \overline{\Delta R_i \cdot \Delta R_j}, \end{aligned} \quad (7.26)$$

де $T+1$ — кількість минулих періодів (роки, місяці, дні), R_{it} — норма доходу від i -го виду цінних паперів, що мала місце у t -му періоді,

$$\Delta R_{it} = R_{it} - R_{i,t-1}, \quad (7.27)$$

а ризика вгорі означає усереднення за часом.

Функція, яку в [168] пропонується максимізувати, має вигляд:

$$\Phi_3 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i (\overline{R_i} - R_T)}{\left(\sum_{i=1}^n x_i^2 \overline{\Delta R_i^2} + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n x_i x_j \overline{\Delta R_i \Delta R_j} \right)^{0.5}}, \quad (7.28)$$

де $x_i (i=1, \dots, n)$ — шукані параметри щодо структури оптимального портфеля. Функція (7.28) аналогічна за своєю структурою до функції (7.10) і пошук оптимальної структури портфеля (ендогенних змінних $x_i, i=1, \dots, n$) здійснюється аналогічно тому, як це робилося в п. 7.1.

Показник ризику портфеля W_{II}^2 , який обчислюється за формулою (7.26), не пов'язаний з математичним сподіванням норми доходу, але він спирається на операцію усереднення за часом. Слід зазначити, що в ряді випадків немає даних відносно стійкості (стаціонарності) середніх величин з плином часу.

Якщо усереднення квадратів приростів норми доходу та їх попарних добутків відбувається на певному часовому інтервалі, то при переміщенні по часовій осі цей інтервал можна зсувати, відкидаючи найстарші (найвіддаленіші в часі) значення, залишаючи його ширину (вікно) постійною. Тож буде логічним, якщо поступово та невпинно знижувати питому вагу даних з урахуванням їх старіння, дисконтуючи їх. Величина, обчислювана за формулою

$$\tilde{R}_{it}(\alpha) = \alpha \sum_{m=0}^{t-1} \beta^m R_{i,t-m}, \quad (7.29)$$

є середньозваженою норми доходу i -го цінного папера на момент t . Тут приймається, що $0 < \alpha < 1$, $\alpha = 1 - \beta$.

З [261] відомо, що експоненційну середню можна обчислити за формулою:

$$\tilde{R}_{it}(\alpha) = \beta \tilde{R}_{i,t-1}(\alpha) + \alpha R_{it}. \quad (7.30)$$

За міру ризику портфеля пропонується також обирати корінь квадратний з експоненційної середньої квадратів приростів норми доходу на момент t , яка обчислюється за формулою:

$$W_t^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 \Delta \tilde{R}_{it}^2(\alpha_1) + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n x_i x_j \Delta \tilde{R}_{it}(\alpha_1) \Delta \tilde{R}_{jt}(\alpha_1), \quad (7.31)$$

де $0 < \alpha_1 < 1$.

Параметр α , який фігурує в (7.29) та (7.30), і параметр α_1 , що фігурує в (7.31), пов'язують між собою таким співвідношенням:

$$(1 - \alpha_1) = (1 - \alpha)^2. \quad (7.32)$$

Функція, яку необхідно максимізувати при оптимізації структури портфеля, має вигляд:

$$\Phi_A(\alpha) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i (\tilde{R}_{it}(\alpha) - R_{ft})}{\left[\sum_{i=1}^n x_i^2 \Delta \tilde{R}_{it}^2(\alpha_1) + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n x_i x_j \Delta \tilde{R}_{it}(\alpha_1) \Delta \tilde{R}_{jt}(\alpha_1) \right]^{0,5}}. \quad (7.33)$$

Якщо параметр адаптації (коефіцієнт дисконтування) α задано, то функція (7.33) залежить лише від коефіцієнтів x_i ($i = 1, \dots, n$).

На відміну від попереднього, позитивним у (7.33) є те, що експоненційні середні можна коригувати (поновлювати) при кожному збільшенні t на одиницю і цільова функція (7.33) оновлюється на кожному кроці у разі просування по осі часу (наявності нових даних) [168]. Відповідно модифікуються й оцінки структурних параметрів x_i . Розглянуту процедуру можна назвати адаптивною оптимізацією структури портфеля.

Залишається проблема з вибором параметра дисконтування α . Англійський вчений Р. Г. Браун як задовільний для практичних цілей компроміс пропонує обирати α число, що набуває значення на відрізку $0,1 \leq \alpha \leq 0,3$ [261].

Вважаємо за доцільне обирати низку значень α з цього відрізка і, надаючи їм відповідних вагових коефіцієнтів на підставі «м'якої» (експертної) інформації (або, коли це має сенс, приймаючи їх вагові коефіцієнти однаковими), обчислювати інтегроване значення відповідних структурних параметрів x_i ($i = 1, \dots, n$). Обираючи низку значень α на відрізку $0,1 \leq \alpha \leq 0,3$, можна застосувати описаний у п. 5.5 IPMAI, використовуючи при цьому різні доречні критерії, і таким способом обчислювати раціональну структуру портфеля, оптимізуючи ступінь ризику, яким цей портфель обтяжений.

Управління портфелем цінних паперів — це планування, аналіз і регулювання структури портфеля, його формування та підтримка з метою досягнення поставлених цілей при збереженні допустимого рівня його ризику та мінімізації витрат.

Конкретний перелік операцій, які входять у поняття «управління портфелем», наведений, зокрема, в [202, 275].

Основними цілями інвестування в цінні папери в класичному економічному аналізі є:

- 1) одержання прибутку;
- 2) збереження капіталу;
- 3) забезпечення приросту капіталу (на підставі зростання курсової вартості цінних паперів).

Розрізняють різні типи портфелів залежно від ступеня ризику. Наприклад, якщо метою є одержання якомога більшого відсотка, то пріоритет віддають «агресивним» портфелям, які складаються з низьколіквідних та високоризикованих цінних паперів молодих компаній і які здатні, якщо цьому сприятимуть обставини, принести високі відсотки. І, навпаки, якщо найважливішим для інвестора (менеджера) є забезпечити збереження і приріст капіталу, то

в портфель будуть залучені цінні папери, що мають вищу ліквідність, емітовані відомими фірмами та державою, з невеликими ризиками і заздалегідь очікуваними сподіваними (середніми), хоча й невеликими відсотковими сплатами (доходами).

За умов сучасного економічного стану в Україні система цілей портфеля може бути іншою, зокрема такою [275]:

- 1) збереження і приріст капіталу;
- 2) придбання цінних паперів, які за умовами обертання можуть замінити готівку;
- 3) доступ через придбання цінних паперів до дефіцитної продукції (сировини) та послуг, майнових і немайнових справ;
- 4) розширення сфери впливу та перерозподіл власності, створення холдингових і ланцюгових структур;
- 5) спекулятивна гра на коливаннях курсів в умовах нестабільного, ненасиченого ринку цінних паперів;
- 6) похідні цілі (зондування ринку, страхування від надлишкових ризиків тощо).

Ризик портфеля — це міра (ступінь) можливості того, що настануть обставини, за яких інвестор може понести збитки, спричинені інвестиціями в портфель, а також нерациональними операціями по залученню ресурсів до формування портфеля.

Портфельний ризик — агреговане об'єктивно-суб'єктивне поняття, яке, в свою чергу, містить багато видів ризиків: ліквідності, кредитний, капітальний, селекції тощо.

Зрозуміло, що кінцевою метою управління портфелем є прибутковість, тобто перевищення доходів від інвестицій у цінні папери над затратами на залучення грошових ресурсів, необхідних для цих вкладень, за умови забезпечення певного (оптимального) ступеня ліквідності та ризику портфеля. Як зазначається у ряді праць, зокрема в [81], однією з перших ознак збільшення ступеня ризику та руху до банкрутства є зниження прибутковості підприємства (компанії), яка стає нижчою від вартості його (її) капіталу. Може виникнути криза ліквідності, і компанія увійде в стан «технічної неплатоспроможності». Цей рівень спаду може розглядатися як банкрутство. Зниження норми доходу, котра стає нижчою від суми зобов'язань перед кредиторами, означає, що акціонерний капітал зникає. Може статися, що ліквідація компанії стане доцільнішою, ніж її експлуатація. Таким чином, рух, який починається з відносного зниження норми доходу, може призвести певну компанію до банкрутства.

Динаміка рядів економічних показників у загальному випадку складається з чотирьох компонентів:

- тенденції, яка характеризує довготривалу основну закономірність і яку можна подати у вигляді певної функції часу $f_i(t)$ — тренду;
- періодичного компонента, пов'язаного з впливом сезонності розвитку досліджуваних об'єктів (проектів, процесів);
- циклічного компонента, котрий характеризує циклічні коливання, що притаманні багатьом економічним процесам (об'єктам);
- випадкового компонента — наслідку впливу множини випадкових чинників.

Тенденцію норми доходу від i -го виду цінних паперів (діяльності) можна подати у вигляді функції $f_i(t)$, навколо якої розкидані фактичні значення норми доходу R_{it} . Існує ряд методів перевірки гіпотези щодо існування тенденції, найбільш відомий серед яких метод, розроблений Ф. Фостером і А. Стюартом [261]. Запропоновано також ряд способів, які дозволяють обрати криву, досить добре апроксимуючу дійсний розвиток. Це — поліноми різних степенів, експоненційні криві тощо.

Формуючи портфель, доречно розглядати його норму доходу в контексті майбутнього. Існує цілий ряд методів прогнозування (класифікація їх подана, зокрема, в [261]). Одним з найпоширеніших методів прогнозування економічних показників (процесів) є *екстраполяція*, тобто поширення на майбутнє минулих і теперішніх закономірностей розвитку, зв'язків і співвідношень.

Екстраполяцію норми доходу можна подати у вигляді функції

$$R_{t+L} = f(R_t, L, a_k), \quad (7.34)$$

де R_{t+L} — значення ряду динаміки, яке прогнозується, L — період випередження, R_t — рівень ряду, взятий за базу екстраполяції, a_k — параметр рівняння тренду.

Найефективнішими, на нашу думку, є адаптивні методи прогнозування, в яких значущість рівнів динаміки спадає в міру їх віддалення від теперішнього моменту. Послугуючись наведеними вище міркуваннями, можна обчислити відповідні параметри й одержати модель прогнозу, тобто аналітичний вираз функції (7.34), на підставі якого, власне, здійснюється прогнозування. Як міру відхилення від середнього значення прогнозованих величин використовують довірче значення δ відхилень від середнього прогнозованого (тренду):

$$\delta = \pm k_v(\gamma)\sqrt{V}, \quad (7.35)$$

де V — вибіркова варіація (дисперсія); $k_v(\gamma)$ — значення коефіцієнта, пов'язане з критерієм Стюдента (обирається з відповідних таблиць [261]), котре залежить від кількості ступенів свободи v , визначається обсягом вибірки, величиною періоду випередження, а також згідно з апіорно заданим рівнем ризику $(1 - \gamma)$ (довірчої ймовірності). Як правило, γ вибирають рівним 0,9 або 0,95, або 0,99, зважаючи на міру несхильності суб'єктів прийняття рішень до ризику, тощо.

Відтак, для кожного i -го виду цінних паперів, який може бути залучений до портфеля, визначаються згладжене значення теперішньої величини норми доходу $\tilde{R}_{iT}$ та спрогнозоване значення (норми доходу) $\tilde{R}_{i,T+L}$, $i = 1, \dots, n$, на L періодів (кроків) уперед, а також відповідні нижні і верхні межі довірчих інтервалів. Тут γ виступає одним з коефіцієнтів ризику (ризик, що пов'язаний з межами довірчого інтервалу).

Далі можна діяти, використовуючи кілька способів. Наприклад, як у [73], користуючись обраним рівнянням тренду та довірчими інтервалами, можна обчислити песимістичні теоретичні (згладжені та прогнозовані) значення норм доходу цінних паперів $\tilde{R}_{iT}, \tilde{R}_{i,T+L}$, $i = 1, \dots, n$.

У двовимірному просторі (рис. 7.4), де по осі абсцис відкладається час, а на осі ординат — песимістичні (згладжені) та спрогнозовані значення норми доходу $\tilde{R}_{iT}, \tilde{R}_{i,T+L}$, слушно розглядати величину $\operatorname{tg} \alpha_i$, приймаючи довжину періоду прогнозування рівною L (L років, місяців, діб):

$$\operatorname{tg} \alpha_i = (\tilde{R}_{i,T+L} - \tilde{R}_{iT}) / L, \quad i = 1, \dots, n, \quad (7.36)$$

де α_i — кут нахилу градієнта між сусідніми в часі прогнозованими та згладженими (теоретичними) значеннями норми доходу i -го виду цінних паперів.

Очевидно, що компанія (фірма) прагнучиме (див. рис. 7.4), щоб для сформованого портфеля кут нахилу градієнта α_{11} був би не меншим, ніж α_0 (задане значення). Тобто, щоб виконувалась умова:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha_{11} &= \sum_{i=1}^n x_i \operatorname{tg} \alpha_i = \sum_{i=1}^n x_i (\tilde{R}_{i,T+L} - \tilde{R}_{iT}) / L = \\ &= \frac{1}{L} \sum_{i=1}^n (x_i \tilde{R}_{i,T+L} - x_i \tilde{R}_{iT}) = (\tilde{R}_{11,T+L} - \tilde{R}_{11T}) / L \geq \operatorname{tg} \alpha_0. \end{aligned} \quad (7.37)$$

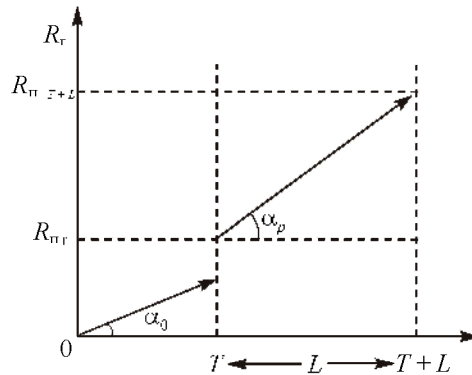


Рис. 7.4. Кут нахилу градієнта між сусідніми в часі нормами доходу портфеля

Далі, вилучаючи значення тренду з відповідних вибірових значень, можна розглядати лише несприятливі відхилення d_{it} від згладжених значень:

$$d_{it} = \begin{cases} 0, R_{it} > \tilde{R}_{it}, \\ \tilde{R}_{it} - R_{it}, R_{it} < \tilde{R}_{it}, \end{cases} \quad i = 1, \dots, n, \quad t = 1, \dots, T.$$

За міру ризику можна обрати одну з величин, поданих у розд. 3, для кожного i -го виду цінних паперів, наприклад семі-квадратичне відхилення від згладжених значень (SSV_i):

$$\widetilde{SSV}_i = \frac{1}{T-1} \left[\sum_{t=1}^T d_{it}^2 \right]^{\frac{1}{2}}.$$

Оптимальну (раціональну) структуру портфеля в такому разі можна знайти, максимізуючи функцію

$$\varphi_5 = (R_{\Pi} - R_F) / \widetilde{SSV}_{\Pi} \quad (7.38)$$

при виконанні умов (7.2), (7.16) та (7.37).

Можуть застосовуватись також інші показники ступеня ризику, подані у п. 3.3.

Формування структури портфеля цінних паперів можна моделювати також на підставі раціональної системи гіпотез, застосовуючи спектральний аналіз часових рядів, розкладаючи величини $(\tilde{R}_{it} - R_{it})$ в ряд Фур'є. Тут додатково ще враховується циклічний компонент тощо.

Рациональну структуру портфеля доцільно обирати, використовуючи сценарний аналіз щодо станів зовнішнього економічного середовища (його параметрів) при врахуванні кількох критеріїв оптимальності, та коли частково відсутня необхідна числова інформація, але є можливість використовувати «м'яку» (вербальну) інформацію, послуговуючись нечіткими (розпливчастими) оцінками [51, 73, 78]. Це можна здійснити, застосовуючи, зокрема, подану нижче багатокрокову процедуру [73].

Крок 1. Відбір (залучення) до портфеля тих видів цінних паперів, для яких:

$$q_i > \bar{q}, \quad i = 1, \dots, n, \quad (7.39)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_i \geq \operatorname{tg} \alpha_0, \quad i = 1, \dots, n, \quad (7.40)$$

де

$$q_i = (m_i - R_F) / \left(\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \Delta R_{it} \right), \quad i = 1, \dots, n, \quad (7.41)$$

$$\Delta R_{it} = R_{it} - R_{i,t-1}, \quad i = 1, \dots, n, \quad t = 1, \dots, T. \quad (7.42)$$

Тут $\bar{q}$ — гранична величина (поріг), вибір якої здійснюється на підставі вербальних оцінок; $\operatorname{tg} \alpha_i$, $i = 1, \dots, n$ обчислюються за формулою (7.36); α_0 — задане значення кута нахилу, вибір якого теж здійснюється на підставі вербальних (евристичних) правил.

Крок 2. Побудова множини ефективних портфелів за допомогою однієї з наведених моделей і критеріїв (без урахування безризикових паперів R_F).

Крок 3. Розподіл множини ефективних портфелів на кілька підмножин (типів) [275]. Тут слушно застосувати один з методів багатовимірної класифікації, описаних, зокрема, в [261], а також запропонований у [78] та описаний у п. 5.5 ігровий розпливчастий метод аналізу ієрархій (ІРМАІ).

Крок 4. Відбір кількох портфелів (на підставі відповідних критеріїв, подібних до тих, що застосовуються на кроці 1) з вибраних на попередньому кроці підмножин ефективних портфелів.

Крок 5. Вибір оптимальної (раціональної) структури портфеля цінних паперів (видів діяльності, товарів) з множини альтернативних варіантів, одержаних на попередньому кроці, за допо-

могою відповідно побудованої ієрархічної структури критеріїв, застосовуючи методологію та алгоритм, запропоновані в [78].

Необхідно зазначити, що існує широке поле для подальшої розбудови неокласичної теорії портфеля та її використання в різних сферах фінансово-економічної діяльності. Може йтися також про розбудову аксіоматичної неокласичної теорії портфеля.

7.3. ТЕОРЕТИКО-ІГРОВА КОНЦЕПЦІЯ ВИБОРУ ПОРТФЕЛЯ

Як уже зазначалось, у класичній теорії портфеля приймається гіпотеза щодо стаціонарності (тобто незмінності з плином часу) таких характеристик активів, як сподівана норма прибутку, дисперсія тощо. Але, як показують дослідження, це допущення часто порушується, тобто характеристики активів є функціями часу і при цьому залежність одних від часу є суттєвою, інших — проявляється дещо меншою мірою. Крім того, прийняття гіпотези щодо стаціонарності норм прибутків активів не дозволяє скористатись усією наявною інформацією, особливо у разі великої кількості нестаціонарних станів ринку. У багатьох випадках отримані на основі достовірної інформації оцінки числових показників, обраних для інвестування активів (сподівані норми прибутку, дисперсії, коваріації норм прибутку тощо), неадекватно характеризують відповідні випадкові величини та їх сукупність.

У подальших викладах пропонуються певні модифікації моделі Марковіца для різних інформаційних ситуацій [123]. Для кожної з них визначається сутність такого поняття, як ефективні портфелі, розглядаються різні підходи до постановки задачі вибору портфеля з наперед заданими характеристиками та обґрунтовується можливість використання теоретико-ігрової концепції для розв'язання цієї задачі. Суттєвою перевагою теоретико-ігрових методів пошуку ефективного портфеля є їх конструктивність з погляду реалізації. Зазначимо, що базою для реалізації теоретико-ігрових моделей є методи математичного програмування. Відповідні пакети прикладних програм входять у математичне забезпечення сучасної комп'ютерної техніки.

Одним з основних і найпридатніших для застосування підходів до оцінювання параметрів імовірнісної моделі ринку і числових характеристик активів є використання ретроспективних даних. Але при цьому потрібно пам'ятати, що отримані оцінки не є абсолютно надійними, що вони не є точним прогнозом майбутніх

значень відповідних показників. Аналогічно не можна вважати, що оцінки, отримані на основі інших підходів (методів), є адекватним відображенням дійсності, тобто, що є істинними значення ймовірностей сценаріїв, можливі значення норм прибутків активів для відповідних станів ринку, всіх числових характеристик активів і портфелів, що обчислюються на їх основі.

Запропоновані модифікації моделі Марковіца дозволяють ураховувати фінансові умови, що можуть задаватись в конкретних задачах, і тим самим обмежувати вибір типу портфеля.

7.3.1. Теоретико-ігрова модель вибору структури портфеля при заданому розподілі ймовірності

Вважатимемо, що N — кількість різних видів активів, обтяжених ризиком, n — кількість станів (сценаріїв) економічного середовища (ринку), q_j — ймовірність настання j -го стану ($j = 1, \dots, n$), r_{ij} — норма прибутку активу i -го виду при наявності j -го стану економічного середовища ($i = 1, \dots, N$; $j = 1, \dots, n$), $R = (r_{ij} : i = 1, \dots, N; j = 1, \dots, n)$ — матриця, елементами якої є можливі значення норм прибутку активів. Якщо через R_i позначити i -й рядок матриці R , то згідно з введеними раніше позначеннями R_i — це дискретна випадкова величина, що описує норму прибутку i -го активу. У свою чергу, стовпчики матриці R характеризують стани економічного середовища (ринку), а саме: j -й стовпчик утворюється зі значень норм прибутку всіх активів, що відповідають стану $\Theta_j \in \Theta$ ($j = 1, \dots, n$). Тому ймовірність настання j -го можливого значення дискретної випадкової величини R_i збігається з ймовірністю стану Θ_j , тобто

$$P(R_i = r_{ij}) = P(\Theta = \Theta_j) = q_j, \quad j = 1, \dots, n.$$

Згідно з класифікацією перша інформаційна ситуація I_1 характеризується відомим розподілом щодо станів економічного середовища. Тому в полі I_1 стає можливим обчислення для i -го активу сподіваної норми прибутку m_i , дисперсії σ_i^2 ($i = 1, \dots, N$), а також коваріації $\sigma_{il} = \text{cov}(R_i, R_l)$ для кожної пари випадкових величин R_i та R_l ($i, l = 1, \dots, N$, $i \neq l$) за формулами:

$$m_i = M(R_i) = \sum_{j=1}^n q_j r_{ij}, \quad i = 1, \dots, N; \quad (7.43)$$

$$\sigma_i^2 = D(R_i) = \sum_{j=1}^n q_j (r_{ij} - m_i)^2 = \sum_{j=1}^n q_j r_{ij}^2 - m_i^2, \quad i = 1, \dots, N; \quad (7.44)$$

$$\sigma_{il} = \text{cov}(R_i, R_l) = \sum_{j=1}^n q_j r_{ij} r_{lj} - m_i m_l, \quad i = 1, \dots, N; \quad l = 1, \dots, N. \quad (7.45)$$

Визначивши ці числові характеристики активів, за формулами (7.3) та (7.4) можна визначити відповідно сподівану норму прибутку та дисперсію (ступінь ризику) портфеля, що має структуру $X = (x_1; \dots; x_N)$. Компонента x_i вектора X є часткою початкового капіталу, що інвестується в актив i -го виду ($i = 1, \dots, N$). Ці компоненти мають задовольняти основному обмеженню (7.2) та вимозі щодо невід'ємності (7.16).

Формально економіко-математичну модель класичної моделі Марковіца можна подати у вигляді такої двокритеріальної задачі вибору оптимального рішення:

$$m_{\Pi} = M(R_{\Pi}) = \sum_{i=1}^N x_i m_i \rightarrow \max; \quad (7.46)$$

$$\sigma_{\Pi}^2 = D(R_{\Pi}) = \sum_{i=1}^N \sum_{l=1}^N x_i x_l \sigma_{il} \rightarrow \min; \quad (7.47)$$

за обмежень

$$\sum_{i=1}^N x_i = 1; \quad (7.48)$$

$$x_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, N. \quad (7.49)$$

Згідно з [123] портфель зі структурою $X^* = (x_1^*, \dots, x_N^*)$ називається ефективним в моделі Марковіца, якщо X^* є вектором Парето задачі (7.46)—(7.49) і при цьому множина структур усіх ефективних портфельів збігається з множиною Парето задачі (7.46)—(7.49). Інакше кажучи, згідно з моделлю Марковіца мета інвестора полягає у визначенні таких значень часток x_i , які б задавали для задачі (7.46)—(7.49) вектор $X = (x_1; \dots; x_N)$, оптимальний за Парето. Цей вектор прийнято називати *структурою ефективного портфеля*.

Серед усіх ефективних портфельів виокремимо портфель зі структурою $X^* = (x_1^*, \dots, x_N^*)$, який є розв'язком задачі мінімізації ризику портфеля на множині всіх допустимих портфельів (так звану задачу збереження капіталу [57]). Формально ця однокритеріальна задача задається співвідношеннями:

$$\sigma_H^2 = D(R_H) = \sum_{i=1}^N \sum_{l=1}^N x_i x_l \sigma_{il} \rightarrow \min; \quad (7.50)$$

$$\sum_{i=1}^N x_i = 1; \quad (7.51)$$

$$x_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, N. \quad (7.52)$$

Визначивши структуру портфеля з мінімальним ступенем ризику, обчислюють його дисперсію $(\sigma_{\Pi}^*)^2$ та його сподівану норму m_{Π}^* прибутку за формулами:

$$(\sigma_{\Pi}^*)^2 = D(R_{\Pi}^*) = \sum_{i=1}^N \sum_{l=1}^N x_i^* x_l^* \sigma_{il}; \quad (7.53)$$

$$m_{\Pi}^* = M(R_{\Pi}^*) = \sum_{i=1}^N x_i^* m_i; \quad (7.54)$$

$$R_{\Pi}^* = \sum_{i=1}^N x_i^* R_i. \quad (7.55)$$

Проаналізуємо випадки, коли розв'язок задачі теорії гри і структура X^* портфеля збігаються. Як зазначалось раніше, норма прибутку портфеля зі структурою $X = (x_1; \dots; x_N)$ є випадковою величиною $R = \sum_{i=1}^N x_i R_i$. Тоді випадкова величина $R_{\Pi}^* = \sum_{i=1}^N x_i^* R_i$ є нормою прибутку портфеля з мінімальним ступенем ризику. Очевидно, що $M(R_{\Pi}^*) = m_{\Pi}^*$, $D(R_{\Pi}^*) = (\sigma_{\Pi}^*)^2$.

Розглянемо задачу створення портфеля активів як парну гру з нульовою сумою, що визначається матрицею $R = (r_{ij} : i = 1, \dots, N; j = 1, \dots, n)$, і нехай ця гра не має сідлової точки. Позначимо оптимальну змішану стратегію першого гравця через Π_P^* (їй відповідає розподіл $P^* = (p_1^*; \dots; p_n^*)$), оптимальну змішану стратегію другого гравця через θ_Q^* (їй відповідає розподіл $Q^* = (q_1^*; \dots; q_n^*)$), через V^* — ціну гри. Виявляється [123], що у випадку, коли всі компоненти вектора $Q^* = (q_1^*; \dots; q_n^*)$ строго більші нуля ($q_j^* > 0, j = 1, \dots, n$), вектор P^* , що визначає оптимальну змішану стратегію першого гравця, збігається з вектором X^* , тобто виконується рівність $P^* = X^*$ (або ж $p_i^* = x_i^*, i = 1, \dots, N$) і при цьому $(\sigma_{\Pi}^*)^2 = D(R_{\Pi}^*) = 0$, де $R_{\Pi}^* = \sum_{i=1}^N (p_i^* R_i)$.

Зауважимо, що у розрізі зазначених умов з урахуванням того, що $\sigma_{\Pi}^* = 0$, існує можливість створення портфеля Π_{p^*} (який і є оптимальною змішаною стратегією першого гравця) з нульовим ступенем ризику, тобто існує можливість уникнення ризику портфеля.

Розглянемо тепер задачу створення портфеля активів як парну гру з нульовою сумою, що задається матрицею $C = (\sigma_{il} : i = 1, \dots, N; l = 1, \dots, N)$, де $\sigma_{il} = \text{cov}(R_i, R_l)$, і нехай ця гра не має сідлової точки, а розподіли, що визначають оптимальні змішані стратегії Π_{p^*} та θ_{q^*} відповідно першого та другого гравців, задаються векторами $P^* = (p_1^*; \dots; p_N^*)$, $Q^* = (q_1^*; \dots; q_N^*)$, V^* — ціна гри. Виявляється [123], що за умови, коли всі компоненти векторів P^* та Q^* строго більші нуля ($p_i^* > 0$, $i = 1, \dots, N$, $q_l^* > 0$, $l = 1, \dots, N$), вектори P^* , Q^* та X^* збігаються, тобто $P^* = Q^* = X^*$ (або ж $p_i^* = q_i^* = x_i^*$, $i = 1, \dots, N$) і при цьому портфель зі структурою X^* має мінімальний ступінь ризику, рівний за величиною ціні гри: $(\sigma_{\Pi}^*)^2 = V^*$.

7.3.2. Теоретико-ігрова модель вибору структури портфеля при невідомому розподілі ймовірності

Як уже зазначалось, при побудові класифікатора інформаційних ситуацій (п. 5.1) у полі I_4 розподіл імовірності станів економічного середовища невідомий, тобто компоненти вектора $Q = (q_1; \dots; q_n)$ є невідомими, але при цьому задовольняють умовам (5.1)—(5.2). У полі третьої інформаційної ситуації (I_3), окрім (5.1)—(5.2), невідомі значення компонент вектора Q задовольняють ще певній системі обмежень. У випадку I_2 , окрім (5.1)—(5.2), треба враховувати, що невідомі значення компонентів вектора Q є функціями від певної сукупності параметрів, тобто що $q_j = q_j(\omega)$, $\omega \in \Omega$, $j = 1, \dots, n$, де Ω — множина допустимих значень вектора параметрів $\omega = (\omega_1; \dots; \omega_L)$. А тому, визначивши значення норм прибутків r_{ij} , $i = 1, \dots, N$, $j = 1, \dots, n$, співвідношення (7.43), (7.44) та (7.45) можна розглядати як залежності відповідно сподіваних норм прибутку m_i , дисперсій σ_i^2 та коваріацій σ_{il} ($i, l = 1, \dots, N$) від змінних $q_1, \dots, q_n$ (ймовірностей станів економічного середовища). Враховуючи, що $q_j \in [0; 1]$, $j = 1, \dots, n$, доходимо

висновку, що можливі значення кількісних показників m_i , σ_i та σ_{ij} належать певним скінченним проміжкам. Так, сподівані норми прибутку (7.43) належать відрізкам, що визначаються нерівностями

$$\min_{j=1, \dots, n} r_{ij} \leq m_i \leq \max_{j=1, \dots, n} r_{ij}, \quad i = 1, \dots, N,$$

середньоквадратичні відхилення (7.14) — відрізкам

$$\min_{Q \in \Delta_Q} \sigma_i \leq \sigma_i \leq \max_{Q \in \Delta_Q} \sigma_i, \quad i = 1, \dots, N,$$

де $\Delta_Q = \left\{ Q = (q_1, \dots, q_n) : \sum_{j=1}^n q_j = 1; \quad q_j \geq 0; \quad j = 1, \dots, n \right\}$.

З урахуванням наведених міркувань, такі кількісні показники портфеля активів із структурою $X = (x_1; \dots; x_N)$, як його сподівана норма прибутку m_{II} та ступінь ризику (дисперсія) σ_{II}^2 , що задані згідно з (7.3) та (7.4) відповідно, можна розглядати як функції, що залежать від $n + N$ змінних, котрі для зручності об'єднуємо у вектор $(Q; X) = (q_1; \dots; q_n; x_1; \dots; x_N)$. Принагідно нагадуємо, що компоненти вектора $(Q; X)$ задовольняють умовам (5.1)—(5.2) та (7.48)—(7.49).

Розглядаючи як ще один критерій принцип максимальної невизначеності Гіббса—Джейнса, в полі четвертої інформаційної ситуації (I_4) модель задачі щодо вибору структури портфеля може задаватись у вигляді такої оптимізаційної задачі:

$$m_{II} = M(R_{II}) = \sum_{i=1}^N (x_i m_i) \rightarrow \max_{X \in \Delta_X}; \quad (7.56)$$

$$\sigma_{II}^2 = D(R_{II}) = \sum_{i=1}^N \sum_{l=1}^N (x_i x_l \sigma_{il}) \rightarrow \min_{X \in \Delta_X}; \quad (7.57)$$

$$H(Q) = - \sum_{j=1}^n (q_j \ln q_j) \rightarrow \max_{Q \in \Delta_Q} \quad (7.58)$$

при виконанні обмежень

$$\sum_{i=1}^N x_i = 1; \quad (7.59)$$

$$\sum_{j=1}^n q_j = 1; \quad (7.60)$$

$$x_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, N; \quad q_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n, \quad (7.61)$$

де m_i , σ_i , σ_{il} , у свою чергу, є функціями величин $q_1, \dots, q_n$;

$$\Delta_X = \left\{ X = (x_1, \dots, x_N) : \sum_{i=1}^N x_i = 1; \quad x_i \geq 0; \quad i = 1, \dots, N \right\}.$$

При розв'язанні багатокритеріальних задач (задача (7.56)—(7.61) є трикритеріальною) [123] слід відмовитись від пошуку рішення, яке було б найкращим одночасно згідно з усіма критеріями, оскільки воно може просто і не існувати. А це означає, що пошук прийняттого (компромісного) рішення слід здійснювати серед ефективних портфелів, для яких будь-яке інше рішення, що є кращим за одним критерієм, обов'язково буде гіршим з позиції інших (принаймні, хоча б одного з них).

Введемо поняття ефективного портфеля, що є характерним для I_4 .

Портфель зі структурою $X^* = (x_1^*; \dots; x_N^*)$ називатимемо ефективним згідно з концепцією Марковіца для інформаційної ситуації I_4 , якщо існує хоча б один вектор Парето задачі (7.56)—(7.61) вигляду:

$$(Q^*; X^*) = (q_1^*; \dots; q_n^*; x_1^*; \dots; x_N^*).$$

Згідно з даним означенням множина Парето будується при фіксованому розподілі $Q = (q_1; \dots; q_n)$. Скориставшись цією методикою і зафіксувавши певне значення вектора $Q \in \Delta_Q$ (тим самим зафіксувавши певний рівень критерія (7.58)), розв'яжемо відповідну двокритеріальну задачу, тобто отримаємо множину векторів Парето:

$$X^*(Q) = (x_1^*(Q); \dots; x_N^*(Q)). \quad (7.62)$$

Множина критеріальних оцінок $\{m_\Pi(Q, X^*(Q)); \sigma_\Pi(Q, X^*(Q)); H(Q)\}$ у тривимірному критеріальному просторі утворюватиме плоску криву у площині $Z = H(Q)$ (тут значення m_Π відкладають по осі абсцис (Ox), значення σ_Π — по осі ординат (Oy), значення $H(Q)$ — по осі аплікату (Oz)). У свою чергу, для всіх $Q \in \Delta_Q$ відповідні критеріальні оцінки у тривимірному просторі утворюватимуть певну поверхню. Очевидно, що саме цій поверхні і належатиме критеріальна оцінка $(m_\Pi^*; \sigma_\Pi^*; H(Q^*))$, що відповідає вектору задачі Парето (7.56)—(7.61).

Отже, як бачимо, процес побудови множини ефективних портфелів пов'язаний із суттєвими труднощами, а тому безпосереднє використання згаданого означення не завжди може бути конструктивним. Спрощення у цьому плані можна досягнути введенням до розгляду портфелів, що визначаються на основі такої дефініції.

Портфель зі структурою $X^* = (x_1^*; \dots; x_N^*)$ називатимемо ефективним згідно з концепцією Марковіца для будь-якого розподілу

ймовірності $Q = (q_1, \dots, q_n)$, якщо всі допустимі вектори вигляду $(Q; X^*) = (q_1, \dots, q_n; x_1^*, \dots, x_N^*)$ є оптимальними за Парето для задачі (7.56)—(7.61).

Вимоги, наведені в цьому означенні, є досить жорсткими, але можна вказати випадок, коли існує портфель, що є ефективним згідно з концепцією Марковіца для будь-якого розподілу ймовірності, а визначення його структури зводиться до парної гри з нульовою сумою.

Розглянемо задачу створення портфеля активів як парну гру з нульовою сумою, що визначається матрицею $R = (r_{ij} : i = 1, \dots, N; j = 1, \dots, n)$, і нехай ця гра не має сідлової точки. Позначимо через $P^* = (p_1^*, \dots, p_N^*)$ та $Q^* = (q_1^*, \dots, q_n^*)$ вектори, що відповідають оптимальним змішаним стратегіям гравців, V^* — ціна гри. Виявляється [123], що у випадку, коли мають місце строгі оцінки $q_1^* > 0$, $j = 1, \dots, n$, портфель зі структурою $X^* = P^*$ (тобто $x_i^* = p_i^*$, $i = 1, \dots, N$) є ефективним згідно з концепцією Марковіца для будь-якого розподілу ймовірності $Q \in \Delta_Q$.

Зауваження. Звертаємо увагу на те, що строгі нерівності $q_j > 0$, $j = 1, \dots, n$, можуть виконуватись лише в тому випадку, коли кількість активів є не меншою за кількість станів економічного середовища, тобто коли $N \geq n$.

Пошук портфеля, що є ефективним згідно з концепцією Марковіца в полі інформаційної ситуації I_4 , доцільно починати з оцінки апріорних ймовірностей q_j станів економічного середовища ($j = 1, \dots, n$). Ентропія Шеннона, що визначається формулою

$$H(Q) = - \sum_{j=1}^n q_j \ln q_j,$$

досягає свого максимального значення при $\hat{q}_1^* = \dots = \hat{q}_n^* = \frac{1}{n}$ [123], тобто

$$\max_{Q \in \Delta_Q} H(Q) = H(\hat{Q}) = \ln n. \quad (7.63)$$

Використовуючи знайдену точкову оцінку розподілу ймовірності станів економічного середовища $\hat{Q}$ в полі I_4 , отримуємо точкові оцінки сподіваних норм прибутків активів:

$$m_i \approx \hat{m}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{ij}, \quad i = 1, \dots, N, \quad (7.64)$$

їх дисперсій

$$\sigma_i^2 \approx \hat{\sigma}_i^2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (r_{ij} - \hat{m}_i)^2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{ij}^2 - \hat{m}_i^2, \quad i = 1, \dots, N. \quad (7.65)$$

а також коваріацій між нормами прибутків активів:

$$\text{cov}(R_i, R_l) = \sigma_{il} \approx \hat{\sigma}_{il} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (r_{ij} r_{lj}) - \hat{m}_i \hat{m}_l; \quad i, l = 1, \dots, N. \quad (7.66)$$

Очевидно, що оцінки коваріацій $\hat{\sigma}_{il}$ мають властивості, аналогічні коваріаціям σ_{il} , а саме:

$$\hat{\sigma}_{ii} = \hat{\sigma}_i^2; \quad \hat{\sigma}_{il} = \hat{\sigma}_{li}; \quad i = 1, \dots, N; \quad l = 1, \dots, N.$$

Використовуючи оцінки (7.64)—(7.66) для пошуку ефективного портфеля, приходимо до такої двокритеріальної оптимізаційної задачі $\left(\hat{R}_{\Pi} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N R_i \right)$:

$$\hat{m}_{\Pi} = \sum_{i=1}^N (x_i \hat{m}_i) \rightarrow \max; \quad X \in A_X \quad (7.67)$$

$$\hat{\sigma}_{\Pi}^2 = D(\hat{R}_{\Pi}) = \sum_{i=1}^N \sum_{l=1}^N (x_i x_l \hat{\sigma}_{il}) \rightarrow \min; \quad X \in \Delta_X \quad (7.68)$$

$$\sum_{i=1}^N x_i = 1; \quad x_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, N. \quad (7.69)$$

Розглянемо задачу створення портфеля активів у полі I_1 як парну гру з нульовою сумою, що не має сідлової точки, і нехай вектор $X^* = (x_1^*, \dots, x_N^*)$ задає структуру ефективного портфеля в моделі Марковіца (7.67)—(7.69). Виявляється [123], що вектор $(\hat{Q}; X^*)$, де $\hat{Q} = \left(\frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n} \right)$, є оптимальним за Парето для задачі (7.56)—(7.58).

У полі третьої інформаційної ситуації (I_3) у разі, коли для станів економічного середовища побудований ряд пріоритету $RI = \{\theta_{i_1}; \theta_{i_2}; \dots; \theta_{i_n}\}$ і мають місце обмеження

$$q_{i_1} > q_{i_2} > \dots > q_{i_n} \quad (7.70)$$

або

$$\begin{cases} q_{i_1} \geq q_{i_2} + \dots + q_{i_n}, \\ q_{i_2} \geq q_{i_3} + \dots + q_{i_n}, \\ \dots \\ q_{i_{n-1}} \geq q_{i_n}, \end{cases} \quad (7.71)$$

або ж

$$a_j \leq q_j \leq \beta_j, \quad j = 1, \dots, n, \quad (7.72)$$

для розрахунку точкової оцінки вектора розподілу $\underline{Q}$ можуть використовуватись відповідні формули Фішберна [123]. Точкову оцінку вектора $\underline{Q}$ можна отримати також через відшукування максимуму функції (7.58) при обмеженнях (7.60)—(7.61), до яких додаються обмеження (7.70) або (7.71), або (7.72).

У полі I_2 оцінка вектора $\underline{Q}$ визначається за критерієм

$$H(\hat{Q}) = \max_{\omega \in \Omega} H(Q)$$

при виконанні умов (7.60)—(7.61), тобто здійснюється максимізація критерію (7.58) за сукупністю параметрів $\omega = (\omega_1, \dots, \omega_L)$, якими характеризується заданий відомий закон розподілу ймовірності станів економічного середовища.

Трикритеріальну оптимізаційну задачу (7.56)—(7.61) можна звести до однокритеріальної, якщо при виконанні обмежень (7.59)—(7.61) ввести до розгляду критерій

$$\Phi(Q; X) = u_1 m_{\Pi}^H(Q; X) + u_2 \sigma_{\Pi}^H(Q; X) + u_3 H^H(Q) \rightarrow \max_{Q, X},$$

де $m_{\Pi}^H(Q; X)$, $\sigma_{\Pi}^H(Q; X)$, $H^H(Q)$ — нормалізовані критерії (7.56), (7.57) та (7.58) відповідно, u_1, u_2, u_3 — вагові коефіцієнти пріоритету цих критеріїв, що задовольняють умовам

$$u_1 + u_2 + u_3 = 1; \quad u_i \geq 0; \quad i = 1, 2, 3.$$

7.3.3. Теоретико-ігрова модель вибору структури портфеля у разі протидії економічного середовища

П'ята інформаційна ситуація (I_5) характеризується антагоністичними інтересами економічного середовища щодо суб'єкта управління (інвестора) у процесі прийняття ним своїх рішень. Цей антагонізм досягається через вибір економічним середовищем таких своїх станів, які зводять до мінімуму ефективність інвестора. Тому основною стратегією для суб'єкта управління (інвестора) є забезпечення гарантованих рівнів економічних показників. Аналіз процесу прийняття рішень тут аналогічний основним правилам та елементам теорії антагоністичних ігор. З урахуванням цього математична модель вибору структури портфеля при виконанні обмежень (7.59)—(7.61) має вигляд:

$$m_{\Pi} = \sum_{i=1}^N (x_i m_i) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^n (x_i q_j r_{ij}) \rightarrow \max; \quad X \in \Lambda_X \quad (7.73)$$

$$m_{\Pi} = \sum_{i=1}^N (x_i m_i) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^n (x_i q_j r_{ij}) \rightarrow \min; \quad Q \in \Delta_Q \quad (7.74)$$

$$\sigma_{11}^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{l=1}^N (x_i x_l \sigma_{il}) \rightarrow \min, \quad X \in \Lambda_X \quad (7.75)$$

де величини m_i , σ_i , σ_{ij} — функції змінних $q_1, \dots, q_n$, що визначаються співвідношеннями (7.43), (7.44) та (7.45) відповідно.

Особливістю задачі вибору структури портфеля з критеріями (7.73)—(7.75) при виконанні умов (7.59)—(7.61) є те, що вона може мати єдиний «найкращий» розв'язок відносно всіх критеріїв. Тому й виникає питання щодо умов існування цього (єдиного) розв'язку.

Розглянемо задачу створення портфеля активів у полі I_5 як парну гру з нульовою сумою, що визначається платіжною матрицею $R = (r_{ij} : i = 1, \dots, N; j = 1, \dots, n)$, і нехай ця гра не має сідлової точки. Виявляється, що у разі, коли ця гра має єдиний розв'язок, множина G^* усіх ефективних векторів задачі (7.73)—(7.75) за умов (7.59)—(7.61) має єдиний елемент

$$(P^*; Q^*) = (p_1^*; \dots; p_N^*; q_1^*; \dots; q_n^*),$$

де $P^* = (p_1^*; \dots; p_N^*)$, $Q^* = (q_1^*; \dots; q_n^*)$ — розподіли, що відповідають оптимальним змішаним стратегіям гравців.

Нехай у парній грі з нульовою сумою, що визначається матрицею $R = (r_{ij} : i = 1, \dots, N; j = 1, \dots, n)$, відсутня сідлова точка. Тоді, якщо ця гра має єдиний розв'язок, оптимальну змішану стратегію першого гравця, якій відповідає вектор $P^* = (p_1^*; \dots; p_N^*)$, називатимемо *ефективним портфелем за концепцією Марковіца для n -ї інформаційної ситуації (I_5)*, а вектор, який визначає оптимальну змішану стратегію другого гравця, — *найбільш характерним розподілом імовірностей щодо станів економічного середовища для I_5* .

Вибираючи за точкові оцінки апіорних імовірностей настання станів економічного середовища відповідні компоненти q_j^* вектора Q^* , що відповідає оптимальній змішаній стратегії другого гравця, дістаємо оцінки:

$$m_i^* = M(R_i) = \sum_{j=1}^n q_j^* r_{ij}, \quad i = 1, \dots, N; \quad (7.76)$$

$$(\sigma_i^*)^2 = \sum_{j=1}^n (q_j^* r_{ij}^2) - (m_i^*)^2, \quad i = 1, \dots, N; \quad (7.77)$$

$$\sigma_{il}^* = \text{cov}(R_i, R_l) = \sum_{j=1}^n (q_j^* r_{ij} r_{lj}) - m_i^* m_l^*, \quad i, l = 1, \dots, N. \quad (7.78)$$

Якщо $P = (p_1; \dots; p_N) \in \Delta_X$ — структура допустимого портфеля, то отримуємо, що

$$m_{II}(P; Q^*) = M(R_{II}) = M\left(\sum_{i=1}^N (p_i R_i)\right) = \sum_{i=1}^N (p_i M(R_i)) = \sum_{i=1}^N (p_i m_i^*); \quad (7.79)$$

$$\sigma_{II}^2(P; Q^*) = D(R_{II}) = \sum_{i=1}^N \sum_{l=1}^N (p_i p_l \sigma_{il}^*). \quad (7.80)$$

Якщо утворити портфель зі структурою $P^* = (p_1^*; \dots; p_N^*)$, то згідно з (7.79)—(7.80) маємо:

$$m_{II}^* = m_{II}(P^*; Q^*) = M(R_{II}^*) = \sum_{i=1}^N (p_i^* m_i^*) = V^*;$$

$$(\sigma_{II}^*)^2 = D(R_{II}^*) = \sum_{i=1}^N \sum_{l=1}^N (p_i^* p_l^* \sigma_{il}^*),$$

де $V^* = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^n (p_i^* q_j^* r_{ij})$ — ціна гри, $R_{II}^* = \sum_{i=1}^N (p_i^* R_i)$ — дискретна випадкова величина, що характеризує норму прибутку ефективного портфеля згідно з концепцією Марковіца для ситуації I_5 .

Нехай у парній грі з нульовою сумою, що визначається платіжною матрицею $R = (r_{ij} : i = 1, \dots, N; j = 1, \dots, n)$, відсутня сідлова точка, і гра має кілька розв'язків. Тоді множина пар оптимальних змішаних стратегій гравців є нескінченною і при цьому для будь-якого елемента $(P^*; Q^*)$ цієї множини ціна гри залишається незмінною, тобто

$$V^* = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^n (p_i^* q_j^* r_{ij}) = \text{const.}$$

У такому разі як ефективний портфель згідно з концепцією Марковіца для ситуації I_5 можна використати будь-яку оптимальну змішану стратегію першого гравця (для вказаної гри) з вектором $P^* = (p_1^*; \dots; p_N^*)$.

Зазначимо, що коли множина ефективних портфелів у моделі Марковіца у полі I_5 має кілька елементів, тобто множина G^* складається більше ніж з одного вектора, вибір портфеля, який би

найбільшою мірою задовольнив інвестора, здійснюється згідно з критерієм (7.80), а саме: вибирається той портфель, структура якого $P^* = (p_1^*, \dots, p_N^*)$ мінімізує дисперсію $\sigma_{\Pi}^2(P; Q^*)$ (для фіксованого розподілу станів економічного середовища Q^*).

Розглянемо задачу створення портфеля активів у полі I_5 як парну гру з нульовою сумою, що визначається платіжною матрицею $R = (r_{ij} : i = 1, \dots, N; j = 1, \dots, n)$, і нехай ця гра не має сідлової точки. Виявляється [123], що у разі, коли всі компоненти вектора $Q^* = (q_1^*, \dots, q_n^*)$ є строго більшими від нуля ($q_j^* > 0, j = 1, \dots, n$), портфель, який визначається вектором $X^* = P^* = (p_1^*, \dots, p_N^*)$, є ефективним згідно з концепцією Марковіца для інформаційної ситуації I_5 .

7.4. ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ ПОРТФЕЛЯ ЦІННИХ ПАПЕРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СЕМІВАРІАЦІЇ ЯК МІРИ РИЗИКУ

Даний підхід [43] будується на твердженні, що інвестор, бажаючи вкласти вільні грошові ресурси в корпоративні цінні папери, зустрічається з трьома альтернативами:

- 1) вкласти кошти в акції найнадійніших емітентів;
- 2) інвестувати в найприбутковіші акції;
- 3) вибрати проміжну позицію між надійністю і прибутковістю акцій.

Існують різні методики, дотримання яких приводить до вирішення поставлених цілей і задач. Але найпоширенішою та найчастіше використовуваною у практичній діяльності і теоретичних дослідженнях, як вже зазначалось, є модель, запропонована Гаррі Марковіцем. У своїх дослідженнях як основний економічний показник, що характеризує динаміку зміни ціни (котирування) акції, він використовував норму прибутку акції, яка у дискретному випадку розраховується за формулою:

$$R_k(t) = \frac{C_k(t) - C_k(0) + D_k(t)}{C_k(0)} \cdot 100 \%, \quad (7.81)$$

де $R_k(t)$ — норма прибутку акції k -го виду в момент часу t ; $C_k(0)$, $C_k(t)$ — ціна акції k -го виду відповідно у початковий момент ($t = 0$) та на кінець t -го періоду часу; $D_k(t)$ — дивіденди, виплачені на кінець t -го періоду; $k = 1, \dots, N$, N — кількість акцій, за якими здійснюються спостереження та які прогнозуються щодо включення

їх у портфель цінних паперів (ПЦП); $t = 1, \dots, T$, T — кількість періодів, в які здійснювались спостереження за цінами (котируванням) акцій. При визначенні структури портфеля акцій, оптимального з погляду інвестора, Марковіц скористався дещо спрощеним підходом. По-перше, він додержувався концепції, що норма прибутку акції k -го виду ($k = 1, \dots, N$) є стаціонарним випадковим процесом, більше того — впродовж T періодів випадкові величини $R_k(t; \omega)$, $t = 1, \dots, T$, $\omega \in \Omega$ (Ω — множина елементарних подій) мають одну й ту саму функцію розподілу ймовірності (ця функція не залежить від часу). Тому спостереження за випадковими величинами $R_k(t; \omega)$ у момент часу $t = 1, \dots, T$ можна розглядати як реалізації випадкової величини $R_k(\omega)$.

У своїй моделі Марковіц використовував такі кількісні характеристики випадкових величин $R_k(\omega)$ ($k = 1, \dots, N$): сподівана норма прибутку $m_k = M(R_k(\omega))$; дисперсія $\sigma_k^2 = D(R_k(\omega)) = M((R_k(\omega) - m_k)^2)$; середньоквадратичне відхилення $\sigma_k = \sqrt{D(R_k(\omega))}$; коваріація $\sigma_{kj} = \text{cov}(R_k(\omega), R_j(\omega)) = M((R_k(\omega) - m_k)(R_j(\omega) - m_j))$, де $k = 1, \dots, N$, $j = 1, \dots, N$.

Крім того, Марковіц вважав, що будь-які відхилення норми прибутку акції від її сподіваного значення відображають дію чинників ризику щодо цієї акції і є однаково небажаними для інвестора. Тому як вимірник величини ризику, що пов'язаний з придбанням цієї акції, він використовував величину дисперсії чи середньоквадратичною відхилення.

Сутність розглядуваної концепції полягає у тому, що трактування відхилень норми прибутку від її сподіваного значення (чи певного фіксованого порогового значення) у сторону перевищення (сприятливі відхилення) як джерела ризику нічим не виправдане, оскільки протягом відповідних періодів акції можуть забезпечити прибуток, обсяг якого є не меншим запланованого рівня. На нашу думку, лише відхилення норми прибутку у сторону зменшення (несприятливі відхилення) відносно сподіваної норми прибутку можна розглядати як джерело ризику акції.

Оцінкою величини ризику k -ї акції, що базується на зазначеній основі, є семіваріаційна характеристика:

$$SV_c^-(R_k(\omega)) = P(R_k(\omega) < c) \cdot D_c(R_k(\omega) | R_k(\omega) < c), \quad (7.82)$$

де величина $D_c(R_k(\omega) | R_k(\omega) < c)$ є умовною дисперсійною характеристикою випадкової величини $R_k(\omega)$ відносно наперед заданого

порогового значення c^* ($c > 0$), отже, враховуються лише несприятливі для суб'єкта ризику (інвестора) відхилення, тобто $R_k(\omega) < c$. Ця умовна дисперсійна характеристика обчислюється за формулою:

$$D_c(R_k(\omega) \mid R_k(\omega) < c) = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - c)^2 dF_k(x \mid R_k(\omega) < c), \quad (7.83)$$

де

$$F_k(x \mid R_k(\omega) < c) = \frac{P(\{R_k(\omega) < x\} \cap \{R_k(\omega) < c\})}{P(R_k(\omega) < c)} =$$

$$= \begin{cases} \frac{F_k(x)}{F_k(c)}, & \text{якщо } x \leq c \\ 1, & \text{якщо } x > c. \end{cases}$$

Тут $F_k(x)$ — функція розподілу, $F_k(x \mid R_k(\omega) < c)$ — умовна функція розподілу випадкової величини $R_k(\omega)$.

Надалі для зручності введемо позначення щодо подій:

$$A_k^- = \{R_k(\omega) \mid R_k(\omega) < c\},$$

$$A_k^+ = \{R_k(\omega) \mid R_k(\omega) \geq c\}.$$

Очевидно, що події A_k^- та A_k^+ утворюють повну групу, а тому повну дисперсійну характеристику випадкової величини $R_k(\omega)$ відносно порогового значення c можна знайти за формулою:

$$D_c(R_k(\omega)) = P(A_k^-) \cdot D_c(R_k(\omega) \mid A_k^-) + P(A_k^+) \cdot D_c(R_k(\omega) \mid A_k^+) =$$

$$= SV_c^-(R_k(\omega)) + SV_c^+(R_k(\omega)). \quad (7.84)$$

Якщо для фіксації несприятливих відхилень щодо випадкової величини $R_k(\omega)$ скористатись випадковою величиною (індикатором несприятливих відхилень):

$$\alpha_k(\omega) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } R_k(\omega) \geq c \\ 1, & \text{якщо } R_k(\omega) < c, \end{cases}$$

а для фіксації сприятливих явищ — випадковою величиною (індикатором сприятливих відхилень)

* Порогове значення (c), яке кожен інвестор підбирає індивідуально. Пропонується за c використовувати середню норму прибутку індексних фондів. Дане порогове значення можна також розглядати як суму безризикової ставки ринку, якою виступає облікова ставка Національного банку, та премії за ризик відповідно до обраної інвестором стратегії (агресивної чи пасивної).

$$\beta_k^+(\omega) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } R_k(\omega) \geq c \\ 0, & \text{якщо } R_k(\omega) < c, \end{cases}$$

то

$$A_k^- = \{\beta_k^-(\omega) \cdot R_k(\omega)\}; A_k^+ = \{\beta_k^+(\omega) \cdot R_k(\omega)\}.$$

Розглянемо тепер випадкову величину, що відображає норму прибутку портфеля акцій:

$$R_{\Pi}(\omega; X) = \sum_{k=1}^N x_k R_k(\omega), \quad (7.85)$$

де x_k — частка акцій k -го виду у портфелі ($x_k \in [0; 1]$); $X = (x_1; \dots; x_N)$ — вектор, що задає структуру портфеля,

$$X \in \Delta_X = \left\{ (x_1; \dots; x_N) \mid \sum_{k=1}^N x_k = 1; x_k \geq 0, k = 1, \dots, N \right\}.$$

Якщо ввести до розгляду індикатор несприятливих відхилень

$$\alpha_{\Pi}^-(\omega; X) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } R_{\Pi}(\omega; X) \geq c \\ 1, & \text{якщо } R_{\Pi}(\omega; X) < c, \end{cases}$$

та індикатор сприятливих відхилень

$$\beta_{\Pi}^-(\omega; X) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } R_{\Pi}(\omega; X) \geq c \\ 0, & \text{якщо } R_{\Pi}(\omega; X) < c, \end{cases}$$

то випадкова величина, що описує несприятливі відхилення норми прибутку портфеля відносно порогового значення c , визначається співвідношенням

$$\Delta R_{\Pi}^-(\omega; X) = \alpha_{\Pi}^-(\omega; X) \cdot (R_{\Pi}(\omega; X) - c), \quad (7.86)$$

а сприятливі відхилення — співвідношенням

$$\Delta R_{\Pi}^+(\omega; X) = \beta_{\Pi}^+(\omega; X) \cdot (R_{\Pi}(\omega; X) - c). \quad (7.87)$$

Зафіксуємо структуру $\tilde{X} = (\tilde{x}_1; \dots; \tilde{x}_N)$ портфеля акцій. Тоді з урахуванням структури випадкової величини $R_{\Pi}(\omega; \tilde{X})$ отримуємо:

$$\Delta R_{\Pi}(\omega; \tilde{X}) = \sum_{k=1}^N \tilde{x}_k (R_k(\omega) - c). \quad (7.88)$$

Розглянемо множину $\Omega' \in \Omega$, для всіх елементів ω' якої ($\omega' \in \Omega'$) має місце оцінка:

$$\Delta R_{\Pi}(\omega'; \tilde{X}) = \sum_{k=1}^N \tilde{x}_k (R_k(\omega) - c) \geq 0. \quad (7.89)$$

Але невід'ємні значення, що їх набуває випадкова величина $\Delta R_{\Pi}(\omega'; \tilde{X})$, не заперечують можливості одночасного співіснування під знаком суми у правій частині (7.89) як додатних, так і від'ємних доданків для усіх ω'' , що належать деякій підмножині $\Omega'' \subset \Omega' \subset \Omega$. При цьому наявність від'ємних доданків гарантує існування не пустої підмножини $\Delta'_X \subset \Delta_X$ такої, що для усіх $X' \in \Delta'_X$ та $\omega'' \in \Omega''$ матиме місце оцінка:

$$\Delta R_{\Pi}(\omega''; X') < 0. \quad (7.90)$$

Співвідношення (7.90) вказує на те, що наявність несприятливих відхилень щодо акцій (хоча б на обмеженій множині Ω'') слід розглядати як потенціальне джерело ризику портфеля акцій. Тому при оцінці ризику портфеля акцій необхідно враховувати всі можливі несприятливі відхилення стосовно кожного виду акцій, що є його складовими, незалежно від його структури, навіть у разі сприятливих відхилень норми прибутку цього портфеля.

Як уже зазначалось, випадкова величина

$$\Delta R_{\Pi}^{-}(\omega; X) = \beta_{\Pi}^{+}(\omega; X) \sum_{k=1}^N x_k (R_{\Pi}(\omega) - c) \quad (7.91)$$

описує сприятливі відхилення стосовно норми прибутку портфеля. До складу сприятливих входять і безризикові ситуації, характерною ознакою яких є те, що $\Delta R_{\Pi}^{-}(\omega; X) \geq 0$ незалежно від структури $X \in \Delta_X$ портфеля. Це можливо лише у разі, коли одночасно для усіх $k = 1, \dots, N$ мають місце оцінки $R_k(\omega) \geq c$ і тоді

$$\Delta R_{\Pi}^{+}(\omega; X) = \sum_{k=1}^N x_k \beta_k^{+}(\omega) (R_{\Pi}(\omega) - c). \quad (7.92)$$

Якщо розглянути подію

$$A_{\Pi}^{+} = A_1^{+} \cdot \dots \cdot A_N^{-},$$

то безризикова ситуація матиме місце у тому випадку, коли вектор

$$(R_1(\omega); \dots; R_N(\omega)) \in A_{\Pi}^{+}.$$

Усі інші допустимі комбінації щодо норм прибутків акцій обтяжені ризиком (відхилення норми прибутку хоча б однієї акції є несприятливим). Позначивши через A_{Π} подію, що їх охоплює, і враховуючи, що A_{Π}^{+} та A_{Π}^{-} утворюють повну групу подій, отримуємо:

$$D_c(R_{\Pi}(\omega; X)) = P(A_{\Pi}^-) \cdot D_c(R_{\Pi}(\omega; X) \mid A_{\Pi}^-) + \\ + P(A_{\Pi}^+) \cdot D_c(R_{\Pi}(\omega; X) \mid A_{\Pi}^+) = SV_c^-(R_{\Pi}(\omega; X)) + SV_c^+(R_{\Pi}(\omega; X)). \quad (7.93)$$

Наведені міркування вказують на те, що за міру ризику портфеля цінних паперів доцільно використовувати величину

$$SV_c^-(R_{\Pi}(\omega; X)) = D_c(R_{\Pi}(\omega; X)) - SV_c^+(R_{\Pi}(\omega; X)). \quad (7.94)$$

Враховуючи, що

$$SV_c^-(R_{\Pi}(\omega; X)) = P(A_{\Pi}^+) \cdot D_c(R_{\Pi}(\omega; X) \mid A_{\Pi}^+) = \\ = P(A_{\Pi}^+) \cdot M((R_{\Pi}(\omega; X) - c)^2 \mid A_{\Pi}^+) = \\ = P(A_{\Pi}^+) \cdot \frac{1}{P(A_{\Pi}^+)} \cdot M(\sum_{k=1}^N x_k \beta_k^+(\omega) \cdot (R_k(\omega) - c)^2) = \\ = \sum_{k=1}^N \sum_{j=1}^N x_k x_j M(\beta_k^-(\omega) \beta_j^+(\omega) \cdot (R_k(\omega) - c)(R_j(\omega) - c)) = \\ = \sum_{k=1}^N \sum_{j=1}^N x_k x_j SCOV_c^-(R_k(\omega); R_j(\omega))$$

отримуємо формулу для обчислення міри ризику портфеля згідно зі зазначеною концепцією:

$$SV_c^-(R_{\Pi}(\omega; X)) = \sum_{k=1}^N \sum_{j=1}^N x_k x_j (COV_c(R_k(\omega); R_j(\omega)) - \\ - SCOV_c^+(R_k(\omega); R_j(\omega))). \quad (7.96)$$

У формулі (7.96): $SCOV_c^+(R_k(\omega); R_j(\omega))$ — семіковаріаційна характеристика випадкових величин $R_k(\omega)$ та $R_j(\omega)$, що обчислюється за формулою:

$$SCOV_c^-(R_k(\omega); R_j(\omega)) = M(\beta_k^-(\omega) \beta_j^+(\omega) (R_k(\omega) - c)(R_j(\omega) - c)); \quad (7.97)$$

$COV_c(R_k(\omega); R_j(\omega))$ — коваріаційна характеристика випадкових величин $R_k(\omega)$ та $R_j(\omega)$, що обчислюється за формулою:

$$COV_c(R_k(\omega); R_j(\omega)) = M((R_k(\omega) - c)(R_j(\omega) - c)) = \\ = COV(R_k(\omega); R_j(\omega)) + (m_k - c)(m_j - c), \quad (7.98)$$

де m_k, m_j — середньозважені (сподівані) норми прибутку відповідно k -го та j -го видів цінних паперів, тобто

$$m_k = M(R_k(\omega)), \quad m_j = M(R_j(\omega)), \quad k, j = 1, \dots, N.$$

Якщо за цільову використати функцію (7.96), то структура портфеля, що має мінімальний ризик згідно із зазначеною концепцією, є розв'язком оптимізаційної задачі:

$$SV_c^-(R_\Pi(\omega; X)) \rightarrow \min_{X \in \Delta_X}. \quad (7.99)$$

Якщо для оцінки ризику щодо несприятливих відхилень використовувати семіваріацію (коли за пороговий рівень при визначенні несприятливих відхилень використовувати не наперед задану константу c , а середньозважені (сподівані) значення відповідних норм прибутків акцій чи портфеля), критерій (7.96) набуває вигляду:

$$SV^-(R_\Pi(\omega; X)) = \sum_{k=1}^N \sum_{j=1}^N x_k x_j (COV(R_k(\omega); R_j(\omega)) - SCOV^-(R_k(\omega); R_j(\omega))). \quad (7.100)$$

У формулі (7.100): $SCOV^+(R_k(\omega); R_j(\omega))$ — семіковаріація випадкових величин $R_k(\omega)$ та $R_j(\omega)$, що обчислюється за формулою:

$$SCOV^+(R_k(\omega); R_j(\omega)) = M(\beta_k^+(\omega) \beta_j^-(\omega) (R_k(\omega) - m_k)(R_j(\omega) - m_j)), \quad (7.101)$$

множина сприятливих відхилень норми прибутку портфеля цінних паперів

$$A_\Pi^+ = \{R_\Pi(\omega) \mid R_\Pi(\omega) \geq m_\Pi\};$$

m_Π — середньозважена (сподівана) норма прибутку портфеля обчислюється за формулою:

$$m_\Pi = \sum_{k=1}^N x_k m_k. \quad (7.102)$$

Якщо за цільовий використати критерій (7.100), то оптимальна структура портфеля цінних паперів буде рішенням оптимізаційної задачі:

$$SV^-(R_\Pi(\omega; X)) \rightarrow \min_{X \in \Delta_X}; \quad (7.103)$$

$$m_\Pi = \sum_{k=1}^N x_k m_k \geq c. \quad (7.104)$$

За наявності статистичних даних для наближеного обчислення величин, наведених у формулах (7.96) та (7.100), використовують їх оцінки. Так, структура портфеля з мінімальним ризиком є розв'язком оптимізаційної задачі (7.99), але при цьому у формулі (7.98) використовуються оцінки сподіваних значень відповідних норм прибутку, дисперсії та відповідних коваріацій.

Зазначимо, що при цьому оцінка $SCOV_c^{-1}(R_k(\omega); R_j(\omega))$ здійснюється за формулою:

$$\begin{aligned} SCOV_c^{-1}(R_k(\omega); R_j(\omega)) &\approx \\ &\approx \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^{T-1} \beta_{kt}^{-1}(\omega) \beta_{jt}^{-1}(\omega) (R_{kt}(\omega) - c)(R_{jt}(\omega) - c). \end{aligned} \quad (7.105)$$

Використання зазначеної концепції в практичній діяльності дає позитивні результати. Зменшення ризикованості портфеля цінних паперів завдяки відкиданню безризикових ситуацій дозволить побудувати портфель з більшою нормою дохідності, ніж отриманий з використанням методу Г. Марковіца.

РОЗДІЛ 8

РИЗИКОЛОГІЯ В ПРИКЛАДНИХ ПРОБЛЕМАХ ЕКОНОМІКИ ТА ПІДПРИЄМНИЦТВА

8.1. ВАРТІСТЬ, ЧАС, РИЗИК

Співвідношенню «гроші — час» приділяють винятково велику увагу [38, 198, 213, 275]. Фінансові менеджери часто розв'язують задачу визначення теперішньої вартості грошових коштів (PV) та їх майбутньої вартості (FV), тобто вартості грошей з урахуванням доданих відсоткових сплат. Розроблено зручні моделі, які дозволяють орієнтуватись у справжній ціні можливих майбутніх прибутків (доходів).

Вартість капіталу FV_t через t років визначається за такою формулою:

$$FV_t = P(1 + R)^t, \quad (8.1)$$

де FV_t — вартість капіталу через t років, P — початковий капітал, R — норма відсотка, t — кількість років.

Техніка обчислення майбутньої вартості спирається на методи розрахунку складного відсотка. Механізм нарощування грошей по складних відсотках називають також капіталізацією відсотка. Можна стверджувати, що:

- чим більший початковий капітал, тим більша майбутня вартість;
- чим довший період інвестування, тим більша майбутня вартість;
- чим більша норма відсотка, тим більша майбутня вартість.

Теперішня вартість грошей визначається за такою формулою:

$$PV = FV_t / (1 + R)^t, \quad (8.2)$$

де PV — теперішня (поточна) вартість; FV_t — майбутній дохід, який сподіваються отримати через t років; R — річна ставка дисконту; t — кількість років.

Вартість очікуваного потоку доходів залежить від розподілу отримання цих доходів у часі, а також норми дисконту. Якщо ϵ

такі дані: FV_t — суми, які сплачуються в t -му періоді часу в майбутньому; R — ставка дисконту; T — кількість періодів (років), то теперішню вартість майбутнього потоку доходів можна обчислити за формулою:

$$PV = \sum_{t=1}^T \frac{FV_t}{(1+R)^t}. \quad (8.3)$$

Більшість рішень, які приймаються інвесторами, стосується порівняння обсягів затрат з потоком сподіваних доходів протягом певної кількості років (у майбутньому).

В обчисленнях важливу роль відіграє встановлення науково обгрунтованої норми (ставки) дисконту.

Під нормою дисконту розуміють норму доходу на альтернативні і доступні на ринку інвестиційні можливості з приблизно таким же рівнем ризику. Це та норма віддачі на вкладений капітал, яка може стимулювати інвесторів до здійснення відповідних внесків.

Існує просте правило: високий ризик означає високу ставку дисконту (капіталізації), малий ризик — низьку дисконтну ставку [110].

Загалом для оцінки дисконтних ставок використовують такі принципи:

- 1) з двох майбутніх надходжень вищу дисконтну ставку має те, що надійде пізніше;
- 2) чим нижчий сподіваний рівень ризику, тим нижчою може бути ставка дисконту;
- 3) якщо загальні відсоткові ставки на ринку зростають, то зростають і дисконтні ставки.

Інвестори досить часто визначають ставки дисконту (норму відсотка) R додаванням до ставки (норми) безризикової віддачі R_F (наприклад, норми річного доходу по державних цінних паперах) так званої премії за ризик [198, 254, 282].

Спрощені методи врахування ризику в обчисленні норми дисконту дає, зокрема, модель рівноваги ринку капіталів (САР) [198]. У ній ринок цінних паперів розглядається з погляду двох основних характеристик кожного портфеля цінних паперів: сподіваної норми прибутку та ризику портфеля. Як міра (ступінь) ризику портфеля тут приймається коефіцієнт бета (β). Кожен портфель можна подати графічно в двовимірному просторі, де на осі абсцис відкладатимемо значення коефіцієнта бета портфеля, а на осі ординат — сподівані норми прибутку (доходу). Ця лінія

називається лінією ринку капіталів. Знаючи координати двох точок, через які вона проходить, легко подати її рівняння:

$$m = m_F + \beta(m_M - m_F), \quad (8.4)$$

де m — сподівана норма прибутку портфеля цінних паперів; m_F — норма прибутку, яка відповідає цінному паперу, не обтяженому ризиком; β — коефіцієнт бета портфеля цінних паперів; m_M — сподівана норма прибутку ринкового портфеля.

Лінія ринку капіталів показує наближену залежність сподіваної норми прибутку звичайної акції від коефіцієнта бета цієї акції для ринку цінних паперів, який перебуває у рівновазі. Ця лінійна залежність означає, що зі зростанням коефіцієнта бета пропорційно зростає сподівана норма прибутку (доходу).

8.2. ВПЛИВ РИЗИКУ ТА ІНФЛЯЦІЇ НА ВЕЛИЧИНУ НОРМИ ВІДСОТКА (ДИСКОНТУ)

Умови, за яких підприємства (фірми) можуть скористатися зовнішніми джерелами капіталу, залежать від ситуації, що складається на ринку капіталів. Норма відсотка є одним із найважливіших параметрів ринкової економіки. Теорії відсотка присвячені праці відомих вчених-економістів. Про деякі з них ідеться, зокрема, у [282].

Розглянемо лише окремі питання стосовно ризику, які мають відношення до аналізу величини норми відсотка. Згідно з класичною теорією норми відсотка, започаткованою І. Фішером, реальна норма відсотка — це така норма, яка врівноважує попит та пропозицію на ринку капіталу. Пропозиція заощаджень залежить від того, якою мірою люди схильні утримуватися від сьогоdnішнього споживання на користь майбутнього. Попит на заощадження залежить насамперед від ефективності продуктивного використання засобів у господарській (передусім виробничій) діяльності. Норма ефективності використання засобів визначає верхню межу величини норми відсотка. В цьому розумінні норма відсотка може трактуватися як чинник, що впливає на величину пропорції заощаджень і розміри попиту; як певний параметр, величина якого визначається співвідношенням між попитом і пропозицією на заощадження.

Номінальна норма відсотка — це та норма, згідно з якою кредитор отримує винагороду за надані ним фонди (винагорода за

утримання від теперішнього споживання). Вона складається з двох елементів:

- 1) реальної норми відсотка;
- 2) інфляційної премії.

Необхідно підкреслити, що величина інфляційної премії залежить від інфляційних сподівань, а не лише від реальних темпів інфляції. Існуючі темпи інфляції, в свою чергу, значною мірою залежать від інфляційних сподівань [282].

Зазначимо, що й ті, хто надають кредит, і ті, хто його одержують, враховують у розрахунках темпи інфляції, які, на їхню думку, матимуть місце протягом періоду, на який надається кредит (грошові фонди). У момент, коли беруть позичку і обумовлюють величину відсотка, обидві сторони діють в умовах невизначеності щодо рівня реальних темпів інфляції та відповідної норми відсотка. Кредитор має право домагатися додаткової премії за інфляційний ризик. Враховуючи це, можна стверджувати, що номінальна норма відсотка дорівнюватиме сумі, що складається з реальної норми відсотка, інфляційної премії (очікуваної інфляції), а також премії за інфляційний ризик (ризик того, що темпи інфляції перевищать очікувані).

Можна подати це формулою:

$$R = R_r + R_i + R_{ir}, \quad (8.5)$$

де R — номінальна норма відсотка; R_r — реальна норма відсотка; R_i — інфляційна премія; R_{ir} — премія за інфляційний ризик.

Численні дослідження свідчать, що ризиком обтяжені всі види цінних паперів (інвестицій): як ті, що дають статус власника (акції), так і ті, що підтверджують існування відносин кредиту (облігації).

Суб'єкти ринку капіталів характеризуються різними пріоритетами і схильністю до ризику. Досить поширена комерційна діяльність (бізнес) дає підстави вважати, що багато осіб схильні брати участь у починаннях з досить невизначеними результатами щодо рівня очікуваного прибутку. Великий інтерес до державних цінних паперів свідчить, у свою чергу, про те, що чималий відсоток осіб, які замість цінних паперів, що мають високу норму сподіваних доходів, але обтяжені високим ступенем ризику, готові задовольнитися нижчим за нормою, але більш певним доходом, тобто цей дохід у дійсності не буде істотно відрізнятися від очікуваного. Незважаючи на те, що пріоритети окремих суб'єктів прийняття рішень суттєво відрізняються, в економічній літерату-

рі поширена думка, що усереднений інвестор неохочий до ризику (спадаюча гранична корисність).

Звідси — висновок: такий інвестор купуватиме цінні папери, обтяжені високим ризиком лише тоді, коли цей ризик буде компенсовано відповідним чином, тобто коли сподівана норма доходу цього папера буде теж високою.

Отже, можна стверджувати, зокрема, що серед різних доступних вкладень раціонально діючий інвестор вибере ті, які:

- при заданому ступені ризику характеризуються вищою нормою очікуваного доходу;
- при заданій нормі очікуваного доходу характеризуються нижчим ступенем ризику.

Враховуючи викладене, можна стверджувати, що рівень норми відсотка, якого прагне інвестор, визначатиметься таким рівнянням [61]:

$$R = R_r + R_i + R_{ir} + R_p, \quad (8.6)$$

де R_p — ризик інвестиційного проекту.

Визначення складових, які входять до формули (8.6), здійснюються різними способами.

Якщо є дані для оцінки коефіцієнта β щодо інвестиційного проекту, то, використовуючи модель рівноваги ринку капіталів (8.4), можна записати

$$R = R_F + \beta(R_M - R_F), \quad (8.7)$$

де R — необхідна норма відсотка; R_F — безпечна норма відсотка; β — коефіцієнт систематичного ризику, пов'язаного з даним видом інвестиційних проектів; R_M — середньоринкова норма відсотка.

Номінальна норма відсотка повинна містити, як про це вже йшлося, так звану інфляційну премію — надбавку до реальної норми відсотка, яка компенсує інфляційне знецінення грошей.

Обчислення номінальної норми відсотка R виконується за допомогою формули, виведеної відомим економістом І. Фішером:

$$R = R_r + i + iR_r. \quad (8.8)$$

Для обчислення номінальної норми відсотка, яка враховує і премію за ризик, і премію за інфляцію [52, 61], використовуючи формулу (8.8), одержимо:

$$R_M = R_{rM} + i + iR_{rM}, \quad (8.9)$$

$$R_F = R_{rF} + i + iR_{rF}, \quad (8.10)$$

де R_M — номінальна середньоринкова норма відсотка; R_{rM} — реальна середньоринкова норма відсотка; i — прогнозовані темпи інфляції; R_F — номінальна безпечна норма відсотка; R_{rF} — реальна безпечна норма відсотка.

Підставляючи R_M та R_F з (8.9) та (8.10) у формулу (8.7), одержимо:

$$R = R_{rF} + i + iR_{rF} + \beta(R_{rM} - R_{rF}) + i\beta(R_{rM} - R_{rF}). \quad (8.11)$$

На практиці здебільшого використовують спрощену формулу, наведену, зокрема в [198, 204, 262, 275]:

$$R = R_{rF} + i + \beta(R_{rM} - R_{rF}). \quad (8.12)$$

Формула (8.12) дає досить прийнятні (наближені) результати лише тоді, коли реальні норми (ставки) відсотка R_{rF}, R_{rM} та особливо темпи інфляції (i) малі, що характерно в останні роки для промислово розвинутих країн з ринковою економікою. Коли ж рівень інфляції значний, то формула (8.12), яку широко використовують деякі автори, дає неправильні (занижені) результати. У ряді праць, зокрема в [262], наводиться така формула:

$$R = R_{rF} + i + iR_{rF} + \beta(R_{rM} - R_{rF}), \quad (8.13)$$

яка дає дещо кращі, але теж занижені результати при високих темпах інфляції.

Розмірковуючи далі, можна стверджувати, що прогнозовані темпи інфляції — це лише точкова оцінка, середнє значення прогнозованої величини. Як відомо, при прогнозуванні, якими б методами ми не користувалися, правильнішим (коректнішим) буде інтервальний підхід (при заданій величині ризику відхилень за межі відповідного інтервалу) [261].

Отже, використовуючи в умовах невизначеності щодо реальних темпів інфляції відповідні методи прогнозування, одержимо як очікувану величину темпів інфляції i , так і надбавку за інфляційний ризик Δi .

Модифікуючи формулу І. Фішера (8.8), можна записати:

$$R = R_r + i + iR_r + \Delta i + R_r \Delta i. \quad (8.14)$$

У результаті міркувань, аналогічних попередньому, замість формули (8.11) одержимо модифіковану формулу для розрахунків номінальної норми відсотка з урахуванням надбавки за інфляційний ризик:

$$R = R_{rF} + i(1 + R_{rF}) + \Delta i(1 + R_{rF}) + \beta(R_{rM} - R_{rF}) + \beta i(R_{rM} - R_{rF}) + \beta \Delta i(R_{rM} - R_{rF}). \quad (8.15)$$

Складові формули (8.15) для розрахунків номінальної, з урахуванням ризику, норми відсотка можна трактувати таким чином:

R_{rF} — реальна безпечна норма відсотка;

$i(1 + R_{rF})$ — премія за інфляцію;

$\Delta i(1 + R_{rF})$ — премія за інфляційний ризик;

$\beta(R_{rM} - R_{rF})$ — премія за ризик інвестиційного проекту;

$\beta i(R_{rM} - R_{rF})$ — синергетична премія за ризик інвестиційного проекту та інфляцію;

$\beta \Delta i(R_{rM} - R_{rF})$ — синергетична премія за ризик інвестиційного проекту та інфляційний ризик.

Окрім того, в багатьох випадках при обчисленні норми відсотка необхідно враховувати також ризик низької ліквідності, яким обтяжені певні активи (об'єкти інвестування). За наявності такого ризику інвестор може вимагати додаткового доходу (прибутку) у вигляді премії за низьку ліквідність R_l . У такому разі формула для обчислення необхідної номінальної норми відсотка поповниться ще одним членом — премією за ліквідність R_l . Тобто замість формули (8.11) маємо:

$$R = R_{rF} + i + iR_{rF} + \beta(R_{rM} - R_{rF}) + \beta i(R_{rM} - R_{rF}) + R_l.$$

Відповідно на величину R_l зміниться і вираз (8.15). Звідси одержимо:

$$R = R_{rF} + i(1 + R_{rF}) + \Delta i(1 + R_{rF}) + \beta(R_{rM} - R_{rF}) + \beta i(R_{rM} - R_{rF}) + \beta \Delta i(R_{rM} - R_{rF}) + R_l. \quad (8.16)$$

З тези про зниження граничної корисності грошових доходів виходить, як уже зазначалося, що більшість людей виявляють неохочість до ризику. Це, в свою чергу, призводить до того, що, купуючи різного роду активи, обтяжені ризиком, інвестори домогатимуться відповідної компенсації.

Активи, обтяжені вищим ступенем ризику, будуть придбані лише тоді, коли норма доходу виявиться відповідно вищою, тобто компенсує високий ступінь ризику.

Зазначимо, що з точки зору підприємства, яке прагне накопичити необхідні фонди для фінансування певних програм (проектів), спосіб їх накопичення впливає на витрати, що їх підприємство повинно понести, користуючись зовнішніми джерелами капіталу. Це, в свою чергу, впливає на ефективність відповідних проектів.

8.3. МЕТОДИ СУБ'ЄКТИВНОЇ ОЦІНКИ КОЕФІЦІЄНТА СИСТЕМАТИЧНОГО РИЗИКУ (β)

Періодичні видання час від часу подають оцінки показників ефективності ринку цінних паперів, але ці дані дозволяють обчислити для будь-якої компанії (фірми, підприємства) в кращому випадку лише досить широкий інтервал можливих значень коефіцієнтів систематичного ризику, тобто:

$$\beta_* \leq \beta \leq \beta^*, \quad (8.17)$$

де $\beta_* \neq \beta^*$.

У такому разі варто скористатися експертними (інтуїтивними) методами прогнозування. Підходити до цього слід досить обережно і розсудливо. Ці методи широко описані в літературі, зокрема у [22, 167, 189, 261, 295].

Поряд з цим доцільним є використання методології та інструментарію сценарного аналізу, який уже набув поширення та описаний у [199, 297].

У застосування сценарного підходу, коли вивчається складна, динамічна, відкрита, керована та неповністю спостережувана (частково прогнозована) система, необхідно описати можливі (ймовірні) напрями її змін у майбутньому кількома (бажано багатьма для подальшого коректного застосування методів математичної статистики) альтернативними варіантами, щоб у межах поставленої змістовної задачі дати якомога повніше уявлення про можливі у майбутньому стани і траєкторії розвитку системи. Ключовим поняттям методології сценарного аналізу є поняття неоднозначності та зумовленого цим ризику.

Після того, як чинники невизначеності, конфліктності та зумовленого ними ризику аналізованої проблеми оцінено у формі різних можливих сценаріїв розвитку відповідних об'єктів, процесів (проектів), можна проводити зіставлення кожної з цих пар сценаріїв, використовуючи вербальну («м'яку») інформацію та відповідні порядкові шкали для встановлення суб'єктивної ймовірності здійснення того чи іншого сценарію. Одна з таких шкал

подається в [3] і використовується в [76, 78, 206]. Якщо в [206] таке зіставлення подається в детермінованій («жорсткій») формі, то в [76] нами пропонується застосовувати методологію і апарат теорії розпливчастих множин, що дозволяє глибше враховувати невизначеність, висуваючи раціональні гіпотези, адекватніше використовувати та оперувати різного роду вербальними даними (судженнями), глибше враховувати ризик. Це дає можливість впорядкувати сценарії за величиною значень функції належності (μ) до розпливчастої (нечіткої) множини (детальніше про це йдеться в [3, 52, 76]). Отже, коли розроблено n сценаріїв і для кожного з них обчислено значення функції належності μ_i ($i = 1, \dots, n$) до розпливчастої множини, то суб'єктивну ймовірність кожного зі сценаріїв ($p_i, i = 1, \dots, n$) можна обчислити за формулою:

$$p_i = \mu_i / \sum_{i=1}^n \mu_i \quad (i = 1, \dots, n). \quad (8.18)$$

Нехай на базі вербальної (експертної) інформації та розпливчастих множин згенерована множина можливих (альтернативних) сценаріїв, оцінені їх ймовірності, одержано прогноз (у формі експертних оцінок) можливих у майбутньому (при реалізації кожного із сценаріїв) значень норми доходу (як випадкової величини) — норми доходу ринку (R_m), компанії (підприємства) (R_k), інвестиційного проекту (R_n). На базі цієї інформації можна обчислити відповідні сподівані значення (математичні сподівання) цих величин (m_m, m_k, m_n), а також їх дисперсію і середньоквадратичні відхилення ($\sigma_m, \sigma_k, \sigma_n$) як оцінки ризику. Можна скористатися й іншими показниками ризику, наведеними у п. 3.2, зокрема SSV .

На базі суб'єктивних (експертних) суджень, за аналогією з формулою для розрахунку коефіцієнта систематичного ризику (β), що обчислюється на базі статистичних даних за минулий період, можна визначити так званий коефіцієнт суб'єктивного систематичного ризику (його оцінку) між нормою доходу ринку і нормою доходу компанії (на підставі експертної інформації). Позначимо його через γ_k :

$$\gamma_k = \text{cov}(R_m, R_k) / \sigma_m^2 = \rho_{mk} \sigma_m \sigma_k / \sigma_m^2 = \rho_{mk} \sigma_k / \sigma_m. \quad (8.19)$$

У разі, коли задано відрізок можливих значень β (8.17), можна застосувати процедуру проектування, що дає змогу одержати відкориговане значення коефіцієнта суб'єктивного систематичного ризику компанії (підприємства) (β_k):

$$\hat{\beta}_k = \begin{cases} \beta_*, & \text{якщо } \gamma_k > \beta_*; \\ \gamma_k, & \text{якщо } \beta_* \leq \gamma_k \leq \beta^*; \\ \beta^*, & \text{якщо } \gamma_k > \beta^*. \end{cases} \quad (8.20)$$

Аналогічно можна обчислити і коефіцієнт суб'єктивного систематичного ризику інвестиційного проекту (γ_{Π}).

Зазначимо, що в обчисленні $\hat{\beta}$ доцільно використовувати експертні методи прогнозування, які можуть давати оцінки досліджуваних економічних показників при кожному можливому стані середовища у вибраних для цього штучних шкалах. Для цього можливе застосування рейтингових методів і відповідних процедур [83].

Коли визначено значення суб'єктивної ймовірності кожного сценарію, то можна перейти до обчислення коефіцієнта суб'єктивного систематичного ризику (γ), беручи за міру ризику не лише середньоквадратичні відхилення, як це пропонувалося за формулою (8.19), але й послуговуючись іншими оцінками. Так, можуть бути використані оцінки ризику, подані у п. 3.2, де враховуються лише несприятливі відхилення норми доходу від сподіваної величини, тощо.

У сценарному аналізі може йтися, зокрема, про центральний (базовий) сценарій. При цьому за міру ризику доречним є використання оцінки ризику, що дорівнює значенню квадратного кореня з суми квадратів відхилень (чи лише несприятливих відхилень) від базового сценарію. Слушним, на нашу думку, може бути і застосування як оцінки ступеня ризику квадратного кореня з суми квадратів несприятливих відхилень значень норми доходу від моди (M_O) цієї дискретної випадкової величини (SSV_O) (див. п. 3.2).

У такому разі оцінку коефіцієнта суб'єктивного систематичного ризику (γ_{1k}) можна знайти, обчислюючи його за формулою:

$$\gamma_{1k} = \frac{\gamma_{mk} SSV_{OK}}{SSV_{OM}}, \quad (8.21)$$

де ρ_{mk} — коефіцієнт кореляції норми доходу ринку та норми доходу компанії; SSV_{OK} — корінь квадратний з суми квадратів несприятливих, зважених за суб'єктивною ймовірністю, відхилень норми доходу компанії (згідно з i -м сценарієм) від норми її доходу з максимальною суб'єктивною ймовірністю; SSV_{OM} — корінь квадратний з суми квадратів несприятливих, зважених за суб'єктивною ймовірністю, відхилень норми доходу ринку (згідно з i -м сценарієм) від норми доходу з максимальною суб'єктивною ймовірністю.

Аналогічно, як і у попередньому випадку (при обчисленні γ_{1k}), можна розрахувати оцінку коефіцієнта суб'єктивного систематичного ризику (γ_{2k}), беручи за точку відліку середньгеометричну норми доходу по всіх альтернативних сценаріях [78].

Також має сенс у використанні певної раціональної системи гіпотез як міру ризику використовувати й величину W :

$$W = \sum_{i=1}^n \frac{p_i d_i}{\sigma}, \quad (8.22)$$

де

$$d_i = \begin{cases} 0, & \text{якщо } R_i \geq m; \\ m - R_i, & \text{якщо } R_i < m, \end{cases} \quad (8.23)$$

m — математичне сподівання випадкової величини R .

Тоді оцінку коефіцієнта суб'єктивного ризику (γ_{3k}) можна обчислювати за формулою [77]:

$$\gamma_{3k} = \frac{\rho_{mk} W_k}{W_m}, \quad (8.24)$$

де W_k , W_m — обчислювані за формулою (8.22) величини оцінки ступеня ризику прогнозованої норми доходу компанії і ринку відповідно.

Нарешті, оцінку коефіцієнта суб'єктивного систематичного ризику можна обчислювати згідно з формулою:

$$\gamma_{4k} = \frac{\rho_{mk} z_k}{z_m}, \quad (8.25)$$

де

$$z_k = \frac{\sum_{i=1}^n p_i S_{ki}}{\sum_{i=1}^n p_i |R_{ki}|}, \quad (8.26)$$

$$S_{ki} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } R_{ki} \geq m_k; \\ |R_{ki}|, & \text{якщо } R_{ki} < m_k. \end{cases} \quad (8.27)$$

Величини S_{mi} та z_m обчислюються аналогічно.

Оцінками коефіцієнта суб'єктивного ризику можуть служити також величини, які обчислюються аналогічно тому, як це здійснюється для розрахунку оцінок γ_{3k} , γ_{4k} , якщо за точку відліку (замість сподіваних величин) обрати зважену середньгеометричну моду, або враховувати несприятливі, більші за певний (зада-

ний) рівень відхилення від величини, обраної за базу, одержані на базі згенерованих сценарних даних та з урахуванням суб'єктивної ймовірності цих сценаріїв тощо.

За оцінку коефіцієнта суб'єктивного систематичного ризику можна приймати і величину γ_0 , яка є лінійною комбінацією деяких з наведених оцінок та котру можна обчислювати, користуючись таким виразом:

$$\gamma_0 = \sum_{l=1}^L k_l \gamma_l, \quad (8.28)$$

де L — кількість окремих коефіцієнтів суб'єктивного систематичного ризику, котрі обчислюються відповідно до наведених міркувань і беруться до уваги; γ_l — прийняті до уваги коефіцієнти суб'єктивного систематичного ризику $l = 1, \dots, L$; k_l — відповідні вагові коефіцієнти $l = 1, \dots, L$.

Величини k_l ($l = 1, \dots, L$) можуть бути обчислені на базі вербальної («м'якої») інформації, використовуючи, зокрема, теорію розпливчастих множин [3, 52, 51]. При цьому приймається, що

$$\sum_{l=1}^L k_l = 1.$$

Значення коефіцієнтів суб'єктивного систематичного ризику $\hat{\beta}_0$ обираються (коригуються) згідно з процедурою проектування (формула (8.20)).

За яких умов та при застосуванні якої раціональної системи гіпотез, які з наведених оцінок коефіцієнтів суб'єктивного систематичного ризику слід обирати, вирішується не просто. Для цього необхідні додаткові дослідження та відповідний досвід (статистичні дані чи вербальні судження) щодо їх практичного використання.

8.4. УРАХУВАННЯ РИЗИКУ В СТРАТЕГІЧНОМУ МЕНЕДЖМЕНТІ

8.4.1. Загальні засади стратегічного менеджменту

В умовах зростаючої конкуренції, науково-технічного прогресу, динамізму, нестаціонарності зовнішнього стосовно компанії (фірми, підприємства) економічного середовища, тенденції до скорочення життєвого циклу продукції (послуг) і пов'язаної з цим гострої необхідності розвивати у країні інвестиційну (інно-

ваційну) діяльність, система стратегічного менеджменту може забезпечити компанії (підприємству) довгостроковий ринковий успіх [122, 143]. Бізнесменом (менеджером, управлінською командою), як правило, розробляється кілька альтернативних стратегій, з яких необхідно вибрати одну за допомогою багатьох критеріїв (цілей). Зокрема, можна говорити про такі цілі, як розширення частки компанії (фірми) на ринку, мінімізація витрат на технічне переоснащення (впровадження новітніх технологій), створення іміджу виробника якісної продукції (послуг) тощо [275].

Необхідно зазначити, що формування програми розвитку компанії, її стратегії у середньо- і довгострокових періодах умовно поділяють на три етапи. Перший охоплює діяльність, яка має на меті пошук ефективних інвестиційних проектів, збір необхідної інформації та оцінку їх ефективності, ризику і порівняння, а також вибір тих з них, які максимізують теперішню дисконтовану інтегровану вартість компанії (фірми). Тобто на цьому етапі приймаються рішення, що стосуються величини та структури активів з урахуванням їх ризику.

Другий етап стосується рішень щодо джерел фінансування інвестиційної програми, тобто рішень стосовно формування структури капіталу компанії.

Предметом третього етапу є комплексний інвестиційний і фінансовий план. Аналізуючи зв'язки між інвестиційними та фінансовими рішеннями, необхідно мати на увазі, що односторонній підхід до привабливих інвестиційних проектів як головного компонента не завжди приводить до найкращих результатів, бо може спричинити проблеми з їх фінансуванням, які, в свою чергу, можуть навіть загрожувати банкрутством.

Не останньою метою для компаній повинно бути досягнення врівноваженого довгострокового зростання їх вартості за умови оптимального (допустимого) ступеня ризику. Компанія, яка прагне уникнути фінансових клопотів, мусить дотримуватись відповідної політики, пов'язаної з досягненням допустимого (оптимального) ступеня ризику фінансування програми свого розвитку і користуватись при цьому як внутрішніми, так і зовнішніми джерелами фінансування.

Оцінка інвестиційної стратегії компанії (фірми) може формуватись на підставі цілої низки критеріїв, виходячи з її загальної стратегічної спрямованості. Зокрема, її здійснюють на основі таких критеріїв [25, 140]:

- узгодженість інвестиційної стратегії із загальною стратегією економічного розвитку компанії. При цьому досліджується

узгодженість цілей, спрямованості та етапів реалізації цих стратегій;

- внутрішня збалансованість інвестиційної стратегії. Під час цієї оцінки визначається, наскільки узгоджені між собою окремі стратегічні цілі і спрямованість інвестиційної діяльності, а також послідовність їх виконання;

- узгодженість інвестиційної стратегії із зовнішнім середовищем. Оцінюється, наскільки інвестиційна стратегія відповідає прогнозованим змінам економічного розвитку в цілому, а також кон'юктурі інвестиційного ринку;

- здійсненність інвестиційної стратегії з урахуванням наявного ресурсного потенціалу.

Отже, насамперед розглядаються:

- потенційні можливості компанії з формування фінансових ресурсів за рахунок власних джерел. Розглядається також можливість залучення до реалізації інвестиційної стратегії необхідних фінансових, технологічних, сировинних, енергетичних та інших ресурсів;

- допустимість ступеня ризику, пов'язаного з реалізацією інвестиційної стратегії. Розглядаються ступені основних ризиків і можливі (випадкові) небажані фінансові наслідки для компанії;

- результативність інвестиційної стратегії. Оцінка результативності інвестиційних програм базується передусім на визначенні економічної ефективності їх реалізації. Оцінюються також і позаекономічні результати (зростання іміджу компанії, поліпшення умов праці її працівників; підвищення рівня обслуговування клієнтів тощо).

Таким чином, розробка інвестиційної стратегії дозволяє прийняти ефективне управлінське рішення, пов'язане з розвитком компанії, в умовах динамічності та невизначеності (неоднозначності) зовнішніх і внутрішніх чинників (тобто в умовах ризику), які визначають цей розвиток [52].

8.4.2. Різні аспекти врахування ризику

Ризик інвестиційних проектів можна розглядати, застосовуючи три методичних підходи [53]. По-перше, ризик певного проекту можна аналізувати окремо, без урахування його зв'язків з рештою активів (майна), об'єктів, що їх має компанія (фірма), для якої цей проект власне розробляється. По-друге, ризик проекту можна аналізувати в контексті ризику тих коштів, які вже має ця фірма, та впливу проекту, що аналізується, на ризик фірми

в цілому (ефект портфеля, що розглядається в межах активів, майна фірми). По-третє, ризик проекту може бути аналізованим у контексті ризику ринку та можливостей формування окремих пакетів (портфелів) вкладень (активів) окремими інвесторами (акціонерами фірми). Необхідно зауважити, що окремі інвестиційні проекти можуть характеризуватися відносно високим ступенем ризику, якщо розглядати їх відокремлено. Водночас вони можуть бути проектами з прийнятним ступенем ризику з погляду ризику фірми в цілому чи ризику ринку, якщо підійти до цього з позицій диверсифікації.

Згідно з наведеною моделлю рівноваги ринку капіталів, для акціонера суттєвим є лише систематичний (ринковий) ризик, бо ступінь специфічного ризику він може знизити, відповідним чином формуючи свій портфель активів. У зв'язку з цим можна поставити запитання: чи доцільно аналізувати ризик фірми, якщо для акціонера важливим є лише ризик ринку? Відповідь на це запитання, на нашу думку, може бути позитивною — оцінка ризику інвестиційних проектів та їх вплив на ризик фірми є одним з найважливіших елементів у методиці оцінки окупності цих проектів. Підкреслимо ще раз, що необхідність урахування ризику випливає з кількох міркувань.

Найважливіші з них розглянемо детальніше.

По-перше, доки фірма виступить на ринку капіталів з попитом на кошти, необхідні їй для фінансування власної інвестиційної програми, аналіз та оцінка ступеня ризику є необхідною умовою для правильного обчислення грошового потоку доходів і затрат, пов'язаних з реалізацією передбачуваних інвестиційних проектів, і, відповідно, для визначення чистої теперішньої вартості цих починань. Якщо доходи і затрати фірми, які матимуть місце у майбутньому, розглядати як випадкові змінні величини, то цей факт повинен бути врахований в обчисленні ефективності. Помилки в оцінці можливих величин доходів і затрат можуть призвести або до відхилення ефективних проектів, або ж до прийняття таких, що мають значно нижчу (чи від'ємну) чисту теперішню вартість.

По-друге, акціонер фірми має можливість формувати портфель своїх вкладень (який складається з акцій різних фірм, товарів), у зв'язку з чим ризик окремих акцій оцінюється не безпосередньо, а через їх вплив на загальний ризик портфеля. Акції кількох фірм, кожна з яких може характеризуватися відносно високим ступенем ризику, можуть бути інвестиціями, що є складовими певного портфеля з середнім або навіть низьким ступенем ризику, якщо вони входять до складу раціонально чи оптимально сформованого портфеля.

По-третє, детальний аналіз інвестиційних проектів з погляду ризику дає можливість побачити слабкі сторони цих проектів, що можуть зумовити значні збитки у ході їх реалізації і подальшого виконання. Встановлення цих чинників є обов'язковою умовою правильного визначення доходів (ефектів), що відповідно може впливати на величину чистої теперішньої ринкової вартості проекту (фірми). Якщо в результаті такого аналізу виявиться, що чиста теперішня вартість аналізованого проекту є від'ємною величиною, то такий проект потрібно відхилити. Окрім того, такий аналіз може вказати на необхідність додаткових заходів для ліквідації певних недоліків (наприклад, необхідність кращої реклами, зміни споживчих якостей виробів, які можуть бути реалізовані в результаті виконання проекту, вибір стабільніших джерел постачання матеріалами, напівфабрикатами, підвищення кваліфікації працівників тощо).

На практиці для оцінки ризику інвестиційних проектів використовують різні методи, зокрема, описані в розд. 3. Аналізуючи проблему ризику, пов'язаного з інвестиційними проектами на існуючих компаніях (фірмах, підприємствах), варто звернути увагу на «ефект портфеля» [81]. Суть цього ефекту полягає в тому, що в межах певної компанії (фірми) існують різні види діяльності (виготовляються різні товари), в зв'язку з чим усі активи підприємства можуть бути (умовно) розподілені відповідно до різних видів діяльності. Тобто все підприємство можна (умовно) трактувати як портфель (пакет), що складається з різних активів. Окремі складові цього пакета можуть мати різну вразливість доходів щодо ймовірної зміни умов господарювання. Якщо випадкові зміни норми доходу таким чином окреслених складових пакета не дуже щільно додатньо корельовані між собою, то навіть тоді, коли окремі складові цього пакета характеризуються високою мінливістю норми доходу (високим ступенем ризику), весь портфель може мати помірковану мінливість (невисокий ризик). Залежність між ризиком інвестиційних проектів і ризиком компанії (фірми) можна аналізувати та обчислювати, користуючись спрощеною методикою (поданою в [77, 198]), відпрацьованою в межах класичної моделі рівноваги ринку капіталів (CAPM).

Але аналіз ризику проекту в контексті ризику компанії не вичерпує всієї проблеми. Необхідно враховувати також і середньоринковий ризик. Як про це йдеться, зокрема, в [198], рівняння, що виражає співвідношення між сподіваною нормою доходу власного капіталу (акції) компанії (m_{EK}^1) та середньоринковою нормою доходу (m_M), виражається формулою:

$$m_{EK}^I = m_F + (m_M - m_F)\beta_K^{(I)}, \quad (8.29)$$

де m_F — сподівана норма доходу від активів (цінних паперів), не обтяжених ризиком; m_M — середньоринкова сподівана норма доходу; $\beta_K^{(I)}$ — коефіцієнт систематичного ризику, що є характерним для даної компанії (фірми).

Якщо в структурі капіталу компанії є борг, котрий становить певну частку (x_B) відносно всіх її фінансових джерел, і норма його відсотка становить $R_B\%$, а норма податків на дохід — частку від одиниці (T), то можна обчислити середньозважену вартість капіталу (витрати формування капіталу) даної компанії ($m_{AK}^{(I)}$):

$$m_{AK}^{(I)} = x_B R_B (1 - T) + (1 - x_B) m_{EK}^{(I)}. \quad (8.30)$$

Величина $m_{AK}^{(I)}$ означає, що інвестори були б схильні вкладати гроші в фінансування інвестиційних проектів, пов'язаних з даною компанією (фірмою), лише тоді, коли ці інвестиції приносять норму доходу, яка не менша, ніж $m_{AK}^{(I)}$, а ступінь ризику, що ним обтяжені ці інвестиції, буде на рівні ступеня ризику, яким була обтяжена ця компанія досі (тобто, коефіцієнт бета проекту (β_Π) буде не більшим за коефіцієнт бета компанії ($\beta_K^{(I)}$)).

Якщо прийняти гіпотезу, згідно з якою компанія трактується як певний портфель активів, а її коефіцієнт $\beta_K^{(I)}$ є середньозваженим окремих складових цього портфеля активів, то прийняття до реалізації певного інвестиційного проекту, для котрого, наприклад, коефіцієнт β_Π є більшим, ніж $\beta_K^{(I)}$, призведе до зростання коефіцієнта систематичного ризику компанії. Це, в свою чергу, зумовить підвищення вартості власного капіталу компанії. Подібне збільшення також залежатиме від величини (частки) капіталу, пов'язаної з даним проектом.

Відоме таке рівняння (див. [81], формула (4.62)):

$$\beta_K^{(2)} = (1 - x_\Pi) \beta_K^{(I)} + x_\Pi \beta_\Pi, \quad (8.31)$$

де $\beta_K^{(2)}$ — коефіцієнт систематичного ризику компанії після прийняття (реалізації) інвестиційного проекту; x_Π — частка (питома вага) капіталу компанії, пов'язаного з даним проектом; $\beta_K^{(I)}$ — коефіцієнт систематичного ризику компанії до прийняття

інвестиційного проекту; β_{π} — коефіцієнт систематичного ризику інвестиційного проекту.

Сподівана вартість власного капіталу компанії, у свою чергу, дорівнюватиме згідно з (8.29):

$$m_{EK}^{(2)} = m_F + (m_M - m_F)\beta_K^{(2)},$$

а середньозважена вартість капіталу ($m_{EK}^{(2)}$) за умови, що його структура не змінюється, обчислюється за формулою (8.30), а саме:

$$m_{AK}^{(2)} = x_B R_B (1 - T) + (1 - x_B) m_{EK}^{(2)}.$$

Тобто, інвестори домагатимуться того, щоб середня норма доходу була не нижчою, ніж $m_{AK}^{(2)}$. Якщо компанії не вдасться реалізувати це на практиці, то її ринкова вартість знижуватиметься.

Необхідну сподівану норму доходу від інвестиційного проекту, що його здійснює ця конкретна компанія, легко обчислити, користуючись співвідношенням [77]:

$$x_{\pi} m_{A\pi} + (1 - x_{\pi}) m_{AK}^{(1)} = m_{AK}^{(2)}, \quad (8.32)$$

з (8.32) одержимо:

$$m_{A\pi} = [m_{AK}^{(2)} - (1 - x_{\pi}) m_{AK}^{(1)}] / x_{\pi}. \quad (8.33)$$

Отже, новий інвестиційний проект, що реалізується певною компанією, повинен приносити сподівану величину норми доходу на рівні не меншому, ніж величина $m_{A\pi}$, щоб реалізувати ту величину сподіваної норми доходу ($m_{AK}^{(2)}$) (не меншу), котру прагнутимуть мати (якої домагатимуться) інвестори в разі зміни величини коефіцієнта систематичного ризику цієї компанії з $\beta_K^{(1)}$ до $\beta_K^{(2)}$, а також для уникнення зменшення ринкової вартості цієї компанії. Зауважимо, що обчислити величину $m_{A\pi}$ можна також за допомогою такого простого алгоритму:

Крок 1. Обчислюємо сподівану величину вартості власного капіталу інвестиційного проекту ($m_{E\pi}$), знаючи величину коефіцієнта систематичного ризику (β_{π}), яким обтяжений цей проект:

$$m_{E\pi} = m_F + (m_M - m_F)\beta_{\pi}. \quad (8.34)$$

Крок 2. Обчислюємо сподівану зважену вартість капіталу інвестиційного (інноваційного) проекту ($m_{АП}$), що його реалізує певна компанія з відповідною структурою капіталу:

$$m_{АП} = x_B R_B (1 - T) + (1 - x_B) m_{ЕП}. \quad (8.35)$$

8.4.3. Оцінка інвестиційних проектів з урахуванням ризику

Оцінка інвестиційних проектів вимагає проведення детального аналізу, збирання великої кількості інформації та виконання відповідних обчислень і має на меті насамперед зниження до прийнятних меж ступеня ризику інвестування, який завжди має місце в умовах динамічності, нестабільності, невизначеності. Пропонуються кілька різних методів оцінки ефективності інвестиційних проектів [25, 81, 87, 143, 157, 227, 267, 291], задля якої використовуються, окрім загальноприйнятих показників ефективності, специфічні, притаманні саме оцінці інвестицій.

На практиці найбільше використовуються такі показники:

- чистий потік грошових коштів;
- період окупності інвестицій;
- чиста (нетто) теперішня вартість;
- внутрішня ставка (норма) доходу;
- індекс прибутковості.

1. *Чистий (нетто) потік грошових коштів* — це різниця між очікуваними надходженнями за певний період та видатками.

Чистим (нетто) потоком грошових коштів від проекту (NCF) є потік, який визначається таким чином:

NCF = нетто прибуток проекту + амортизаційні відрахування.

2. *Період окупності інвестицій* — це кількість років T_0 , необхідна для компенсації видатків, вкладених у реалізацію проекту, доходами, одержаними за період його експлуатації. Серед розглядуваних варіантів інвестування найефективнішим буде той варіант, для якого період окупності інвестицій є найкоротшим.

Для його розрахунку використовується такий вираз:

$T_0 = n + \tau$, а $n + \tau$ визначається з умови

$$-I + \sum_{t=1}^{n+\tau} \frac{CF_t}{(1+R)^t} = 0,$$

де n — кількість років, τ — дробна частина року, I — початкові інвестиції, CF_t — очікуваний (нетто) потік (різниця між доходами

та видатками з урахуванням амортизації) в t -му році, R — норма (ставка) дисконту з урахуванням різниці ризиків інфляції.

Зазначимо, що ті проекти, по яких видатки повертаються раніше, обтяжені меншим ризиком з погляду непевності (невизначеності) поведінки зовнішнього економічного середовища, ніж проекти, в яких видатки повертаються у віддаленіші періоди (точність прогнозів на тривалий період, як відомо, зменшується). Цей показник, обчислений з використанням дисконтованої очікуваної величини потоку доходів (у грошовій формі), тобто з урахуванням вартості грошей у часі (ризиків та інфляції), дає реальніші показники стосовно періоду окупності інвестицій.

3. *Чиста (нетто) теперішня вартість* дозволяє враховувати чинник часу і відображає інтереси власників компаній (фірм). Якщо теперішня нетто-вартість інвестиційного проекту є додатною величиною, то цей проект призведе до зростання вартості фірми і в результаті — до збільшення майнового стану, який посідатимуть власники фірми.

Чиста теперішня вартість інвестиційних проектів обчислюється за формулою:

$$NPV = -I \sum_{t=1}^T CF_t / (1+R)^t, \quad (8.36)$$

де NPV — чиста (нетто) теперішня (поточна) вартість; CF_t — очікуваний (нетто) потік (різниця між доходами та видатками) в t -му році; I — початкові інвестиції, T — кількість років, прийнята до розрахунку; R — норма (ставка) дисконту з урахуванням ризиків та інфляції [61].

Зазначимо, що для прийняття раціональних рішень необхідно скористатися концепцією та інструментарієм теорії портфеля, якщо йдеться про інвестиційну програму, яка складається з кількох інвестиційних проектів [81].

4. *Внутрішня ставка (норма) доходу* — це така норма відсотка (доходу), за якої чиста теперішня вартість розглядуваного інвестиційного проекту дорівнює нулю. Інакше кажучи, внутрішня норма доходу — це така норма дисконту R , яка зрівнює дисконтований потік доходів (у грошовому виразі) з величиною інвестиційних витрат, тобто за якої виконується умова:

$$NPV = \sum_{t=0}^T CF_t / (1+R)^t = \sum_{t=0}^T CF_t / (1+IRR)^t = 0, \quad (8.37)$$

де IRR — внутрішня норма (ставка) доходу.

Згідно з цим критерієм до реалізації повинні бути допущені всі ті проекти, для яких величина внутрішньої ставки доходу перевищує вартість капіталу, необхідного для фінансування цих інвестиційних проектів.

Зазначимо, що в деяких випадках показники чистої теперішньої вартості та внутрішньої ставки доходу можуть призвести до різних оцінок. Розбіжності результатів оцінки проектів за допомогою внутрішньої ставки доходу (відсотка) та чистої теперішньої вартості мають місце частіше за все в двох випадках, а саме коли:

- вартості реалізації (інвестування) окремих проектів суттєво відмінні;
- існує істотна різниця відносно розкладу в часі потоків грошових доходів і видатків, пов'язаних з окремими інвестиційними проектами (варіантами).

5. *Індекс прибутковості* — це показник, який дозволяє оцінювати ефективність інвестиційних проектів, що розглядаються. Він дорівнює відношенню чистої теперішньої вартості потоку доходів, що будуть одержані, до теперішньої вартості потоку затрат, які необхідні для реалізації цього проекту:

$$KP = \sum_{t=0}^T CIF_t / (1 + R)^t / \sum_{t=0}^T COF_t / (1 + R)^t, \quad (8.38)$$

де KP — індекс прибутковості; CIF — чистий потік грошових доходів, що можуть бути одержані у разі реалізації проекту (він складається з прибутків та амортизаційних відрахувань); COF — затрати, необхідні для реалізації інвестиційного проекту; T — розглядуваний період часу (роки); R — норма дисконту (доходу) з урахуванням ризиків.

Ті проекти, для яких індекс прибутковості більший від одиниці ($KP > 1$), повинні бути допущені до реалізації. Серед взаємовиключаючих проектів до реалізації слід вибрати той, який характеризується більшою величиною показника прибутковості.

Аналізуючи різні показники та висуваючи різні раціональні гіпотези, які, можливо, матимуть місце на практиці у майбутньому, можна здійснити всебічний аналіз різних наявних альтернативних інвестицій (стратегій, варіантів). Має сенс скористатися одним з методів багатокритеріального аналізу та оптимізації.

На практиці, як правило, необхідно вибрати один з m попередньо сформованих (згенерованих) альтернативних інвестиційних проектів (варіантів проекту). Позначимо їх через Π_i , $i = 1, \dots, m$. Вибір цей обтяжений ризиком, зокрема зумовленим множинністю критеріїв (показників ефективності проектів), суперечністю результатів вибору проекту по кожному з цих показників.

Щоб зробити суб'єктивізм вибору меншим, а ризик — прийнятним, можна скористатися наведеним у п. 5.4 алгоритмом РМАІ для інтелектуальної підтримки прийняття рішень на підставі вербальних оцінок [51, 87].

Багаторівнева ієрархічна структура, сформована згідно з правилами цього алгоритму, подана на рис. 8.1.

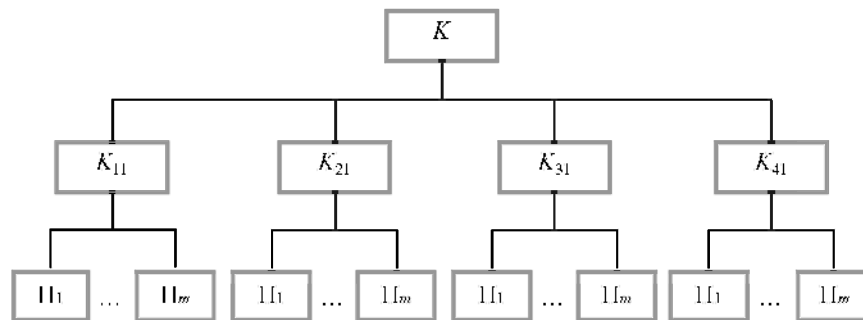


Рис. 8.1. Ієрархічна структура для вибору інвестиційного проекту

Позначення:

рівень 0: K — узагальнений (інтегрований) критерій ефективності інвестиційного проекту;

рівень 1: K_{11} — чистий потік грошових коштів; K_{21} — період окупності інвестицій; K_{31} — чиста (нетто) теперішня вартість; K_{41} — індекс прибутковості;

рівень 2: Π_i , $i = 1, \dots, m$ — альтернативні інвестиційні проекти (варіанти проекту), один з яких необхідно обрати для реалізації.

Зазначимо, що, крім наведених вище деталізованих критеріїв (K_{j1} , $j = 1, \dots, 4$), можуть використовуватись й інші показники ефективності проектів, коли це має сенс.

У застосуванні алгоритму, наведеного в п. 5.4, можливе використання різних методик.

1. Проводячи зіставлення (порівняння) кожної пари деталізованих критеріїв ($K_{jl}, j = 1, \dots, 4$) з погляду узагальненого критерію ефективності інвестиційних проектів (K) та використовуючи для цього якісні (вербальні, лінгвістичні) оцінки разом з їх порядковими шкалами і розпливчастими множинами (згідно з методикою і алгоритмом, наведеним у п. 5.4, можна побудувати матрицю їх попарних порівнянь і зрештою впорядкувати критерії $K_{jl}, j = 1, \dots, 4$ відповідно значень функції належності ($\mu(K_{jl}), j = 1, \dots, 4$). Це дозволяє встановити суб'єктивні вагові коефіцієнти ($u_j, j = 1, \dots, 4$) кожного з деталізованих критеріїв:

$$u_j = \mu(K_{jl}) / \sum_{j=1}^4 \mu(K_{jl}), \quad j = 1, \dots, 4. \quad (8.39)$$

Проблема прийняття багатоцільових рішень характеризується трьома чинниками $\{v, u, w\}$, де v — метод нормалізації; u — співвідношення пріоритету; w — критерій згортки.

Нормалізація застосовується для переходу до порівняльних шкал у значеннях критеріїв (показників) оцінювання. Так, зручно обрати природну нормалізацію, лінійний метод урахування пріоритету і критерій сумарної ефективності. Якщо $K_{jl}^i, i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, 4$ — відповідні значення ефективності i -го інвестиційного проекту згідно з j -м показником, то, застосувавши природну нормалізацію, перейдемо до нових показників ефективності, значення яких ($\hat{K}_{jl}^i$) обчислюється за формулою:

$$\hat{K}_{jl}^i = (K_{jl}^i - \min_{i=1, m} K_{jl}^i) / (\max_{i=1, m} K_{jl}^i - \min_{i=1, m} K_{jl}^i), \quad (8.40)$$

$$i = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, 4.$$

Значення критерію згортки (K_1^i) деталізованих критеріїв можна подати у вигляді:

$$K_1^i = \sum_{j=1}^4 u_j \hat{K}_{jl}^i, \quad i = 1, \dots, m, \quad (8.41)$$

згідно з якими і вибирається найкращий Π_{i_0} інвестиційний проект з альтернативних варіантів $\Pi_i, i = 1, \dots, m$.

2. Зручнішим, на наш погляд, є перехід до якісної (вербальної, «м'якої») інформації і порівняння інвестиційних проектів Π_i , $i = 1, \dots, m$ з позицій кожного з деталізованих критеріїв (рис. 8.1) без огляду на те, що при цьому здійснюється перехід від кількісних значень кожного з показників до якісних оцінок (шкалюється наявна числова інформація).

Побудувавши відповідні матриці попарних порівнянь (здійснити це, маючи кількісну інформацію, не проблема), можна за допомогою розпливчастого методу аналізу ієрархій [51] розташувати множину альтернативних проектів (варіантів проекту) відповідно до значень функції належності кожного з них $\mu(\Pi_i)$, $i = 1, \dots, m$ і обрати той проект Π_{i_0} , для якого $\mu(\Pi_{i_0}) = 1$.

3. Для повнішого врахування невизначеності та зумовленого цим ризику необхідно взяти до уваги й те, що в процесі обчислень показників ефективності інвестицій, зокрема згідно з обраними показниками, використовуються такі важко прогнозовані чинники, що спричиняють ризик, як темпи інфляції, ціни, попит тощо. На нашу думку, в цьому разі є сенс скористатися методологією та інструментарієм сценарного аналізу, описаного в [87, 297]. Тут пропонується таке формулювання задачі щодо побудови сценаріїв. Вивчається складна, динамічна, відкрита, керована, не повністю спостережувана економічна система. Необхідно описати можливі напрями її змін кількома (бажано багатьма) варіантами так, щоб у рамках поставленої змістовної задачі дати найповніше уявлення щодо можливих станів і траєкторій розвитку системи. Тобто сценарний підхід передбачає проведення множини альтернативних суджень і обчислень відповідних значень наведених вище показників ефекту та ефективності інвестиційних проектів на підставі даних, що відповідають різним можливим (імовірним) варіантам розвитку економічного середовища стосовно розглядуваної множини проектів.

Використовуючи запропонований у [76] і поданий у п. 5.5 методологічний підхід та ігровий розпливчастий метод аналізу ієрархій (IPMAI), можна здійснити відповідний вибір. Позначимо через $\theta_s \in \Theta$, $s = 1, \dots, S$ множину станів економічного середовища (сценаріїв), яке може перебувати лише в одному з цих станів. Для встановлення суб'єктивної ймовірності здійснення того чи іншого сценарію можна скористатися судженнями експертів і, застосувавши розпливчастий метод аналізу ієрархій, отримати для кожного сценарію значення функції належності $\mu(\theta_s)$, $s = 1, \dots, S$.

Потім — встановити значення суб'єктивної ймовірності $p(\theta_s)$ кожного зі сценаріїв:

$$p_s = p(\theta_s) = \mu(\theta_s) / \sum_{s=1}^S \mu(\theta_s), \quad s = 1, \dots, S. \quad (8.42)$$

Оскільки поведінка людини (експерта, суб'єкта ризику) в процесі прийняття рішення залежить від ситуації, в якій воно приймається, то зрозуміло, що в кожному сценарії можуть міститися різні судження як у разі зіставлення (порівняння) кожної пари деталізованих критеріїв ($K_{j1}, j = 1, \dots, 4$) з погляду узагальненого (інтегрального) критерію ефективності інвестиційних проектів K , так і при порівнянні кожної пари з множини інвестиційних проектів ($\Pi_i, i = 1, \dots, m$) з погляду кожного з деталізованих критеріїв. Отже, для кожного зі сценаріїв ($\theta_s, s = 1, \dots, S$) будуть отримані відповідні значення оцінок функції належності кожного з проектів, тобто $\mu_{is} = \mu(\Pi_i, \theta_s), i = 1, \dots, m, s = 1, \dots, S$. У розгорнутій формі — аналогічно ([76], п. 5.5) ситуація прийняття рішень характеризується матрицею:

$$\mu = \begin{pmatrix} & \Theta_1 & \Theta_2 & \dots & \Theta_S \\ \Pi_1 & \mu_{11} & \mu_{12} & \dots & \mu_{1S} \\ \Pi_2 & \mu_{21} & \mu_{22} & \dots & \mu_{2S} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Pi_m & \mu_{m1} & \mu_{m2} & \dots & \mu_{mS} \end{pmatrix}.$$

Коли для всіх виділених сценаріїв $\theta_s, s = 1, \dots, S$ існує домінуюча стратегія Π_i , тобто такий інвестиційний проект, для якого: $\mu_{\Pi_i} = 1$, для усіх $s = 1, \dots, S$, то його й необхідно обирати. Ця стратегія забезпечує мінімальний ризик. Якщо ж такого проекту немає серед розглядуваної множини варіантів, то, маючи значення $p_s, s = 1, \dots, S$, за допомогою теоретико-ігрової моделі, застосовуючи один з показників чи кілька показників кількісної оцінки ризику, можна здійснити впорядкування множини альтернативних інвестиційних проектів та обрати найкращий з них, використовуючи для цього методологію й алгоритм, наведені у п. 5.5.

Зазначимо, що суб'єктивну (наближену) оцінку коефіцієнта систематичного ризику (β), який фігурує у формулі (8.29) чи в (8.34), можна здійснити також, застосовуючи ігровий розпливчастий метод аналізу ієрархій на підставі вербальної («м'якої») інформації.

4. Формування інвестиційних портфелів доцільно здійснювати, використовуючи неокласичний підхід. Формуючи інвестиційний портфель, важливо мати на увазі те, що закони ринкової економіки вимагають постійного обігу коштів (капіталу) [112] з урахуванням платоспроможності. У цих умовах визначення фінансової стійкості, маневреності компанії (фірми), допустимого (раціонального, оптимального) ступеня ризику, яким вона обтяжена (важливими ознаками чого є, зокрема, її платоспроможність), наявності ресурсів для стійкого розвитку належить до найважливіших не лише фінансових, а й загальноекономічних проблем.

8.5. МОДЕЛЬ ВИБОРУ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПРОЕКТУ З МНОЖИНИ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВАРІАНТІВ

Існують численні методи аналізу ризиків, що дозволяє інвестору (керівництву підприємства) приймати раціональні рішення в умовах невизначеності. Але ці методи ще не містять жорстко обґрунтованих правил. Це пояснюється, зокрема, тим, що опрацьовані на даний час методи аналізу ризику базуються на досить абстрактних концепціях, які на практиці складно уявити в кількісній формі. На нашу думку, ці проблеми ще довгий час залишатимуться актуальними.

Для економічного аналізу інвестиційних ризиків в економічній науковій літературі рекомендується використовувати методи аналізу беззбитковості та динамічності, методи визначення необхідної норми прибутку, методи визначення обсягів NPV та ймовірності песимістичного та оптимістичного варіантів можливої реалізації проекту тощо.

Зазначимо, що інвестор ніколи не матиме у своєму розпорядженні детермінованої всеосяжної оцінки міри ризику, оскільки рівень різноманіття параметрів зовнішнього і внутрішнього середовищ щодо проекту завжди перевищує управлінські (пізнавальні) можливості особи, яка приймає рішення. Зрештою, може здійснитись найменш очікуваний сценарій перебігу подій (чи навіть такий, що взагалі не був урахований у проекті), котрий може зруйнувати інвестиційний процес. Тому інвестор зобов'язаний докладати значних зусиль до підвищення рівня своєї інформованості, намагатися всебічно аналізувати, вимірювати та враховувати ризикованість своїх інвестиційних ініціатив як на стадії розробки проекту, так і в процесі його реалізації. Якщо ступінь ризику зростатиме до недопустимих значень, а інвестор не буде

турбуватись про це, то він приречений діяти сліпо, що може призвести до невдачі.

Нагадаємо, що міра ризику є векторною величиною W :

$$W = \{w_1, \dots, w_N\} \text{ —} \quad (8.43)$$

одна група, компонент якої кількісно характеризує ризик як об'єктивну категорію, решта — як суб'єктивну, коли враховується ставлення до ризику його суб'єктів.

Способи (методи) оцінювання інвестиційного ризику пов'язані з описом інформаційної невизначеності вихідних даних проекту. Якщо вихідні параметри мають ймовірнісний опис, то показники ефективності інвестицій трактуються як випадкові величини зі своїми ймовірнісними розподілами. Однак, чим меншим є обсяг статистичної інформації про ті чи інші параметри, чим меншою є інформативність відомостей про стан (зсуви) ринкового середовища, чим нижчий рівень інтуїтивної активності експертів, тим складніше обґрунтовувати будь-які типи ймовірностей в інвестиційному аналізі. Інструментом, який дедалі частіше використовується для вимірювання можливостей (очікувань), які не можна звести до жорстко детермінованих, є теорія нечітких множин. Опубліковано чимало наукових праць, в яких ця теорія застосовується в інвестиційному аналізі. Тому показники, які використовуються для оцінки привабливості та ефективності інвестиційних проектів (зокрема NPV), необхідно вважати випадковими (чи розпливчастими) величинами.

Один із способів урахування невизначеності кожного варіанта інвестиційного проекту з низки альтернативних варіантів є формування певного класу очікуваних сценаріїв перебігу подій у ході реалізації інвестиційного процесу та вибір з цієї множини двох крайніх сценаріїв (оптимістичного та песимістичного), за яких NPV (як випадкова величина) досягає своїх максимального і мінімального значень. Після цього очікуваний ефект оцінюється за критеріями Гурвіця з обраним параметром згоди (λ). У низці випадків використовується максимінний підхід (критерій Вальда). Він відображає максимальну несхильність до ризику суб'єкта прийняття рішень і, безперечно, мінімізує ризик інвестора при виборі одного (найкращого) з K згенерованих альтернативних варіантів проекту. Але в умовах використання цього підходу очевидно, що більшість проектів буде відхилена, тобто існує небезпека виникнення паралічу ділової активності, з'являється ризик невикористаних можливостей. Окрім цього, втрачається значна

частина інформації, бо з низки L згенерованих сценаріїв, для кожного з K альтернативних варіантів проекту за орієнтири приймаються лише два крайніх (оптимістичний та песимістичний).

Розраховуючи NPV , необхідно брати до уваги, зокрема, те, що змінні та параметри, котрі використовуються в обчисленні, є випадковими величинами. Для оцінювання інтервалів їх змін, вироблення гіпотез щодо законів їх розподілу як випадкових величин, а також урахування та оцінювання кореляційних зв'язків між цими змінними використовують статистичну інформацію, експертні оцінки, а також методи імітаційного моделювання. Результати імітаційного моделювання можуть бути представлені у вигляді дискретного чи неперервного закону розподілу показника ефективності проекту (чистої поточної вартості) як випадкової величини. Далі у більшості випадків обчислюють математичне сподівання випадкової величини NPV , $m(NPV)$ та середньоквадратичне відхилення $\sigma(NPV)$ — як ступінь ризику. З низки згенерованих альтернативних варіантів інвестиційного проекту (припустимо, що їх кількість дорівнює K) обирають той (k^0), для якого коефіцієнт варіації $(CV(NPV_k))$ як ще один елемент вектора оцінки міри ризику досягає свого мінімального значення:

$$k^0 = \text{Arg} \min_{k=1, \dots, K} (CV(NPV_k)), \quad (8.44)$$

де

$$CV(NPV_k) = \frac{\sigma(NPV_k)}{m(NPV_k)}, \quad k=1, \dots, K. \quad (8.45)$$

Зазначимо, що в багатьох випадках інвестиційний проект вважають ефективним, якщо сподіване значення $m(NPV)$ є не меншим за суб'єктивно заданий (нормативний) проектний рівень (m^*) (m^* може набувати як від'ємних, так і додатних значень). Цей рівень залежить від стратегічних і тактичних цілей інвестора, від ролі, яку повинен відігравати даний проект у загальній стратегічній інвестиційній програмі, тощо (в найпоширенішому випадку приймається, що $m^* = 0$). Отже, обирається той (k^0) з K альтернативних варіантів проекту, для якого:

$$k^0 = \text{Arg} \max_{k=1, \dots, K} m(NPV_k). \quad (8.46)$$

Зрозуміло, що має виконуватись умова:

$$m(NPV_{k^0}) \geq m^*. \quad (8.47)$$

Можливий і такий випадок, коли жоден з проектів з множини Z , яка складається з K альтернативних інвестиційних проектів, не задовольняє умові:

$$m(NPV_k) \geq m^*, k = 1, \dots, K. \quad (8.48)$$

У цьому разі генеруються додаткові альтернативні варіанти проекту.

Відбір найкращого варіанту проекту k^0 може також здійснюватись згідно з умовою (8.44). Але у загальному випадку може статися так, що для всіх k ($k \in Z$), $m(NPV_k) < 0$, якщо $m^* < 0$. Тоді формула (8.45) не спрацює. Пропонується ввести модифікований коефіцієнт варіації ($\tilde{C}\tilde{V}$):

$$\tilde{C}\tilde{V}(NPV_k) = \begin{cases} \frac{\sigma(NPV_k)}{m(NPV_k) + \varepsilon}, & \text{якщо } m(NPV_k) \geq 0; \\ \sigma(NPV_k) |m(NPV_k)|, & \text{якщо } m(NPV_k) < 0; k \in Z, \end{cases} \quad (8.49)$$

де ε — задане число ($\varepsilon > 0$).

Необхідно наголосити, що деякі з описаних підходів потрібно узагальнити з урахуванням того, що показники ефективності (привабливості) інвестиційних проектів, отримані в результаті імітаційного моделювання, є випадковими величинами і можуть мати асиметричні закони розподілу. У цих випадках для оцінювання ризику доречно враховувати лише несприятливі відхилення реалізації випадкової величини NPV від її математичного сподівання ($m(NPV)$). Одним з таких показників ступеня ризику може обиратись семіваріація (SV). Для дискретної випадкової величини NPV її можна подати за формулою:

$$SV = \sum_{l=1}^L p_l \cdot d_l^2, \quad (8.50)$$

де L — обсяг вибірки (кількість імітаційних прогонів); d_l — несприятливі відхилення реалізації випадкової величини від її сподіваного значення, тобто:

$$d_l = \begin{cases} 0, & \text{якщо } NPV_l \geq m(NPV), \\ NPV_l - m(NPV), & \text{якщо } NPV_l < m(NPV), \quad l = 1, \dots, L. \end{cases} \quad (8.51)$$

Семіквадратичне відхилення (SSV) обчислюється за формулою:

$$SSV = \sqrt{SV}, \quad (8.52)$$

а коефіцієнт семіваріації:

$$CSV(NPV) = \frac{SSV(NPV)}{m(NPV)}. \quad (8.53)$$

Враховуючи те, що ризик має діалектичну об'єктивно-суб'єктивну структуру, нами запропоновано формувати так зване ефективне значення (B_m^+) відповідного економічного показника (зокрема, NPV), що враховує також і рівень несхильності суб'єктів інвестування до ризику:

$$B_m^-(\alpha) = m(NPV) - \tau(\alpha)\sigma(NPV), \quad (8.54)$$

де $\tau(\alpha)$ — коефіцієнт, який є функцією від α ($\tau(\alpha) > 0$), а α — одним з показників ступеня ризику; $\alpha = 1 - \gamma$, а γ — ймовірність того, що значення випадкової величини NPV належать відповідному довірчому інтервалу. За заданим ступенем ризику α можна знайти таке $\tau = \tau(\alpha)$, що

$$P\{|m(NPV) - NPV| > \tau(\alpha)\sigma(NPV)\} \leq \alpha = \frac{1}{\tau^2(\alpha)}. \quad (8.55)$$

Якщо враховувати лише несприятливі відхилення відносно бази — математичного сподівання ($m(NPV)$) випадкової величини NPV , які оцінюються за допомогою семіквадратичного відхилення ($SSV(NPV)$), то за ефективну оцінку випадкової величини NPV приймається показник $\tilde{B}_m^-(\alpha)$:

$$\tilde{B}_m^-(\alpha) = m(NPV) - \tau(\alpha)SSV(NPV). \quad (8.56)$$

Отже, на нашу думку, можна запропонувати здійснювати відбір найкращого (в певному сенсі) інвестиційного проекту з множини Z , яка складається з K згенерованих альтернативних варіантів проекту, за допомогою процедури їх селективного відбору, яка реалізується за такою послідовністю основних кроків.

Крок 1. Обчислюється для кожного альтернативного варіанта (з множини Z) як одна з компонент вектора ризику — ймовірність прийняття випадковою величиною NPV від'ємних значень:

$$P(NPV < 0) = p. \quad (8.57)$$

Якщо екзогенно задана величина цього показника ступеня ризику (p^*), то для подальшого розгляду залишаються всі ті альтернативні проекти з множини Z , для яких

$$p_k < p^*, k \in Z_1, (Z_1 \subset Z). \quad (8.58)$$

Решта відхиляється.

Крок 2. Обчислюється значення математичного сподівання ($m(NPV_k)$) для всіх варіантів проекту $k \in Z_1$. Якщо екзогенно (нормативно) задається мінімально допустима величина математичного сподівання (m^*), то для подальшого розгляду залишаються лише ті альтернативні варіанти з множини Z_1 , для котрих виконується умова (8.48). Таким чином формується множина Z_2 альтернативних варіантів ($Z_2 \subset Z_1$).

Зазначимо, що у разі асиметричного розподілу згенерованої множини реалізацій випадкової величини NPV для кожного з K альтернативних варіантів проекту за базу доречно обирати не лише математичне сподівання $m(NPV)$, але й (або) моду ($M_0(NPV)$) та (або) медіану ($M_e(NPV)$). Якщо, окрім цього, задані (екзогенно) відповідні величини (нормативи) допустимих значень цих характеристик (M_0^*, M_e^*), то множину Z_2 альтернативних варіантів формують з тих варіантів множини Z_1 , для котрих виконуються (спільно чи окремо) такі умови:

$$\begin{aligned} m(NPV_k) &\geq m^*, \\ M_0(NPV_k) &\geq M_0^*, \\ M_e(NPV_k) &\geq M_e^*, \text{ для } k \in Z_1. \end{aligned} \quad (8.59)$$

Крок 3. На цьому кроці для кожного з альтернативних варіантів (з множини Z_2) обчислюються такі компоненти вектора ризику, як:

семіквадратичне відхилення випадкової величини NPV згідно з виразом (8.50);

модальне семіквадратичне відхилення ($SSV_{M_0}(NPV)$):

$$SSV_{M_0}(NPV) = \sqrt{\sum_{l=1}^L d_l^2 p_l}, \quad (8.60)$$

де

$$d_l = \begin{cases} 0, & \text{якщо } NPV_l \geq M_0(NPV), \\ NPV_l - M_0(NPV), & \text{якщо } NPV_l < M_0(NPV), \end{cases} \quad l=1, \dots, L. \quad (8.61)$$

Значення показника медіанного семіквадратичного відхилення $SSV_{M_e}(NPV)$ обчислюється за формулою:

$$SSV_{M_e}(NPV) = \sqrt{\sum_{l=1}^L d_l^2 p_l}, \quad (8.62)$$

де

$$d_l = \begin{cases} 0, & \text{якщо } NPV_l \geq M_e(NPV), \\ NPV_l - M_e(NPV), & \text{якщо } NPV_l < M_e(NPV), \end{cases} \quad l=1, \dots, L. \quad (8.63)$$

Можна також ввести до розгляду та врахування такі нормативні показники ступеня ризику (порогові значення), як $\alpha_1^*, \alpha_2^*, \alpha_3^*$. Ступінь ризику α_1^* — це задана суб'єктом ризику ймовірність того, що випадкова величина NPV виявиться меншою, ніж її ефективне значення B_m^+ за математичним сподіванням, тобто $P\{NPV < B_m^+(\alpha_1^*)\} \leq \alpha_1^*$. Величина $B_m^+(\alpha_1^*)$ обчислюється за формулою (8.54), коли $\tau(\alpha) = \tau(\alpha_1^*)$.

Аналогічно ступінь ризику α_2^* — це задана екзогенно ймовірність того, що випадкова величина NPV виявиться меншою, ніж її ефективне значення за модою ($B_{M_0}^+(\alpha_2^*)$):

$$P\{NPV < B_{M_0}^+(\alpha_2^*)\} = \alpha_2^*, \quad (8.64)$$

де

$$B_{M_0}^+(\alpha_2^*) = M_0(NPV) - \tau(\alpha_2^*) SSV_{M_0}(NPV). \quad (8.65)$$

Ступінь ризику α_3^* — це задана екзогенно ймовірність того, що випадкова величина NPV виявиться меншою, ніж її ефективне значення за медіаною ($B_{M_e}^+(\alpha_3^*)$):

$$P\{NPV < B_{M_e}^+(\alpha_3^*)\} = \alpha_3^*, \quad (8.66)$$

де

$$B_{M_e}^+(\alpha_3^*) = M_e(NPV) - \tau(\alpha_3^*)SSV_{M_e}(NPV). \quad (8.67)$$

Можна також задати нормативи ефективних значень за математичним сподіванням (β_m^*), за модою ($\beta_{M_0}^*$), за медіаною ($\beta_{M_e}^*$).

Ті з альтернативних варіантів інвестиційного проекту, які утворюють множину Z_2 і для яких виконуються умови:

$$B_m^+(NPV_k, \alpha_1^*) \geq \beta_m^*, \quad k \in Z_2, \quad (8.68)$$

і (або)

$$B_{M_0}^+(NPV_k, \alpha_2^*) \geq \beta_{M_0}^*, \quad k \in Z_2, \quad (8.69)$$

і (або)

$$B_{M_e}^+(NPV_k, \alpha_3^*) \geq \beta_{M_e}^*, \quad k \in Z_2, \quad (8.70)$$

складають множину альтернативних варіантів Z_3 ($Z_3 \subset Z_2$).

Якщо ця множина порожня ($Z_3 = \emptyset$), то необхідно генерувати інші альтернативні варіанти інвестиційного проекту або знизити нормативно задані вимоги щодо ступеня допустимого ризику, прийнявши менш жорсткими відповідні нормативні показники, на підґрунті яких формуються множини Z_1 , Z_2 , Z_3 на відповідних кроках селективного відбору перспективних альтернативних варіантів проекту. Якщо ж множина Z_3 складається лише з одного з альтернативних проектів, то його й слід обрати.

Враховуючи одночасне виконання умов (8.68—8.70), можна також отримати суперечливі варіанти рішень.

Крок 4. У разі, коли множина Z_3 складається з кількох альтернативних варіантів інвестиційного проекту, йдемо далі. На цьому кроці можна обрати той із альтернативних проектів, для якого виконуються умови:

$$k^0 = \text{Arg max}_{k \in Z_3} B_m^+(NPV_k, \alpha_1^*) \quad (8.71)$$

або

$$k^0 = \text{Arg max}_{k \in Z_3} B_{M_0}^+(NPV_k, \alpha_2^*), \quad (8.72)$$

або

$$k^0 = \text{Arg max}_{k \in Z_3} B_{M_e}^+(NPV_k, \alpha_3^*). \quad (8.73)$$

Можливі й інші критерії та показники ступеня ризику щодо вибору кращого з множини альтернативних варіантів інвестиційного проекту для їх використання на цьому завершальному кроці селективного відбору. До розгляду також доречно приймати й інші показники ефективності інвестиційних проектів (термін окупності, індекс дохідності, внутрішня ставка дохідності тощо), які теж трактуються як випадкові величини. Відповідно вводяться і додаткові компоненти вектора міри ризику з огляду на поставлені цілі, прийняту систему гіпотез та урахування ставлення до ризику суб'єкта прийняття інвестиційних рішень.

8.6. МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ ВАРТОСТІ ПІДПРИЄМСТВ

Проблема оцінювання майна підприємств набула особливої актуальності в зв'язку з їх приватизацією, передачею в оренду, створенням спільних підприємств тощо. Важливо оцінити майно при підрахунку національного багатства, перебудові податкової системи. У країнах з розвинутою ринковою економікою стягуються податки на капітал (майно) у різноманітних формах. Крім того, у зв'язку з динамікою майна його потрібно весь час переоцінювати. Тому цей процес є не разовою, а постійною процедурою.

Приймаючи рішення про купівлю об'єкта (підприємства) та його пристосування для ведення тієї чи іншої діяльності, підприємець (покупець) оцінює майбутні доходи від функціонування об'єкта, загальний (інтегральний) дисконтований дохід і порівнює його зі своїми інтегральними дисконтованими капітальними вкладеннями. Важливим етапом у таких розрахунках є визначення норми дисконту R , за допомогою якої порівнюються різночасові витрати на доходи. Під нормою дисконту розуміють очікувану норму віддачі на альтернативні та доступні на ринку інвестиційні можливості з урахуванням ризику. Інвестори нерідко визначають ставку дисконту R , додаючи до ставки (норми) безризикової віддачі R_f (наприклад, норми річного доходу за державними цінними паперами), так звану премію за ризик.

Якщо спостерігається мінливість співвідношених доходів, то чим більше коливаються (відхиляються) доходи, тим вищий ризик. Цю мінливість часто вимірюють з допомогою стандартного відхилення. Формула, що відображає зв'язок між величиною очікуваного доходу R і ступенем ризику, має вигляд:

$$R = R_f + k\sigma_p, \quad (8.74)$$

де R_f — безпечна ставка доходу; σ_p — стандартне відхилення заданої комбінації цінних паперів з ризиковими та безризиковими активами.

Щоб виконувати математичні розрахунки рівня ризику, потрібно знати теорію ймовірностей, математичне моделювання та розуміти, як ризик портфеля цінних паперів і доходи поєднуються в своїй взаємозалежності. Розроблено також модель оцінювання капітальних активів (МОКА).

МОКА поділяє ризик на дві складові: диверсифікований ризик і недиверсифікований. Ідеться про тісний зв'язок між доходами окремих власників цінних паперів і загальними доходами ринку цінних паперів. Ці доходи, взяті окремо для акцій або для всього ринку, складаються з доходів від капітальних вкладень і дивідендів.

Модель лінії надійності ринку (ЛНР) показує, що необхідна величина дохідності активів складається з безпечної ставки та премії за ризик. Якщо оцінювати ризик за допомогою коефіцієнта β , то формулу для визначення необхідної дохідності акцій (ставки доходу) можна подати так:

$$R = R_f + (R_m - R_f)\beta_p.$$

де R_f — безпечна ставка; R_m — середня дохідність ринку; β_p — бета, або недиверсифікований ризик.

Безумовною перевагою МОКА та ЛНР є простота. Це корисний інструмент для оцінювання цінних паперів, який дає змогу визначити необхідну ставку доходу (дисконтну ставку), а остання — знайти теперішню вартість цінних паперів.

Зрештою, який би метод не застосовувався для врахування ризику — стандартне відхилення чи показник β , вони створюють підґрунтя для оцінювання активів.

МОКА та ЛНР не такі вже й бездоганні, оскільки можливі інші, важливіші чинники, що впливають на визначення ставки дисконту. Те саме стосується використання статистичних рядів за певний період, тобто це не найкращий спосіб визначення сподіваних доходів.

Розглянемо ймовірнісну модель впливу чинників ризику*.

Постановка задачі. Процес одержання доходу від функціонування об'єкта характеризується інтенсивністю (швидкістю) $x(t)$. Тоді

* Смоляк С. А. Учет риска при установлении нормы дисконта // Экономика и мат. методы. — 1992. — Т. 28. — Вып. 5—6. — С. 794.

дохід, одержуваний за досить малий інтервал часу $(t, t + dt)$, буде $x(t)dt$. Вважатимемо відомою інтенсивність одержання доходу $x(0) = X$ на початку функціонування об'єкта (у момент часу $t = 0$). На подальшу динаміку цього показника впливають дві групи чинників.

1. Фізична зношуваність основних засобів. Припустимо, що залежно від віку основних засобів дохід зменшується лінійно:

$$x(t) = X - bt. \quad (8.75)$$

2. Звісно, що об'єкт доцільно експлуатувати доти, доки дохід від нього невід'ємний. Тому в кінці терміну експлуатації (у рік T) має бути $x(T) = 0$. Звідси

$$X = bT, \text{ або } b = \frac{X}{T}. \quad (8.76)$$

3. Різного роду випадкові чинники, що зумовлюють ризик використання об'єкта. Якби їх впливу не було або він був неістотним, то за норми дисконту R дохід від функціонування об'єкта обчислювався б за формулою:

$$V = \int_0^T x(t)e^{-Rt} dt = \frac{X}{R} - \frac{b(1 - e^{-RT})}{R^2}. \quad (8.77)$$

Вважатимемо відомими (виокремимо) три типи випадкових чинників, що впливають на дохідність об'єкта: випадкові «збої» у виробництві; різкі зміни економічного середовища («катастрофи»); випадкові коливання цін, податків і обсягів попиту.

Щоб адекватно відобразити ці чинники в нормі дисконту R , потрібно виконати два варіанти розрахунку дохідності від розглядуваного об'єкта. У першому, що використовує норму дисконту R , згадані випадкові чинники взагалі не беруться до уваги, а інтегральний дисконтований дохід оцінюється згідно з (8.77). У другому, що спирається на «безризикову» норму R_f , ці чинники включаються безпосередньо у відповідну модель випадкового процесу зміни інтенсивності доходу. Тоді значення норми дисконту R , яке враховує чинники ризику, доцільно зробити такими, щоб обидва варіанти розрахунків однаково оцінювали ефективність функціонування об'єкта.

Розглянемо докладніше моделювання доходу з урахуванням перелічених чинників ризику.

Випадкові «збої» у виробництві. Нехай у момент t об'єкт характеризувався деякою інтенсивністю одержання доходу $x(t)$. Тоді протягом наступного малого інтервалу часу dt або відбудеться «збій» у

виробництві з імовірністю ωdt , або об'єкт функціонуватиме «нормально» з імовірністю $1 - \omega dt$. Якщо збій відбувся, то на його усунення потрібен деякий час τ (вважатимемо цю величину малою, але не нескінченно малою). Також знадобляться додаткові витрати ξ , які, взагалі кажучи, є випадковими. Вважатимемо, що після цього виробництво повертається до свого попереднього стану, тобто «збій» не зменшує часу функціонування об'єкта.

«Катастрофи». Поряд з даним покупцем (власником об'єкта) той самий вид діяльності здійснюють інші підприємці. Може статись так, що хтось з них розробить новий ефективний спосіб (технологію) виробництва відповідної продукції, у зв'язку з чим ціна на продукцію різко впаде. Тоді подальше функціонування першого об'єкта вже не забезпечуватиме доходу, що для підприємця стане економічною катастрофою. Аналогічна ситуація можлива й тоді, коли істотно зміниться існуюче податкове законодавство або політична обстановка в регіоні.

Нехай імовірність такої «катастрофи» в інтервалі $(t, t + dt)$ дорівнює kdt , де k — інтенсивність «катастроф», що не залежать від t . Оцінити ймовірність таких ситуацій можна лише експертно з урахуванням результатів аналізу науково-технічного прогресу у відповідній виробничій галузі (підгалузі) і прогнозу економічної та політичної ситуації. Оскільки величини k і τ малі, «катастрофи» у період існування наслідків «збою» вважатимемо неможливими.

Коливання цін, податків та обсягів попиту. Протягом періоду функціонування об'єкта ціни на продукцію, яка виготовляється, сировину, матеріали, комплектуючі, а також обсяги попиту та ставки податку можуть змінюватися. Під впливом цих чинників інтенсивність одержуваного доходу також випадково коливатиметься. Коли припустимо, що при оцінюванні об'єкта були правильно визначені розміри доходу, то коливання інтенсивності $x(t)$, зумовлені групою розглянутих щойно чинників, мають нульове математичне сподівання, але характеризуються певним розкидом (дисперсією). Природно сподіватися, що в малому інтервалі часу випадкові коливання $x(t)$ мають малу дисперсію, а інтенсивність $x(t)$ не залежить від розмірів таких коливань у попередні проміжки часу.

З огляду на це можна припустити, що подібні коливання описуються моделлю вінерівського випадкового процесу, тобто що інтенсивність доходу в близькі моменти часу t , і $t + dt$ задовольняє співвідношення

$$x(t + dt) = x(t) + \sigma d\omega(t), \quad (8.78)$$

де σ — середньоквадратичне відхилення випадкових коливань інтенсивності доходу $x(t)$ за одиницю часу (середній квадрат таких коливань за час dt дорівнюватиме за цих умов $\sigma^2 dt$); $\omega(t)$ — звичайний вінерівський випадковий процес.

Математичне сподівання доходу в разі врахування чинників ризику. Позначимо через $V(x)$ значення математичного сподівання інтегрального дискontованого доходу (за норми дискontу R_f) від експлуатації об'єкта до закінчення терміну його функціонування (випадкова величина). Нехай у початковий момент виробництво функціонувало «нормально», а інтенсивність одержуваного доходу становила x . Очевидно, що $V(0) = 0$. Природно розглядати випадок, коли $x > 0$. Зауважимо, що при визначенні $V(x)$ не має значення, який власне момент часу брати за початковий. Це дає змогу дискontувати доходи до моменту $t = 0$.

Розглянемо малий інтервал часу $(0, dt)$. Тут можливі три ситуації.

1. З імовірністю ϕdt відбудеться «збій» у виробництві. На усунення його наслідків знадобляться кошти (випадкова величина), дискontована величина яких ξ . Виробництво нормалізується через випадковий проміжок часу τ (випадкова величина), після чого об'єкт переходить до нормального стану, якому відповідає математичне сподівання інтегрального дискontованого доходу $V(x)$. При цьому різночасові доходи зводяться до часу повної ліквідації наслідків «збою». Якщо звести дохід до моменту $t = 0$, то величину $V(x)$ слід помножити на відповідний дискontуючий коефіцієнт $e^{-R_f x}$.

За припущення, що час ліквідації «збою» випадковий і має експоненціальний розподіл із середнім значенням θ , математичне сподівання M дискontуючого коефіцієнта можна подати у вигляді

$$q = M\tau e^{-R_f \tau} = \int_0^\infty e^{-R_f \tau} e^{-(\tau/\theta)} d(\tau/\theta) = \frac{1}{(1 + R_f \theta)}. \quad (8.79)$$

Вважаючи, що додаткові затрати в процесі усунення наслідків «збою» відбуваються рівномірно, а їх величина за одиницю часу становить z , знайдемо математичне сподівання дискontованих затрат, пов'язаних з одним «збоєм»:

$$C = M_\tau[\xi] = \int_0^\infty \left\{ \int_0^\tau z e^{-R_f t} dt \right\} e^{-(\tau/\theta)} d(\tau/\theta) = z\theta / (1 + R_f \theta) = zq\theta. \quad (8.80)$$

2. Упродовж інтервалу $(0, dt)$ часу з імовірністю kdt відбудеться економічна катастрофа. У такому разі виробництво зупиниться, а тому інтегральний дисконтований дохід від наступного функціонування об'єкта набуде нульового значення.

3. На інтервалі $(0, dt)$ з імовірністю $1 - (\omega + k)dt$ об'єкт функціонуватиме «нормально». Тоді за час dt дохід становитиме $x(t)dt$, після чого інтенсивність його одержання зміниться на величину bdt за рахунок фізичного старіння основних засобів, а також згідно з (8.78) — на $\sigma d\omega(t)$ під впливом випадкових коливань цін і (або) податків. Тому в момент часу dt об'єкт характеризуватиметься інтенсивністю доходу $x - bdt + \sigma d\omega(t)$. Цьому відповідає інтегральний дисконтований (до моменту 0; а не $d(t)$) дохід, що дорівнює:

$$V(x - bdt + \sigma d\omega(t))e^{-R_f dt}.$$

Ураховуючи ймовірність кожної з розглянутих ситуацій і той стан, в якому перебуває об'єкт після них, можна записати вираз для математичного сподівання інтегрального дисконтованого доходу від функціонування об'єкта:

$$V(x) = \omega dt M_{\xi}[-\xi + e^{-R_f \tau} V(x)] + kdt \cdot 0 + \\ + [1 - (\omega + k)dt] M_{\xi}[xdt + V(x - bdt + \sigma d\omega(t))e^{-R_f dt}].$$

З урахуванням позначень (8.78), (8.80) це рівняння з точністю до малих величин порядку, вищого за перший, можна замінити таким:

$$V(x) = \omega dt [-C + qV(x)] + xdt + \\ + [1 - (\omega + k + R_f)dt] [V(x - bdt + \sigma d\omega(t))]. \quad (8.81)$$

Припустимо, що функція V досить гладка і при $x > 0$ її друга похідна $V''(x)$ існує і неперервна. Тоді, розклавши останній співмножник у ряд Тейлора і врахувавши, що величина $d\omega(t)$ має нульове математичне сподівання та дисперсію ωdt , знайдемо

$$V(x) = [-C + qV(x)]\omega dt + xdt + [1 - (\omega + k + R_f)dt] \times \\ \times [V(x) - bdtV'(\dot{x}) + (\sigma^2/2)dtV''(\ddot{x}) + 0 \cdot d(t)].$$

Звідси маємо рівняння

$$(\sigma^2/2)V'' - bV' - \sigma V + x - C\omega = 0, \quad (8.82)$$

де

$$\delta = R_f + k + (1 - q)\omega. \quad (8.83)$$

Лінійна функція

$$V_0(x) = (x - C\omega)/(\sigma - b/\sigma^2) \quad (8.84)$$

є одним з розв'язків цього рівняння. Загальний розв'язок (8.82) записують як суму $V_0(x)$ і розв'язку відповідного однорідного рівняння

$$(\sigma^2/2)V'' - bV' - \sigma V = 0. \quad (8.85)$$

Очевидно, що (8.85) має два лінійно незалежних розв'язки — $e^{\lambda x}$ і $e^{\mu x}$.

Тут

$$\left. \begin{aligned} \lambda &= -\left\{ \sqrt{b^2 + 2\sigma^2\delta} - b \right\} / \sigma^2 \\ \mu &= \left\{ \sqrt{b^2 + 2\sigma^2\delta} + b \right\} / \sigma^2 \end{aligned} \right\}. \quad (8.86)$$

Величини λ, μ — це корені відповідного характеристичного рівняння.

Отже, загальний розв'язок (8.82) має вигляд:

$$V(x) = V_0(x) + C e^{\lambda x} + C^0 e^{\mu x}.$$

З (8.86) бачимо, що $\mu > 0 > \lambda$. Отже, коли $C^0 \neq 0$, то функція $V(x)$, якщо $x \rightarrow +\infty$ експоненціально зростатиме до $+\infty$ або експоненціально спадатиме до $-\infty$. Порівнюючи з детермінованим випадком, бачимо, що функція $V(x)$ має зростати не швидше за $x(t)$. Це можливо лише тоді, коли $C^0 = 0$.

Згідно з умовою $V(0) = 0$ маємо $C = -V_0(x)$. Далі запишемо

$$V(x) = x/\delta - (C\omega/\delta + b/\delta^2)[1 - e^{\lambda x}]. \quad (8.87)$$

Зокрема, математичне сподівання інтегрального дисконтованого доходу від функціонування об'єкта з моменту, коли почалася на ньому відповідальна діяльність після того, як його придбав у власність даний підприємець, можна обчислити за формулою (8.87) при $x = X$, тобто

$$V(X) = \frac{X}{\delta} - \left(\frac{C\omega}{\delta} + \frac{b}{\delta^2} \right) [1 - e^{\lambda X}].$$

Агрегування впливу випадкових чинників в один показник. Зауважимо, що коли $\omega = k = \sigma = 0$ і $R_f = R$, то формула (8.87) перетворюється на формулу (8.77). Очевидно, що реальна динаміка доходу пі-

дприємства не завжди збігається з лінійною моделлю (8.75). Тоді зручніше обмежитися прогнозуванням динаміки середнього значення доходу, агрегувавши всю наявну інформацію про вплив випадкових чинників в один показник. У розвинутих країнах вплив чинників ризику і невизначеності враховується, по суті, встановленням відповідної норми дисконту (про що вже йшлося).

Для того, щоб обчислення за формулами (8.77) і (8.87) з нормами дисконту R і R_f давали однакові результати, має задовольнятися рівняння

$$\frac{X}{\delta} - (C\omega/\delta + b/\delta^2)[1 - e^{\lambda x}] = \frac{X}{R} - \frac{b(1 - e^{-RT})}{R^2}. \quad (8.88)$$

Введемо такі позначення:

$$C\omega/X = \gamma, \quad \delta(\sigma \pi X)^2 = n, \quad \delta T = \alpha, \quad RT = \rho. \quad (8.89)$$

Співвідношення (8.88) можна подати у вигляді:

$$\frac{\alpha - (1 + \alpha\gamma)\left[1 - e^{-2\alpha/(1 + \sqrt{1 + 2n})}\right]}{\alpha^2} = \frac{\rho - 1 + e^{-\rho}}{\rho^2}. \quad (8.90)$$

Отже, щоб визначити невідому норму дисконту, необхідно спочатку згідно з вихідною інформацією знайти ρ (розв'язок рівняння (8.90)) і, нарешті, обчислити R :

$$R = \frac{\rho}{T} = \delta \left(\frac{\rho}{\alpha} \right). \quad (8.91)$$

Це означає, що норма дисконту R з урахуванням ризику відрізняється від δ коригуючим коефіцієнтом $f = \frac{\rho}{\alpha}$. Значення цього коефіцієнта, як бачимо, залежить лише від α , γ та n .

Можна поглиблено проаналізувати вплив кожного з введених чинників ризику. Тож, сформулюємо такий важливий висновок з побудованої моделі: норму дисконту R , знайдену розглянутим способом, не можна подати ні у вигляді сум безризикової складової R_f та деякої надбавки, що враховує ризик (премія за ризик), і незалежної від R_f , ні у вигляді добутку цієї складової та якогось більшого від одиниці коефіцієнта, який не залежить від R_f і враховує ризик.

8.7. ІГРОВИЙ ПІДХІД ДО УПРАВЛІННЯ ВАЛЮТНИМ РИЗИКОМ*

Валютний курс — це ціна однієї валюти, виражена в іншій (іноземній) валюті. Багато країн встановлюють курс національної грошової одиниці відразу щодо декількох валют, які мають свою чітко визначену частку в так званому валютному кошику. Цей метод має на меті нейтралізацію впливу випадкових чинників, зменшення залежності від будь-якої однієї валюти, а також забезпечення більшої стабільності курсу (за рахунок взаємного погашення різноспрямованих коливань курсів валют, що входять у «кошик»). За подібними «кошиками» визначається, наприклад, курс фінської марки, шведської крони, австрійського шилінга, китайського юаня та деяких інших валют.

Причиною валютного ризику є коротко- та довгострокові коливання обмінних курсів валют, що визначаються обсягом попиту і пропозиції. Попит на купівлю чи продаж валюти перебуває під впливом коротко- і довгострокових чинників. Тривалі тенденції у зміні курсів валют залежать від стану економіки країни, короткострокові — від ринкових умов та інших короткострокових чинників попиту-пропозиції.

* Детальний аналіз валютного ризику наведено у працях [20, 83, 94, 227, 275].

Валютний ризик — це передусім загроза втрат, пов'язаних зі зміною курсів іноземних валют під час здійснення угод з їх купівлі-продажу.

Валютний ризик, як про це йдеться у [20], пов'язаний з інтернаціоналізацією ринку банківських операцій, створенням транснаціональних (спільних) підприємств і банківських установ та диверсифікацією їх діяльності. Він може бути пов'язаний з неможливістю боржника (гаранта) сплатити за своїми зобов'язаннями. У свою чергу, комерційні ризики поділяються на конверсійні (наявні), які є ризиками збитків по конкретних операціях в іноземній валюті, та трансляційні (бухгалтерські), що виникають при переоцінці активів і пасивів зарубіжних філій і дочірніх фірм у національну валюту. В процесі складання тактичних планів і програм діяльності виробники часто аналізують ризики за кожною конкретною товарною чи іншою операцією; при цьому стан сумарного балансу не має вирішального значення для кінцевих результатів.

Для зниження рівня ризиків використовують так званий *метод метчинг*. У такому разі сума надходжень валюти віднімається від величини її відтоку і таким чином визначається реальний розмір ризику в статисті та динаміці. Крім того, на практиці застосовується *метод неттинг* — максимальне скорочення кількості валютних угод, їх укрупнення та узгодження дій усіх підрозділів самого виробника. Ці методи з успіхом використовуються транснаціональними банками.

Трансляційний валютний ризик найчастіше виникає внаслідок перерахунку балансу та інших форм статистичної звітності в національну валюту. Тут розрізняють дві основні ситуації виникнення ризику — проста трансляція, за якої перерахунок виконується за поточним валютним курсом, тобто на дату перерахунку, та історична, коли перерахунок проводиться за курсом на дату здійснення угод. Основні способи такого аналізу:

- всі поточні операції оцінюються за поточним валютним курсом, довгострокові — за історичним;
- фінансові операції перераховуються за поточним, а товарні — за історичним курсом;
- усі операції враховуються або за поточним, або за історичним курсом.

Сама поява валютного ризику залежить від стану валютної позиції, тобто співвідношення вимог і обов'язків з продажу (купівлі) іноземної валюти. У разі кількісного збігу (за конкретною валютою і терміном угод купівлі-продажу) позиція вважається

закритою і ризику (окрім ризику невикористаних можливостей) не виникає (оскільки можлива сума збитків, скажімо, в разі продажу буде перекрита точно такою ж сумою прибутку в разі купівлі валюти, курс якої був змінений). Ризик виникає за відкритої позиції, коли суми вимог і зобов'язань не збігаються. Тоді банку доведеться в майбутньому купувати цю валюту за новим курсом, а віддавати за старим (якщо сума його зобов'язань більша від суми вимог — коротка позиція) або прийняти за старим курсом, тоді як продати її можна буде лише за новим (якщо більша сума вимог до контрагентів — довга позиція). Збитки виникнуть у тому разі, коли зміна курсу призведе до того, що віддавати валюту за раніше укладеною угодою доведеться за курсом, нижчим від існуючого на момент розрахунку або, навпаки, прийняти раніше куплену валюту треба буде за курсом, що перевищує існуючий. Отже, ступінь ризику безпосередньо позначається на результатах майбутніх валютних операцій.

Якщо куплена валюта має бути надана в розпорядження покупця у день укладання угоди або в наступний день, то такі угоди належать до типу *overnight (overnight)*. Угоди, що передбачають постачання валюти протягом двох днів після їх здійснення, називають угодами *spot (spot)*. Ці два типи угод і об'єднуються поняттям касові операції. За такий короткий період валютний курс, як правило, не встигає зазнати яких-небудь значних змін, і ризик практично зводиться до мінімуму. Інша справа, коли здійснюються *довгострокові (форвардні)* угоди, що передбачають обмін валют у раніше встановлені строки (як правило, від одного тижня до п'яти років), але за курсом, зафіксованим на момент укладення угоди.

До довгострокових належать також угоди типу *swap*, що являють собою комбінацію операцій спот і форвард. Форвардний курс, природно, відрізняється від того курсу, який застосовується в угодах спот. У міжнародній практиці при котируванні валют за форвардними угодами звичайно зазначають не сам форвардний курс, а лише різницю відносно курсу спот (знижку або премію). Для визначення форвардного курсу цю різницю необхідно відповідно відняти або додати до курсу спот. Звичайно, наші комерційні банки можуть запропонувати клієнтам свої курси за угодами форвард, але в такому разі їм насамперед доведеться вирішувати проблему прогнозування динаміки валютних курсів, яке дуже ускладнилось через поширення системи плаваючих курсів.

Отже, більш-менш вірогідно передбачити величину зміни валютних курсів можна і, як правило, необхідно в тому разі, коли

йдеться про достатньо невеликий період — від одного до кількох днів або тижнів. В інших випадках задовільним вважається вдале передбачення напряму (тренду) в зміні курсу валюти — його зниження або підвищення, чого вже самого по собі достатньо для проведення прибуткових операцій зі страхування валютного ризику. Вважають, що найбільш вдалими є передбачення динаміки валютних курсів на термін у півроку (180 днів), що здійснюється на основі таких двох підходів: фундаментального і технічного.

Фундаментальний підхід виходить з того, що основними чинниками формування курсів на валютному ринку є відсоткові ставки за депозитно-кредитними операціями, темпи інфляції та стан платіжного балансу за поточними операціями. Таким чином, знання про зміни, що відбулися, або очікувані зміни цих чинників, з одного боку, та знання про ступінь впливу цих чинників на величину валютного курсу (тобто про величину коефіцієнтів кореляції), — з іншого, вважаються достатніми для прогнозування через побудову адекватних економічних моделей. Використовувані моделі можуть бути досить складними, якщо врахувати, що сама кількість чинників впливу насправді не обмежується трьома щойно згаданими.

Практики схильні застосовувати так званий *технічний підхід*. Останній базується на впевненості, що графіки, які ілюструють динаміку валютних курсів, самі по собі можуть дати ключ до прояснення можливих напрямів зміни курсів у майбутньому. Сутність основного методу, що використовується тут, — *методу «чартів»* (від англ. *chart* — графік), полягає у проведенні графічного аналізу динаміки курсів для виявлення подібних моментів в їх русі для прогнозування. При цьому виходять з припущення, що одного разу помічена послідовність у коливаннях валютного курсу виявлятиметься й надалі (при цьому чим менше відомо про реально існуючі економічні залежності, тим краще). У ході аналізу «чартів» виокремлюють певні фігури, злами графіків певної конфігурації: «прапор» або «вимпел», «трикутник», «провал», «дуга», «голова-плечі» тощо. Помітивши, що точки, які фіксують стан поточного курсу, починають «вишикуватися» на графіку в певну фігуру («чарт»), валютний дилер може достатньо впевнено визначити ті моменти, коли дану валюту необхідно купувати, а коли — продавати.

Зауважимо також, що на завершальній стадії прогнозування проводиться експертна оцінка, яка ґрунтується на якісному аналізі всієї сукупності фактів, що впливають на курси (фінансові, загальноекономічні, політичні та психологічні). Експертна оцінка, як один з методів прогнозування, покликана враховувати можливість зміни курсів.

Результати прогнозування, здобуті будь-яким методом, служать для прийняття рішення про те, як уникнути можливих збитків або отримати додатковий потенційний прибуток.

Кожний суб'єкт управління обирає конкретний спосіб керування валютними ризиками залежно від специфіки своєї діяльності, обраної маркетингової стратегії. Більшість з них проводить селективне управління валютним ризиком, тобто страхування лише неприйнятних ризиків і врахування конкретних ситуацій. Переважно використовують так звані внутрішні та зовнішні методи управління рівнем валютних ризиків. До внутрішніх належать такі методи, як прискорення і (або) уповільнення платежів не лише для іноземних партнерів, а й у межах країни; вибір валюти для кожної конкретної товарної чи фінансової операції.

Зовнішні методи управління валютними ризиками здебільшого є банківськими, оскільки базуються на різноманітних інструментах банківської діяльності. Для зменшення валютних ризиків банківськими методами найчастіше використовують такі валютні операції, як форвардні, ф'ючерсні, опціонні, хеджування (страхування валютних ризиків) тощо. На наш погляд, певний інтерес становить *форфетування* (ризик форфетування). Під час цієї операції форфетер бере на себе всі ризики експортера без права регресу.

Водночас форфетування є формою трансформації комерційного кредиту у банківський. Це дає свої переваги, бо, крім можливого зниження рівня ризику:

- спрощуються балансові взаємовідносини можливих зобов'язань, тобто знижується частина дебіторської заборгованості;
- поліпшується (хоча б тимчасово) стан ліквідності, що підвищує ймовірність подальшого зміцнення фінансової стійкості завдяки одержанню продавцем готівки;
- зменшуються втрати, пов'язані лише з частковим державним або приватним страхуванням або можливим ускладненням з ліквідністю, яке майже завжди виникає в період пред'явлення застрахованих раніше операцій;
- знижується або навіть зовсім зникає ризик, пов'язаний з коливаннями відсоткових ставок, курсовим коливанням валют і зі зміною фінансової стійкості боржника;
- відсутні ризики та затрати, пов'язані з діяльністю кредитних органів і стягненням грошей за векселями та іншими платіжними документами. Проте форфетування не можна використовувати завжди і скрізь. Це лише один із способів зниження рівня ризику.

Методи страхування валютних ризиків — це фінансові операції, що дають змогу майже повністю або частково ухилитися

від ризику збитків, які виникли у зв'язку з очікуваною зміною валютного курсу, або одержати спекулятивний прибуток, що ґрунтується на сприятливій зміні. До таких методів страхування (хеджування від англ. *hedge* — огорожувати) належать:

- 1) структурне балансування (активів і пасивів, кредиторської та дебіторської заборгованості);
- 2) зміна терміну платежу;
- 3) форвардні угоди;
- 4) операції типу своп;
- 5) опціонні угоди;
- 6) фінансові ф'ючерси;
- 7) кредитування та інвестування в іноземній валюті;
- 8) реструктуризація валютної заборгованості;
- 9) паралельні кредити;
- 10) лізинг;
- 11) дисконтування вимог в іноземній валюті;
- 12) «валютні копики»;
- 13) здійснення філіалами платежів у «зростаючій» валюті;
- 14) самострахування.

Треба мати на увазі, що методи 2—6 та 11 застосовуються для короткострокового хеджування, тоді як методи 7—10, 13 і 14 — для довгострокового страхування ризиків. Методи 1 та 12 можуть успішно використовуватися в усіх випадках. Зауважимо, що методи 9 і 13 в принципі доступні лише тим компаніям чи банкам, які мають зарубіжні філії. Треба сказати, що застосування деяких з цих методів (своп, опціон, ф'ючерс тощо) ще не досить активно використовується в умовах України через недосконале законодавство і нерозвинутість ринкових структур. У зв'язку з цим ми розглянемо лише деякі з них, які зустрічаються у нашій комерційній практиці.

Сутність основних методів хеджування зводиться до того, щоб здійснювати валютно-обмінні операції до того, як відбудеться несприятлива зміна курсу, або компенсувати збитки від подібної зміни за рахунок паралельних угод з валютою, курс якої змінюється в протилежному напрямі. Хоча можливі й інші варіанти.

Так, структурне балансування полягає у бажанні підтримувати таку структуру активів і пасивів, яка дасть змогу перекрити збитки від зміни валютного курсу прибутком, одержаним від цієї самої зміни за іншими позиціями балансу. Інакше кажучи, подібна практика зводиться до намагання дістати максимально можливу кількість «закритих» позицій, мінімізувавши таким чином валютні ризики. Але оскільки мати «закритими» всі позиції не завжди

можливо та розумно, то слід бути готовими до негайних акцій зі структурного балансування. Наприклад, якщо підприємство чи банк очікує, що відбудуться, з великою ймовірністю, значні зміни валютних курсів унаслідок девальвації грошової одиниці, то йому потрібно негайно конвертувати вільну готівку у валюту платежу. Якщо ж говорити про співвідношення між різними іноземними валютами, то в такій ситуації, окрім конверсії «падаючої» валюти в надійнішу, можна здійснити, скажімо, заміну цінних паперів, де номінованих у «хворій» валюті, на надійніші фондові цінності.

Одним з найпростіших і водночас досить поширених способів балансування є приведення у відповідність валютних потоків, що відображають доходи та витрати. Щоразу, укладаючи угоду, яка передбачає одержання або, навпаки, виплату іноземної валюти, підприємство або банк повинні намагатись зупинити свій вибір на тій валюті, яка допоможе закрити (повністю або частково) наявні «відкриті» валютні позиції.

Зміну терміну платежу звичайно називають тактикою «лідз енд легз» (від англ. *leads and legs* — попередження та відставання). Вона полягає в маніпулюванні термінами здійснення розрахунків, що застосовується тоді, коли очікуються різкі зміни курсів валюти ціни або валюти платежу. До числа найуживаніших форм такої тактики належать дострокова оплата товарів і послуг (у разі сподіваної апреації, тобто підвищення курсу валюти платежу) або, навпаки, затримка платежу (якщо передбачається депреація, тобто падіння курсу); прискорення або сповільнення репатріації прибутків, погашення основної суми кредитів і виплати відсотків і дивідендів; регулювання одержувачем інвалютних коштів, термінів конверсії виручки в національну валюту тощо.

Форвардні угоди є, напевно, найчастіше застосовуваним методом хеджування (у зв'язку з чим іноді під хеджуванням розуміють самі лише форвардні операції зі страхування валютних ризиків), що має на меті уникнення ризиків, пов'язаних з операціями купівлі-продажу іноземної валюти і передбачає її поставку в строки понад два дні. Найчастіше строками для такого типу угод є 1—3 або 6 місяців (хоча, як уже зазначалося, терміни таких угод можуть сягати кількох років). Сутність форвардної угоди з погляду можливості страхування полягає в тому, що імпортер, який побоюється підвищення курсу валюти платежу, має право заздалегідь звернутися до банку та купити цю валюту з терміном поставки, наближеним до терміну платежу.

Окрім простої форвардної угоди (так званого аутрайт — *outright*), до цього різновиду можна віднести й складнішу угоду — своп.

Операції типу своп полягають у купівлі іноземної валюти на умовах спот з наступною оберненою операцією на умовах форвард. У результаті таких угод банки купують валюту, необхідну для міжнародних розрахунків, і диверсифікують свої валютні резерви, зберігаючи валютні позиції «закритими». Можливі й інші комбінації.

Опціон є видом контракту, згідно з яким покупець має право протягом певного терміну або купити за фіксованою ціною обумовлену суму іноземної валюти (опціон *кол* — *call*), або продати її (опціон *пут* — *put*). Власник опціону приймає рішення про те, скористатися чи ні наданим йому правом, залежно від динаміки валютних курсів. У всіх випадках ризик, якому піддається власник опціону, попередньо обмежений ціною опціону, а виграш теоретично необмежений і на практиці буває досить значним. Хеджування методом опціонних угод відрізняється від операції форвард тим, що за підприємством або банком зберігається право вибору, яке підвищує ефективність операції.

«Валютний кошик» є набором валют, узятим у певних пропорціях. У такий «кошик», якщо методом його використання є хеджування, добираються валюти, курси яких звичайно «плавають» у протилежних напрямках, взаємно врівноважуючи наслідки свого «плавання» і роблячи сукупну вартість усього «кошика» стабільнішою. Прикладом можуть бути традиційні валюти-«суперниці»: долар, фунт стерлінгів, євро та єна. Хоча можливі й інші набори.

Хеджування полягає у введенні до торгової та кредитної угоди мультивалютної умови, згідно з якою сума грошового обов'язку перераховується залежно від зміни курсового співвідношення між валютою платежу та певним набором інших валют. Завдяки цьому знижується ймовірність різкої зміни суми платежу, причому з погляду валютного ризику обидва контрагенти перебувають у рівних умовах.

Зв'язок банку з хеджуванням виявляється подвійним чином, оскільки, з одного боку, банк, як і будь-яка інша комерційна компанія, може застосовувати описані щойно методи страхування валютних ризиків у повсякденній практиці своєї фінансової діяльності, пов'язаної з управлінням власними валютними ресурсами, а, з іншого боку, — хеджування здебільшого є тією послугою, яку банки пропонують клієнтам. Насамперед може йтися про консультування клієнтів з питань страхових ризиків, тобто про відповідальний, складний і багатоетапний процес. Як звичайно підкреслюють експерти, важко показати своїм клієнтам, що не існує жодного простого «золотого правила» або магічної

формули, і що валютні операції потребують систематичного аналізу кожного кроку і цілого процесу прийняття рішень. Власне тому доцільними і є використання адекватного інструментарію ризикології та побудова математичних моделей.

Поетапно відповідна робота може будуватись таким чином:

- визначити всі типи валютних ризиків, яким може піддаватися компанія (або банк);
- оцінити можливі обсяги збитків (з урахуванням прогнозів динаміки валютних курсів) для прийняття рішення про доцільність витрат на хеджування;
- розглянути можливість ухилення від валютного ризику найпростішими способами типу «лідз енд легз» або укладанням зустрічного контракту на продаж (купівлю) деяких товарів за ту саму валюту;
- якщо все ж таки існує потреба в складніших формах хеджування, визначити, чи доцільно забезпечувати страхування всіх 100 % можливого ризику, чи можна обмежитися якоюсь їх частиною;
- вибрати найприйнятніше в даному разі хеджування та визначити дату або певні події на валютному ринку, з моменту настання яких операція хеджування має бути здійснена.

Але від звичайних консультантів банки відрізняються тим, що вони не лише дають поради зі страхування валютних ризиків, а й безпосередньо виконують потрібні операції. Це стосується насамперед валютних операцій типу форвард, своп, опціонів і фінансових ф'ючерсів. У зв'язку з цим банкам доводиться часто брати на себе ризик зміни валютного курсу в несприятливому напрямі. Природно, що, як і будь-яка комерційна компанія, банк прагне уникнути надлишкових і надміру небезпечних ризиків, тобто виконує такі операції лише з надією одержання прибутку за умови допустимого ступеня ризику.

У подальшому викладенні матеріалу використовуватимуться такі позначення:

R_k — норма прибутку валюти k -го виду ($k = 1, \dots, m$), m — кількість різних валют, що складають «валютний кошик», $X = (x_1; \dots; x_m)$ — структура «валютного кошика», x_k — частка капіталу, інвестованого у валюту k -го виду, R_{Π} — норма прибутку (прибутковість) «валютного кошика», тобто

$$R_{\Pi} = \sum_{k=1}^m R_k x_k.$$

Вважатимемо, що множина станів (сценаріїв) ринку іноземних валют дискретна зі скінченною кількістю елементів. Нехай n —

кількість сценаріїв, r_{kj} — значення, що приймає норма прибутку валюти k -го виду ($k = 1, \dots, m$) в умовах j -го сценарію ($j = 1, \dots, n$), при цьому значення r_{kj} відомі. Тоді ситуацію прийняття рішення щодо створення «валютного кошика» можна охарактеризувати функціоналом оцінювання $R^1 = (r_{kj}^1 : k = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n)$.

Аналогічно теорії Марковіца сподівана норма прибутку валюти k -го виду — це математичне сподівання відповідної дискретної випадкової величини R_k :

$$m_k = M(R_k) = \sum_{j=1}^n r_{kj} q_j; \quad k = 1, \dots, m,$$

а ступінь ризику — дисперсія норми прибутку R_k :

$$\sigma_k^2 = D(R_k) = \sum_{j=1}^n r_{kj}^2 q_j - m_k^2; \quad k = 1, \dots, m,$$

де $Q = (q_1; \dots; q_n)$ — імовірності настання можливих сценаріїв.

Характеристиками «валютного кошика» зі структурою $X = (x_1; \dots; x_m)$ є його сподівана норма прибутку:

$$m_{11} = M(R_{11}) = \sum_{k=1}^m m_k x_k$$

і ступінь ризику — дисперсія норми прибутку R_{11} :

$$\sigma_{11}^2 = D(R_{11}) = \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m \sigma_{kl} x_k x_l,$$

де $\sigma_{kl} = \text{cov}(R_k, R_l) = \sum_{j=1}^n q_j r_{kj} r_{lj} - m_k m_l$.

Математична модель задачі обрання оптимальної (раціональної) структури $X = (x_1; \dots; x_m)$ «валютного кошика» має вигляд моделі задачі вибору оптимальної структури портфеля у полі відповідної інформаційної ситуації.

Існує низка добре відпрацьованих методів розв'язування цих задач [123]. Якщо матриця $R = (r_{kj})$ не має сідлового елемента, то задачу вибору оптимальної структури «валютного кошика» можна привести до відшукування оптимальної раціональної змішаної стратегії відповідної гри двох осіб з нульовою сумою.

Розглянемо гру двох осіб, що задається платіжною матрицею $R = (r_{kj})$. Якщо нижня ціна гри

$$\alpha = \max_k \alpha_k = \max_k \min_j r_{kj}$$

не дорівнює верхній ціні гри

$$\beta = \min_j \beta_j = \min_j \max_k r_{kj},$$

то оптимальним розв'язком гри є сукупність змішаних стратегій гравців, що визначаються векторами $P^* = (p_1^*; \dots; p_m^*)$ та $Q^* = (q_1^*; \dots; q_n^*)$ відповідно, а ціна гри

$$V^* = \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n (r_{kj} p_k^* q_j^*)$$

(у цій грі першим гравцем виступає СПР, банк, його клієнт та ін., другим — валютний ринок) [123, розд. 3].

Якщо мають місце строгі нерівності $q_j^* > 0$ одночасно для всіх $j = 1, \dots, n$, то

$$R_{P^*} = \sum_{k=1}^m p_k^* R_k = V^*,$$

де $V^* = \text{const}$.

Це означає, що «валютний кошик» зі структурою $P^* = (p_1^*; \dots; p_m^*)$ є безризиковим, оскільки для будь-якого розподілу ймовірності сценаріїв (станів валютного ринку) його дисперсія дорівнює нулю: $\sigma_{P^*}^2 = D(R_{P^*}) = 0$. Таким чином, за цих умов ігровий підхід на базі платіжної матриці $R = (r_{kj})$ дозволяє знайти безризиковий «валютний кошик», причому в полі будь-якої інформаційної ситуації. Більш того, у ситуації I_s , коли економічне середовище активно протидіє досягненню найбільшої ефективності рішень, формування суб'єктом ризику «валютного кошика» можливе лише на базі теоретико-ігрових методів.

Зазначимо, що у полі першої інформаційної ситуації (I_1) формування «валютного кошика» з мінімальною дисперсією може ґрунтуватись також на розв'язанні парної гри з нульовою сумою, коли за платіжну використовується коваріаційна матриця $C = (c_{kj}, k = 1, \dots, m; j = 1, \dots, m)$.

8.8. МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ РЕЗЕРВІВ НА ПОКРИТТЯ КРЕДИТНИХ РИЗИКІВ

Маючи на меті зниження кредитних ризиків цілком зрозумілою є необхідність формування комерційними банками страхових резервів на покриття можливих збитків від кредитної діяльності. На сьогодні комерційні банки зобов'язані формувати резерв для відшкодування можливих втрат за позиками згідно із Положенням про порядок формування і використання резерву для відшкодування втрат за позиками комерційних банків, затвердженим Національним банком України.

Резерв регулюється періодично залежно від обсягів фактичної заборгованості та класифікаційної групи, до якої віднесена конкретна позичка. Класифікаційна група визначається за оцінкою фінансового стану позичальника і перспектив його розвитку та за оцінкою погашення позичальником кредитної заборгованості за основним боргом і відсотками.

Фінансовий стан позичальника та перспективи його розвитку дають можливість віднести його до однієї з категорій:

- клас «А» — фінансова діяльність дуже добра і дозволяє погашати основну суму боргу та відсотки у встановлені строки. Одночасно можна дійти висновку, що фінансова діяльність і надалі здійснюватиметься на такому ж високому рівні;
- клас «Б» — фінансова діяльність добра або дуже добра, але немає можливості підтримувати її на цьому рівні протягом тривалого часу;
- клас «В» — фінансова діяльність задовільна, але спостерігається чітка тенденція до погіршення;
- клас «Г» — фінансова діяльність погана і спостерігається чітка циклічність протягом коротких періодів;
- клас «Д» — фінансова діяльність свідчить про збитки і, очевидно, що ні основна сума позики, ні відсотки за нею не можуть бути сплачені.

Погашення позичальником кредитної заборгованості за основним боргом та за відсотками оцінюється таким чином:

- «добре» — якщо заборгованість за позичкою та відсотками сплачується у встановлені строки, а також якщо позику пролонговано один раз строком не більше ніж на 30 днів;
- «слабке» — якщо прострочена заборгованість за позичкою та відсотками не перевищує 90 днів, а також по заборгованості із загальним строком пролонгації від 30 до 90 днів;
- «недостатнє» — якщо прострочена заборгованість за позичкою та відсотками становить понад 90 днів, а також по заборгованості за позичкою із загальним строком пролонгації понад 90 днів.

Таблиця 8.1

ОФІЦІЙНІ ОЦІНКИ КРЕДИТНОГО ПОРТФЕЛЯ БАНКІВ

Фінансовий стан (клас)	Погашення заборгованості		
	добре	слабке	недостатнє
А	стандартні	під контролем	субстандартні
Б	під контролем	субстандартні	сумнівні
В	субстандартні	сумнівні	безнадійні
Г	сумнівні	безнадійні	безнадійні
Д	безнадійні	безнадійні	безнадійні

На підставі класифікації позичок банк створює резерв за кожною групою позичок у таких розмірах:

- стандартні — 2 %;
- під контролем — 5 %;
- субстандартні — 20 %;
- сумнівні — 50 %;
- безнадійні — 100 %.

При визначенні обсягу резерву сума заборгованості за групами позичок зменшується на вартість:

- гарантії уряду України;
- гарантії банків, зареєстрованих у країнах, віднесених Національним банком України до категорії «А»;
- грошових вкладів і депозитів позичальника, розміщених у банку, що надає позичку;
- майна, оформленого під заставу, та майнових прав позичальника, оцінених за ринковою вартістю з урахуванням практичної складності реалізації заставленого майна.

Комерційні банки повинні формувати загальний і спеціальний резерви. Загальний резерв формується за стандартними позичками за рахунок відрахувань від чистого прибутку, спеціальний резерв — за нестандартними позичками за рахунок збільшення валових витрат у розмірі, що не перевищує 40 % від загальної суми заборгованості за кредитами, та за рахунок чистого прибутку у залишку необхідної суми.

Аналіз принципів формування страхових резервів на покриття можливих збитків від кредитної діяльності виявляє ряд суттєвих недоліків, а саме:

- розглянутий порядок формування резервів вимагає досить жорсткого віднесення кредиту до однієї з груп позичок, однак

очевидним є той факт, що позички, віднесені до однієї класифікаційної групи, можуть мати різну ймовірність збитків;

- графік формування резервів жодним чином не пов'язаний з фактичними строками закінчення дії кредитних угод;

- основна мета формування резервів — перерозподіл доходів і прибутку банку на користь резервного фонду на покриття можливих збитків за позичками банку. Наслідками такого принципу формування резервного фонду є збільшення капіталу банку та зменшення бази оподаткування, однак інших вимог до реальних грошових коштів, що відповідають фактичному обсягу створених фондів, окрім 30 % резервування коштів на коррахунку, немає.

Враховуючи наведені недоліки, пропонується застосування альтернативного принципу формування резервного фонду на покриття можливих збитків за позичками комерційних банків, який насамперед ставить за мету забезпечення ліквідності банку.

Кредитний портфель банку можна подати у вигляді таблиці 8.2.

Таблиця 8.2

Дата надання позички	T'_1	T'_2	...	T'_q	...	T'_Q
Дата повернення позички	T''_1	T''_2	...	T''_q	...	T''_Q
Сума позички	S_1	S_2	...	S_q	...	S_Q
Ймовірність збитків	p_1	p_2	...	p_q	...	p_Q
Сума прогнозованих збитків	$S_1 p_1$	$S_2 p_2$	...	$S_q p_q$	...	$S_Q p_Q$

Тобто на кожну дату T''_q прогнозується обсяг можливих збитків $S_q p_q$. Втрата частини боргу впливає не тільки на фінансовий результат діяльності банку, але й робить досить імовірним порушення ліквідності, оскільки строк повернення кредиту, як правило, синхронізується зі строком виконання банком своїх зобов'язань.

Пропонується створювати фонд відшкодування можливих втрат за позичками комерційних банків у вигляді високоліквідних активів (облігацій внутрішньої державної позики, міжбанківських кредитів під заставу ОВДП зі строком погашення, близьким до строку погашення міжбанківського кредиту, міжбанківських кредитів під заставу валютних коштів та ін.) зі строком

погашення, що збігається з датою настання можливих збитків, та у розмірах очікуваних збитків. Створення такого фонду проводиться як у момент надання позички, так і протягом дії кредитних угод рівними частинами.

Отже, при формуванні резервів у вигляді високоліквідних активів необхідно, щоб на момент погашення q -ї позички обсяг сформованого резерву дорівнював сумі прогнозованих збитків (Z_q), де

$$Z_q = S_q \cdot p_q, \quad q = 1, \dots, Q. \quad (8.92)$$

Позначимо термін (відрізок часу), на який надається q -та позичка, через τ_q :

$$\tau_q = T_q'' - T_q', \quad q = 1, \dots, Q. \quad (8.93)$$

Можливі такі основні стратегії формування резервів:

1. Резерви формуються на момент надання позички.
2. У момент надання позички формується лише деяка частина резерву (a_q), решта — рівними частинами (C_q) L_q разів за рівні інтервали часу протягом періоду, на який надана позичка.

Для реалізації поставлених цілей скористаємося відповідними моделями і технікою фінансових обчислень на основі складних відсотків (подамо необхідні формули).

Нехай початковий капітал (кошти) вкладається комерційним банком у високоліквідні цінні папери, які слугують за резерв. Це здійснюється у момент t_0 (для зручності приймемо, що $t_0 = 0$). Нехай обсяг коштів становить K грн. Як відомо, при нарахуванні складних відсотків протягом n років кінцеве значення нагромаджених коштів (майбутня вартість початкового капіталу K) $FV(K)$ обчислюється за такою формулою:

$$FV(K) = K \cdot (1 + R)^n, \quad (8.94)$$

де R — річна ставка відсотка (доходу).

Аналогічно теперішня (поточна) вартість $PV(K)$ коштів K , які надійдуть через n років, дорівнює:

$$PV(K) = K \cdot (1 + R)^{-n}. \quad (8.95)$$

Зауважимо, що формули (8.94) і (8.95) є правильними як для цілочисельних, так і для дробових значень n , якщо враховувати, що вибрана альтернатива передбачає сплату відсотків (R) та їх

реінвестування один раз на рік. Тобто, величина n — кількість років у розглядуваному інтервалі часу τ . (Наприклад, якщо $\tau = 60$ діб, то $n = 60/365 \approx 0,164$, а якщо $\tau = 37$, місяців, то $n = 37/12 \approx 3,083$.)

Якщо за альтернативу розглядаються фінансові інвестиції у відсоткові цінні папери з нормою відсотка R річних, а сплати здійснюються m разів на рік рівними частинами через рівні інтервали часу, то формула для обчислення майбутньої вартості, накопиченої впродовж n років, сьогоднішніх коштів (K) матиме такий вигляд:

$$FV(K) = K \cdot (1 + R/m)^{nm}. \quad (8.96)$$

Відповідно, сьогоднішня (поточна) вартість суми K , котра надійде через n років, дорівнюватиме:

$$PV(K) = K \cdot (1 + R/m)^{-nm}. \quad (8.97)$$

У граничному випадку (так званої неперервної капіталізації відсотків), якщо період обчислення складного відсотка вважати нескінченно малим (m прямує до нескінченності, тобто відсоток сплачується та реінвестується неперервно), формули (8.96) та (8.97) набудуть відповідно вигляду:

$$FV(K) = K \cdot e^{R_n n}, \quad (8.98)$$

$$PV(K) = K \cdot e^{-R_n n}, \quad (8.99)$$

де R_n — річна ставка неперервних відсотків; n — кількість років (у загальному випадку — дріб); e — основа натуральних логарифмів: $e = 2,718272$.

Неперервним складним відсотком є сенс користуватися в теоретичних викладках, оскільки він допускає використання елементів диференційного числення. Нарахування з неперервним складним відсотком зручно виконувати також при невеликих інтервалах часу тощо. Зауважимо, що необхідно перераховувати відсотки, що нараховуються m разів на рік, в еквівалентні їм неперервні відсотки (R_n). Це можна здійснити за формулою:

$$R_n = m \cdot \ln(1 + R/m), \quad (8.100)$$

де R — річна ставка відсотків.

Розглянемо детальніше основні стратегії формування страхового фонду на покриття можливих збитків за позичками комерційних банків [84].

Стратегія 1

Так, використовуючи формулу (8.95) та маючи необхідну інформацію стосовно наведених у табл. 8.2 можливих (імовірних) значень збитків $Z_q (q = 1, \dots, Q)$, зумовлених кредитним ризиком, яким обтяжені відповідні позики, можна обчислити обсяг резервів $C_q (q = 1, \dots, Q)$, які необхідно сформувати у вигляді високоліквідних активів (наприклад, високоліквідних цінних паперів) відразу після надання позички (у момент $T'_q, q = 1, \dots, Q$). Враховуючи те, що цінні папери, як правило приносять дохід, річна норма відсотку яких R відома, маємо:

$$Z_q = C_q \cdot (1 + R)^{n_q} \quad q = 1, \dots, Q, \quad (8.101)$$

де n_q — кількість років (обчислюється на основі значень термінів τ_q , на які надано позички). Звідси — обсяг необхідних резервів:

$$C_q = Z_q \cdot (1 + R)^{-n_q}, \quad q = 1, \dots, Q. \quad (8.102)$$

Значення C_q можна легко обчислити, скориставшись для цього моделлю неперервної капіталізації відсотків згідно з формулою (8.98). У такому разі маємо такий вираз:

$$C_q = Z_q \cdot e^{-R_n n_q}, \quad q = 1, \dots, Q, \quad (8.103)$$

де R_n обчислюється згідно з (8.100).

Стратегія 2

Базовий варіант цієї стратегії ґрунтується на принципі формування резервів на покриття кредитних ризиків рівними частинами $\Delta C_q (q = 1, \dots, Q)$ L_q разів протягом інтервалу $\tau_q (q = 1, \dots, Q)$, на який надається позичка ($L_q \geq 1$).

Для побудови дискретної моделі, яка б адекватно описувала дану стратегію та давала можливість обчислити величину ΔC_q , скористаємося анuitетом та знаходженням його теперішньої вартості [81].

Теперішню (поточну) вартість T -річного анuitету можна обчислити за формулою:

$$PVA = \sum_{t=1}^T \frac{A}{(1+R)^t}, \quad (8.104)$$

де PVA — теперішня вартість анuitету; A — суми, що сплачуються за певний проміжок часу (рік); R — річна ставка дисконту; T — кількість років.

Потрібно, щоб банк сформував такий обсяг резерву (кількома рівними між собою частинами), який дорівнював би обсягам можливих збитків Z_q ($q = 1, \dots, Q$) до запланованого в угоді моменту повернення позички.

Необхідно, щоб виконувалася умова:

$$Z_q = \left\{ \Delta C_q \sum_{l_q=1}^{I_q} \frac{1}{(1+R)^{\wedge n_q}} \right\} (1+R)^{n_q}, \quad q = 1, \dots, Q, \quad (8.105)$$

де R — річна ставка дисконту; n_q — інтервал часу, вимірюваний у роках, адекватний інтервалу τ_q , на який видається q -та позичка ($q = 1, \dots, Q$); Δn_q — однакові між собою підінтервали часу, які відповідають кількості разів поетапного рівномірного формування резервного фонду на інтервалі n_q :

$$\Delta n_q = n_q / (I_q + 1). \quad (8.106)$$

Введемо таке позначення:

$$V_q = 1 / (1+R)^{\wedge n_q}. \quad (8.107)$$

Підставляючи (8.107) у (8.105), маємо:

$$Z_q = \Delta C_q \cdot \left[\sum_{l_q=1}^{I_q} V_q^{l_q} \right] \cdot (1+R)^{n_q}, \quad q = 1, \dots, Q. \quad (8.108)$$

Вираз у дужках є сумою геометричної прогресії, тому отримаємо:

$$Z_q = \Delta C_q \cdot \frac{V_q (V_q^{I_q} - 1) \cdot (1+R)^{n_q}}{V_q - 1}.$$

Звідси маємо:

$$\Delta C_q = Z_q \cdot \frac{V_q - 1}{V_q (V_q^{I_q} - 1) \cdot (1+R)^{n_q}}, \quad q = 1, \dots, Q. \quad (8.109)$$

Підставляючи (8.107) в (8.109), запишемо остаточно:

$$\Delta C_q = Z_q \cdot \frac{1 - (1+R)^{\wedge n_q}}{(1+R)^{\wedge n_q} - (1+R)^{n_q}}, \quad q = 1, \dots, Q. \quad (8.110)$$

Формула (8.110) визначає обсяги коштів ΔC_q , на які банку доцільно купувати L_q разів протягом інтервалу τ_q високоліквідні активи, щоб сформувати необхідні резерви, пов'язані з кредитним ризиком, збитки від якого становлять Z_q .

Для побудови економіко-математичної моделі, яка ґрунтується на принципах неперервної капіталізації, введемо таке поняття, як інтенсивність формування резервів (b_q , $q = 1, \dots, Q$) протягом відповідного інтервалу τ_q .

Як і раніше, величина n_q — це кількість років (взагалі кажучи, дробова величина, яка вимірює інтервал τ_q).

У такому разі маємо:

$$\Delta C_q = b_q \Delta n_q, \quad q = 1, \dots, Q. \quad (8.111)$$

Справедливою є така рівність:

$$Z_q \cdot e^{-R_n n_q} = b_q \int_0^{n_q} e^{-R_n t} dt, \quad (8.112)$$

звідки одержимо:

$$Z_q \cdot e^{-R_n n_q} = \frac{b_q (1 - e^{-R_n n_q})}{R_n}. \quad (8.113)$$

Отже,

$$b_q = \frac{Z_q R_n e^{R_n n_q}}{(1 - e^{-R_n n_q})}. \quad (8.114)$$

Підставляючи в (8.147) вираз (8.144), остаточно одержимо:

$$\Delta C_q = \frac{n_q Z_q R_n e^{R_n n_q}}{(L_q + 1) (1 - e^{-R_n n_q})}, \quad q = 1, \dots, Q. \quad (8.115)$$

Зазначимо, що стратегія 2 має кілька модифікацій. Зокрема, можна допустити, що в момент надання позички банк формува-

тиме певну частку необхідного резерву в обсязі $a_q (a_q < Z_q)$, $q = 1, \dots, Q$. Решта резервів формується рівними частками за рівні підінтервали часу. У моделях неважко врахувати той факт, що відсотки нараховуються кілька разів на рік ($m > 1$) тощо.

Стратегія поступового створення резервного фонду є досить гнучкою, бо дає можливість адаптивно управляти резервами. Здійснюючи моніторинг щодо фінансово-економічного стану позичальників і ступеня кредитного ризику, пов'язаного з наданням позички, банк у змозі уточнювати ймовірність настання можливих збитків, а, отже, й відповідним чином управляти обсягом резервів.



Бібліографія

1. *Абрамов А. П., Иванов Ю. П.* Физика и математическая экономика. — М.: Знание, 1991. — 48 с.
2. *Абчук В. А.* Теория риска в морской практике. — Л., 1983.
3. *Аверкин А. Н., Батыриин И. З., Блишун А. Ф.* Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под ред. Д. А. Поспелова. — М.: Наука 1986. — 312 с.
4. *Аверкин А. Н.* Построение нечетких моделей мира для планирования в условиях неопределенности. — В кн.: Семиотические модели при управлении большими системами. — М.: АН СССР, 1979. — С. 69—73.
5. *Акофф Р.* Планирование в больших экономических системах. — М.: Советское радио, 1972. — 223 с.
6. *Алексеев І. В., Захарчук О. В., Рим Н. Н.* Банківський маркетинг. — Львів: Львівський банківський коледж Нац. банку України, 1998. — 96 с.
7. *Альгин А. П.* Грани экономического риска. — М.: Знание, 1991. — 64 с.
8. *Альгин А. П.* Риск и его роль в общественной жизни. — М.: Мысль, 1989 — 187 с.
9. *Аналіз вигід і витрат: Практ. посіб. / Секретаріат Ради Скарбниці Канади: Пер. з англ.* — К.: Основи, 1999. — 175 с.
10. *Анализ эффективности капиталовложений // Финансовая тема.* — 1999. — №3. — С. 1—10.
11. *Андерсон Т.* Статистический анализ временных рядов. — М.: Мир, 1976. — 755 с.
12. *Андрейчиков А. В., Андрейчикова О. Н.* Анализ, синтез, планирование решений в экономике. — М.: Финансы и статистика, 2000. — 368 с.
13. *Ансофф И.* Стратегическое управление. — М.: Экономика, 1989. — 519 с.
14. *Бабаев Ф. В.* Оптимальный раскрой материалов с помощью ЭВМ. — М.: Машиностроение, 1989. — 168 с.
15. *Бабенко И. П.* Бухгалтерский терминологический словарь. — СПб., 1909.
16. *Бабо А.* Прибыль. — М.: Прогресс, 1993. — 176 с.
17. *Балабанов И. Т.* Риск-менеджмент. — Финансы и статистика, 1996.
18. *Балабанов И. Т.* Финансовый менеджмент. — М.: Финансы и статистика, 1994. — 224 с.
19. *Балаиов О. В.* Принятие бизнес-решений: стратегия, методы, психология. — Одесса: ОКФА, 1996. — 152 с.

20. Банковское дело / Под ред. О. Л. Лаврушина. — М.: Банковский и биржевый научно-консультационный центр, 1992. — 428 с.
21. Беренс В., Хавренек П. Руководство по оценке эффективности инвестиций. — М.: Мир, 1995.
22. Бешелев С. Л., Гурвич Ф. Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. — М.: Статистика, 1980. — 159 с.
23. Бир Ст. Кибернетика и управление производством. — М.: Физматгиз, 1963. — С. 220.
24. Бирман Г., Шмидт С. Экономический анализ инвестиционных проектов: Пер. с англ. — М: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. — 631 с.
25. Бланк И. А. Инвестиционный менеджмент. — К.: МП «ИТЕМ» ЛТД, «Юнайтед Лондон Трейд Лимитед», 1995. — 448 с.
26. Блекуэлл Д., Гиршик М. А. Теория игр и статистических решений. — М.: ИЛ, 1958. — 318 с.
27. Бойделл Т. Как улучшить управление организацией: Пособие для руководителей. — М.: ИНФРА-М — АОЗТ «Премьер», 1995.
28. Болч Б., Хуань К. Дж. Многомерные статистические методы для экономики. — М.: Статистика, 1979. — 316 с.
29. Борисов А. Н., Алексеев А. В., Крумберг О. Д. Модели принятия решений на основе лингвистической переменнйой. — Рига: Зинатпе, 1982. — 256 с.
30. Борисов А. Н., Меркурьева Г. В. Формирование и свойства лингвистических лотерей в моделях анализа решений. — В кн.: Принятие решений в условиях нестатистической неопределённости. — Рига, РПИ, 1982. — С. 19—26.
31. Бочарников В. П. Fuzzy-технология: Математические основы. Практика моделирования в экономике. — СПб.: Наука «РАН», 2001.
32. Брейли Р., Майерс С. Принципы корпоративных финансов: Пер. с англ. — М.: ЗАО «Олимп — Бизнес», 1997. — 1120 с.
33. Брідхем Є. Основи фінансового менеджменту. — К.: Молодь, 1997
34. Бурроу К. Основы страховой статистики. — М.: Анкил, 1994. — 96 с.
35. Бусленко В. П. Автоматизация имитационного моделирования сложных систем. — М.: Наука, 1977. — 239 с.
36. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем. — М.: Паука, 1978. — 399 с.
37. Ваганов П. А., Ман-Сунг Им. Экономический риск: Учеб. пособие. — СПб.: Изд-во СПб ун-та, 1999. — 116 с.
38. Ван Хорн Дж. К. Основы управления финансами: Пер. с англ. — М.: Финансы и статистика, 1996. — 799 с.
39. Введение в технику работы с таблицами решений (Фрайтаг Г.), Года В., Якоби Х. и др. — М.: Энергия, 1979. — 88 с.
40. Вейл П. Искусство менеджмента: Пер. с англ. — М.: Новости, 1993.
41. Венцель Е. С. Исследование операций: задачи, принципы методологии. — М.: Паука, 1980. — 208 с.
42. Верченко П. І., Вітлінський В. В., Компаніченко О. С. Аналіз зваженого середньогометричного як функції корисності в проблемах прийняття рішень обтяжених ризиком // Вчені записки. — К.: КНЕУ, 1998. — Вип. 1. — С. 184—189.
43. Верченко П. І., Сарана М. А. Оптимізація структури портфеля цінних паперів з використанням семиваріації як міри ризику // Моделі управління в

рыночной экономике: Сб. научн. трудов. — Донецк: Дон НУ, 2002. — С. 145—152.

44. *Виленский П. Л., Лившиц В. Н., Орлова Е. Р., Смоляк С. А.* Оценка эффективности инвестиционных проектов. — М.: Дело, 1998.

45. *Вилкас Э. Й., Майминс Е. З.* Решения, теория, информация, моделирование. — М.: Радио и связь, 1981. — 328 с.

46. *Вилкас Э. Й.* Оптимальность в играх и решениях. — М.: Наука, 1990. — 256 с.

47. *Винер Н.* Творец и робот. — М.: Прогресс, 1966. — С. 100.

48. *Витлинский В. В., Абрамова Л. В., Анистратенко А. Я., Федориев З. В.* Внедрение системы диалогового проектирования технологических процессов // Строительные и дорожные машины. — 1987. — № 1. — С. 28—29.

49. *Витлинский В. В.* Автоматизация управления раскройно-заготовительным производством // Строительные и дорожные машины. — 1986. — № 8. — С. 11—14.

50. *Витлинський В. В.* Актуальні проблеми ризикології. — К.: КДЕУ, 1996. Деп. в ДНТБ України. №Ук96. — 40 с.

51. *Витлинський В. В.* Алгоритм підтримки процесів прийняття рішень на базі печітких опіток // Машипа обробка інформації. — 1995. — Вип. 56. — С. 99—106.

52. *Витлинський В. В.* Аналіз, оцінка і моделювання економічного ризику. — К.: ДЕМІУР, 1996. — 212 с.

53. *Витлинський В. В.* Аналіз та моделювання ризику проектів. — К.: КДЕУ, 1995. Деп. в ДНТБ України 13.12.95. — № 2659 — Ук95. — 17 с.

54. *Витлинський В. В., Великоіваненко Г. І., Паконечний Я. С., Чернарівський О. В.* Поглиблений кількісний аналіз кредитоспроможності позичальника як спосіб зниження ризику // Банківська справа. — 1998. — № 6.

55. *Витлинський В. В., Великоіваненко Г. І.* Фінансовий ризик і методи його вимірювання // Фінанси України. — 2000. — № 5. — С. 13—23.

56. *Витлинський В. В., Великоіваненко Г. І., Верченко П. І.* Системне використання об'єктивних і суб'єктивних показників ризику у фінансово-економічній сфері // Фінанси України. — 2000. — № 12. — С. 16—24.

57. *Витлинський В. В., Верченко П. І.* Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком: Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. — К.: КНЕУ, 2000. — 292 с.

58. *Витлинський В. В.* Врахування ризику в стратегічному менеджменті // Тези доп. на науково-методичній конференції «Проблеми економічної кібернетики». — Донецьк: ДЛУ, 1995.

59. *Витлинський В. В.* Вибір інноваційних проектів в умовах ризику на базі нечіткої ієрархічної багатокритеріальної моделі // Тезиси докл. на міжнарод. научно-практ. конференції «Економіческие проблемы развития промышленного производства». — Одесса: ОПИ. 1995.

60. *Витлинський В. В.* Вплив дисципліни «Економічний ризик і методи його вимірювання» на формування економістів сучасної генерації // Тези доп. на науково-методичній конференції «Контроль навчання в забезпеченні якості освіти». — К.: КДЕУ, 1996.

61. *Витлінський В. В.* Врахування ризику та інфляції в моделюванні та оцінюванні інвестиційних проєктів. — К.: КДЕУ, 1995. Деп. в ДНТБ України 20.02.95. — № 497 — Ук95. — 11 с.

62. *Витлінський В. В.* Екопомічний ризик: гносеологічні аспекти та проблеми розвитку теорії // Проблеми екопомічного ризику: аналіз та управління: Зб. наук. праць за матеріалами Першої Всеукр. наук.-практ. конференції. (26—28 жовтня 1998 р.) — К.: КНЕУ, 1998.

63. *Витлинский В. В.* Экономический риск и проблемы его моделирования в приятии решений // Деловая Украина. — 1994. — № 79. — С. 5.

64. *Витлінський В. В.* Екопомічний ризик: системний аналіз, менеджмент. — К.: КДЕУ, 1994. — Деп. в ДНТБ України 17.10.94 р. — № 2035—Ук94. — 245 с.

65. *Витлінський В. В.* Елементи якісного аналізу економічного ризику та поводження його суб'єктів // Машинна обробка інформації. — 1996. — Вип. 58. — С. 120—134.

66. *Витлинский В. В., Егидис Б. М., Ласковенко Э. К.* Способ расчёта рас-пределённой во времени производственной программы в некоторых типовых моделях оптимизации технологии // Машинная обработка информации. — 1984. — Вып. 39. — С. 86—90.

67. *Витлінський В. В.* Класифікація фінансово-екопомічного ризику. — К.: КДЕУ, 1996. — Деп. в ДНТБ України 21.05.96. № 1244-Ук96. — 25 с.

68. *Витлинский В. В., Коваленко В. Г.* Автоматизация проектирования карт раскроя металлопроката // Строительные и дорожные машины. — 1984. — № 6. — С. 5.

69. *Витлинский В. В., Коваленко В. Г., Велединская Л. Ф.* Система автоматизированного проектирования карт раскроя листового металлопроката // Строительные и дорожные машины. — 1986. — № 11. — С. 6—7.

70. *Витлінський В. В.* Машинна обробка інформації, по управлінню запасами з урахуванням ризику // Машинна обробка інформації. — 1995. — Вип. 56. — С. 126—130.

71. *Витлинский В. В., Михайловский П. К.* Опыт внедрения и концепция развития интегрированных САПР // Тезисы Всесоюзного семинара по автоматизации инженерного труда «Жизнь и компьютер-91». — Харьков, 1991. — С. 130—132.

72. *Витлинский В. В., Михайловский П. К.* Опыт и перспективы создания интегрированной автоматизированной системы технологической подготовки производства машиностроительных предприятий // Материалы школы «Программное обеспечение САПР». — Тверь: ВДНХ СССР, НИО «Центрирограмм-систем», 1991. — С. 6—7.

73. *Витлінський В. В.* Моделювання раціональної структури портфеля // Машинна обробка інформації. — 1996. — Вип. 58. — С. 71—83.

74. *Витлінський В. В.* Моделювання ризику в менеджменті й питанні етики // Тезиси докл. на міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми економіки і совершенствование подготовки экономических кадров в условиях перехода к рынку». — Запорожье, ЗИЭИИТ, 1995. — С. 127—129.

75. *Витлінський В. В.* Моделювання ризику в типових технологічних задачах в складі автоматизованих систем управління виробництвом. — К.: КДЕУ. Деп. в ДНТБ України 13.12.95. — № 2658 — Ук95. — 12 с.

76. *Вітлінський В. В.* Моделювання ризику в трансформаційному менеджменті. — К.: КДЕУ, 1995. — Деп. у ДНТБ України 5.10.95. — № 753 — Ук95. — 14 с.

77. *Вітлінський В. В.* Моделювання ризику проектів на базі суб'єктивних оцінок // Актуальные проблемы экономики. — Севастополь: СТУ, 1996. — С. 67—79.

78. *Вітлінський В. В.* Моделювання та оптимізація ризику в стратегічному менеджменті // Машинна обробка інформації. — 1995. — Вип. 57. — С. 91—102.

79. *Вітлінський В. В., Наконечний С. І.* Проблеми моделювання економічного ризику // Тези доповіді на респ. науково-практичній конференції «Комп'ютеризація статистичних розрахунків для оцінки і прогнозування мікро- та макроекономічних чинників у розвитку економіки» — Полтава: ІКІ, 1994. — С. 18.

80. *Вітлінський В. В., Наконечний С. І.* Економічний ризик і проблеми його моделювання. — К.: КДЕУ, 1993. Деп. у ДНТБ України 20.12.93. — №2499 — Ук93. — 8 с.

81. *Вітлінський В. В., Наконечний С. І.* Ризик у менеджменті. — К.: Борисфен-М, 1996. — 336 с.

82. *Вітлінський В. В., Наконечний С. І., Соколов В. А.* Програма, методичні вказівки та навчальні завдання для проведення практичних занять і лабораторних робіт з курсу «Економічний ризик і методи його вимірювання». — К.: КДЕУ, 1995. — 109 с.

83. *Вітлінський В. В., Наконечний С. І., Шаранов О. Д.* Економічний ризик і методи його вимірювання: Підручник. — К.: ІЗМП, 1996. — 400 с.

84. *Вітлінський В. В., Наконечний Я. С.* Методи формування резервів на покриття кредитних ризиків // Фінанси України. — 1998. — № 12. — с. 46—54.

85. *Вітлінський В. В.* Нечітка багатокритеріальна ієрархічна модель підтримки процесів прийняття рішень. — К.: КДЕУ, 1994. Деп. в ДНТБ України 14.12.94. — № 2439 — Ук94. — 33 с.

86. *Вітлінський В. В.* Основні засади управління ризиком в бізнесі // Машинна обробка інформації. — 1995. — Вип. 57. — С. 12—23.

87. *Вітлінський В. В.* Оцінка інвестиційних проектів з урахуванням ризику. — К.: КДЕУ, 1995. — Деп. в ДНТБ України 13.12.95. — № 2660 — Ук95. — 14 с.

88. *Витлинский В. В., Пластовец А. А., Приходько Б. Б.* Использование персональных ЭВМ в САПР технологического назначения // Строительные и дорожные машины, 1990, № 2. — С. 23—24.

89. *Витлинский В. В.* Разработка методологии и математических моделей системой увязки задач оперативного рационального раскроя металлопроката в составе интегрированной системы управления. — К.: КИНХ, 1984. Деп. в УкрНИИНТИ 10.12.1984. — № 1282-Ук84. — 14 с.

90. *Витлинский В. В.* Риск — категория экономическая. От стратегического планирования к стратегическому менеджменту // Деловая Украина. — Май 1995. — № 40. — С. 2.

91. *Витлинский В. В.* Сделать важный шаг: Выбор инновационных проектов с оправданным риском // Деловая Украина. — 1995. — № 19—20. — С. 5.

92. *Вітлінський В. В.* Система кількісних оцінок економічного ризику // Тези доп. на науково-методичн. конференції «Методологічні принципи викла-

дання та засвоєння економіко-математичних і комп'ютерних знань на бакалаврському та магістрському рівнях». — К.: КДЕУ, 1995.

93. *Вітлінський В. В., Сігал А. В.* Проблеми формування «валютного кошика» // Фінанси України №2, 1999. — С. 108—110

94. *Вітлінський В. В., Сігал А. В.* Управління портфельним ризиком в умовах нестабільності // Ризикологія в економіці та підприємстві: 36. Наук. праць / За матеріалами міжнар. Наук.-практ. конф. — К.: КНЕУ, АДПС України, 2001.

95. *Витлинский В. В.* Совершенствование и системная увязка задач расчёта годового плана предприятия с задачами нормирования расхода материальных ресурсов в АСУ. — К.: КИНХ, 1984. Деп. в УкрНИИНТИ 10.12.1984, №1281-Ук84. — 9 с.

96. *Вітлінський В. В.* Становлення теорії економічного ризику (ризикології) — К.: КДЕУ, 1996. Деп. в ДНТБ України 21.05.1996, №1245 — Ук96. — 22 с.

97. *Вітлінський В. В.* Сутність та аналіз причин виникнення економічного ризику. — К.: КДЕУ, 1996. Деп. в ДНТБ України 06.06.1996, №1341 — Ук96. — 44 с.

98. *Вітлінський В. В.* Урахування ризику в типових організаційно-технічних задачах управління виробництвом. // Актуальные проблемы экономики. — Севастополь: СТУ, 1996. — С.114—126.

99. *Внукова И. И.* Практика страхового бизнеса. — К.: Либра, 1994. — 176 с.

100. *Воблий К. Г.* Основы экономики страхования. — М., 1995.

101. *Воробьев Н. Н.* Теория игр для экономистов-кибернетиков. — М.: Наука, 1985. — 213 с.

102. В поисках совершенства управления: руководство для высшего управленческого персонала. — М.: МПНИПУ, 1996.

103. *Габровски Радослав, Илиев Боян.* Корпоративен риск мениджмънт. — Свищов: Академично изд-во «Цепов». — 2000. — С. 72.

104. *Гафт М. Г.* Принятие решений при многих критериях. — М.: Знание, 1979. — 64 с.

105. *Герасимов Б. М., Тарасов В. А., Токарев И. В.* Человеко-машинные системы принятия решений с элементами искусственного интеллекта. — К.: Наукова думка, 1993.

106. *Гермейер Ю. Б.* Игры с непротивоположными интересами. М.: Наука, 1976. — 327 с.

107. *Глуценко В. В.* Управление рисками. Страхование. — г. Железнодорожный, Москов. обл.: ТОО НПУ «Крылья», 1999.

108. *Глуценко В. В., Глуценко И. И.* Разработка управленческого решения. Прогнозирование проектирования экспериментов. — г. Железнодорожный, Москов. обл.: ТОО НПУ «Крылья», 1999.

109. *Гордон Т. Дж.* Новые подходы к методу Дельфы // Научно-техническое прогнозирование для промышленных и правительственных учреждений. — М.: Прогресс, 1972.

110. *Грабовый И. Г., Петрова С. И., Полтавцев С. И. и др.* Риски в современном бизнесе. — М.: Аланс, 1994. — 200 с.

111. *Даль В.* Толковый словарь живого великорусского языка. Т.IV. — М., 1882. — с. 31.
112. *Дамари Р.* Финансы и предпринимательство: Финансовые инструменты, используемые западными фирмами для роста и развития организаций. — Ярославль: Елеп, 1993. — 223 с.
113. *Де Гроот М.* Оптимальные статистические решения. — М.: Мир, 1974. — 496 с.
114. *Джонсон Дж.* Экономические методы. — М.: Статистика, 1980. — 446 с.
115. *Дорин А. В.* Экономическая социология. Учебное пособие. — Мп.: ИП «Экоперспектива», 1997. — 254 с.
116. *Доробыцкий П. П.* Проектирование автоматизированных информационных систем: организации и управления. — М.: Финансы и статистика, 1992.
117. *Драганов Х., Илие Б., Каменов К.* Управление на риска във фирмата. — Свищов, 1993. — С. 31—32
118. *Драйтер Н., Смит Г.* Прикладной регрессионный анализ. Кн.1 и 2. — М.: Финансы и статистика, 1982. — 392 с.
119. *Дюбин Г. Н. Суздаль В. Г.* Введение в прикладную теорию игр. — М.: Наука, 1981. — 336 с.
120. *Дюбуа Д., Прад А.* Теория возможностей. Приложения к представлению знаний в информатике. : Пер. с фран. — М.: Радио и связь, 1990.
121. Экономическая безопасность: вопросы реализации государственной стратегии. — М.: Знания, 1998.
122. Экономическая стратегия фирмы /Под ред. *Градова А. П.* — СПб.: Специальная литература, 1995. — 414 с.
123. Економічний ризик: ігрові моделі: Навч. посібник / В. В. Вітлінський, П. І. Верченко, А. В. Сігал, Я. С. Наконечний; За ред. д-ра екон. наук, проф. В. В. Вітлінського. — К.: КПЕУ, 2002. — 446 с.
124. Економічний ризик та методи його вимірювання: Посібник для студентів економічних спеціальностей вузів / А. Б. Камінський. — К.: ІМФ при Київському національному університеті імені Тараса Шевченка, 2002.
125. Энциклопедический словарь бизнесмена / Под общ. ред. М. И. Молдованова. — К.: Техніка 1993. — 856 с.
126. *Энусте Ю. А., Матин А. В.* Стохастические экономические модели адаптивного оптимального планирования и проблемы их координации. — М.: Наука, 1989. — 96 с.
127. Енциклопедія кібернетики. В 2-х томах. — К.: УРЕ, 1973.
128. *Евланов Л. Г.* Теория и практика принятия решений. — М.: Энергия, 1984. — 175 с.
129. *Емельянов С. В., Ларичев О. И.* Многокритериальные методы принятия решений. — М.: Знание, 1985. — 32 с.
130. *Ермольев Ю. М.* Методы стохастического программирования. — М.: Наука, 1976. — 234 с.
131. *Ермольев Ю. М., Михалевич В. С.* Об исследованиях в области риска. — М.: ИК им. В. М. Глушкова, 1991. — 10 с. — (Препринт).
132. *Ермольев Ю. М., Ястремский А. И.* Стохастические модели и методы в экономическом планировании. — М.: Наука, 1979. — 254 с.

133. Жуковенко В. І., Паконечний С. І. Теорія ймовірності і елементи математичної статистики. — К: УМК ВО, 1991. — 251 с.
134. Жуков Е. Ф., Максимова Л. М., Маркова О. М. и др. Банки и банковские операции. Под ред. Е.Ф. Жукова. — М.: Банки и Биржи, ЮПИТИ, 1997, с. 231.
135. Жуковин В. Е. Многокритериальные модели принятия решений с неопределённостью. — Тбилиси: Мецниереба, 1983. — 105 с.
136. Жуковин В. Е. Печёткие многокритериальные модели принятия решений. — Тбилиси: Мецниереба, 1988. — 72 с.
137. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и её применение к принятию приближенных решений. — М.: Мир, 1976. — 165 с.
138. Згуровский М. З. Интегрированные системы оптимального управления и проектирования: Учебное пособие. — К.: Вища школа, 1990. — 351 с.
139. Зельнер А. Байесовские методы в эконометрии. — М.: Статистика, 1980. — 438 с.
140. Идрисов А. Б. Планирование и анализ эффективности инвестиций. — М.: PRO-INVEST CONSULTING, 1995. — 160 с.
141. Интрилигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория. — М.: Прогресс, 1975. — 606 с.
142. Иозайтис В. С., Львов Ю. А. Экономико-математическое моделирование производственных систем. — М.: Высшая школа, 1991. — 192 с.
143. Приязов Б. С. Основные показатели финансовой оценки инвестиций в рыночной экономике // Финансы, 1994, №11. — С. 22—24.
144. Канторович Л. В., Залгаллер В. А. Рациональный раскрой промышленных материалов. Изд. 2-е испр. и доп. — Новосибирск: — Наука, 1971. — 299 с.
145. Кардаш В. А. Экономика оптимального погодного риска в АПК. — М.: ВО «Агропромиздат», 1989. — 168 с.
146. Кархов А., Максименко Б. Экономические проблемы концепции приемлемого риска // Вопросы экономики, 1992, №1 — С. 63—67.
147. Кендалл М. Дж. Временные ряды. — М.: Финансы и статистика, 1981. — 199с.
148. Кини Р. Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. — М.: Наука, 1981. — 560 с.
149. Кини Р. Л. Теория принятия решений // Исследование операций, 1981. — Т. 1. — С. 481—512.
150. Кланків М. С. Питання етимології економічного ризику // Фінанси України. — № 4. — 2001. — С. 14—20.
151. Клейнер Г. Б. и др. Предприятие в нестабильной экономической среде: риски, стратегии, безопасность. — М.: ОАО «Изд-во» «Экономика», 1997.
152. Клар Дж. Системология. — М.: Радио и связь, 1990. — 44 с.
153. Кобринский Н. Е., Майминис Е. З., Смирнов А. Д. Экономическая кибернетика. — М.: Экономика, 1982. — 408 с.
154. Ковальчук К. Ф. Методи інтелектуальної підтримки прийняття економічних рішень // Автореф. дис. д.с.н.—К.: НАН України, ІК ім. В.М. Голушкова, 1996. — 32 с.

155. Колб У. Финансовые деривативы. — М.: Флинь, 1997.
156. Колемаев В. А., Староверов О. В., Турундаевский В. Б. Теория вероятностей и математическая статистика. — М.: Высшая школа, 1991.
157. Коломина М. Е. Сущность и измерение инвестиционных рисков // Финансы. — 1994. — № 4. — С. 19—26.
158. Кононенко А. Ф., Холезов А. Д., Чумаков В. В. Принятие решений в условиях неопределённости. — М.: ВЦ АН СССР, 1991. — 197 с.
159. Конституция США. — М.: ТОО «ИВАП», 1993.
160. Кофман Л., Хил Алуха Х. Введение в теорию нечетких множеств в управлении предприятиями. — Минск: Вышэйшая школа, 1992.
161. Кравец А. С. Природа вероятности. — М.: Мысль, 1976.
162. Кредитний ризик комерційного банку: Навч. посіб. / В. В. Вітлінський, О. В. Пернарівський, Я. С. Паконечний, Г. І Великоіваненко; За ред. В. В. Вітлінського. — К.: Знання, КОО, 2000. — 251 с.
163. Кредитное страхование (По материалам Великобритании). — М.: Алкил, 1992. — 232 с.
164. Ладенко И. С., Поляков В. Г. Интеллектуальные системы и информатика. — М.: Знание, 1991 — 48 с.
165. Лакуста М. Г., Шаричкова Л. Г. Риски в предпринимательской деятельности. — М.: ИНФА-М, 1998, стр. 60.
166. Ланге О. Введение в экономическую кибернетику. — М.: Прогресс, 1968.
167. Литвак Б. Г. Экспертная информация. — М.: Советское радио, 1982. — 187 с.
168. Лукашин Ю. П. Оптимизация структуры портфеля ценных бумаг // Экономика и математические методы, 1995. — Том 31. — Вып. 1 — С. 138—150.
169. Луман Н. Понятия риска // TIESIS, — 1994. — №5.
170. Льюис Р. Д. Методы прогнозирования экономических показателей. — М.: Финансы и статистика, 1986. — 130 с.
171. Льюис Р. Д., Райфа Х. Игры и решения. — М.: ИЛ, 1961. — 642 с.
172. Мазун Л. Управление политическим риском в корпорациях США. — М.: Страхование дело. — № 1. — 1997. — С. 50—51.
173. Маккримон К. Р., Вехрунг Д. Г. Приёмная риска: менеджмент неопределённости // Экономика и организация промышленного производства. — 1991. — № 10. — С. 203—213.
174. Максимей П. В. Имитационное моделирование на ЭВМ. — М.: Радио и связь, 1988. — 232 с.
175. Максимов В. П., Григорян А. К., Корноушенко Е. К. Программный комплекс «Ситуация» для моделирования и разрешения слабоструктурированных проблем // Международная конференция по проблемам управления. Избранные труды. — М.: ИПУ РАН, том 2. — 1999. — С. 58—65.
176. Максимов В. П., Качаев С. В., Корноушенко Е. К. Анализ и управление в нестабильной среде // Банковские технологии. — № 3. — 1999. — С. 47—52.
177. Максимов Ю. П. О некоторых приложениях теории анализа риска // Математико-статистические методы в экономическом анализе и планировании. — Новосибирск: Наука, 1983. — С. 92—101.

178. *Мармоза А. Т.* Практикум по математической статистике. — К.: Высшая школа, 1990. — 191 с.
179. Математическая энциклопедия. — М.: Советская энциклопедия. — Т. 1. — 1977
180. *Медведев А. Г.* Особенности оценки и отбора инновационных проектов // *Мировая экономика и международные отношения*, 1993, №7. — С. 119—127.
181. *Мелихов А. П., Берштейн Л. С., Коровин С. Я.* Ситуационные советующие системы с нечёткой логикой. — М.: Паука, 1990. — 272 с.
182. Мепеджмент организации. — М.: «ИНФРА-М», 1997.
183. *Мертенс А. В.* Инвестиции: Курс лекций по современной финансовой теории. — К.: Киевское инвестиционное агентство, 1997.
184. *Месарович М., Такахага Я.* Общая теория систем: математические основы. — М.: Мир, 1978 — 311 с.
185. *Мескон М. Х., Альберт М., Хедоури Ф.* Основы мепеджмента: Пер. с англ. — М.: Дело, 1993.
186. *Мирзоахмедов Ф. М.* Математические модели и методы управления производством с учётом случайных факторов. — К.: Паукова думка, 1991. — 224 с.
187. *Миркин Б. Г.* Проблема группового выбора. — М.: Наука, 1974. — 215 с.
188. *Михалевич В. С., Ермольев Ю. М.* Пакет прикладных программ педиферинцируемой и стохастической оптимизации // *Исследование операций и АСУ*. — К., 1986. — Вып. 27. — С. 3—28.
189. *Моисеев Н. Н.* Математические задачи системного анализа. — М.: Наука, 1981. — 487 с.
190. *Мухачёва Э. А.* Расчёт рациональных раскросов в системе автоматизированного проектирования технологической подготовки гильотинного раскроя // *Кузнечно-штамповочное производство*. — 1982. — № 7. — С. 31—34.
191. *Наконечний С. І., Лузан І. П.* Планування виробництва і використання кормів в районних агропромислових об'єднаннях. — К.: Урожай, 1986. — 168 с.
192. Наука в современной капиталистической экономике / С. М. Никитин, Л. П. Почёвкин, А. А. Дынкин и др.); отв. ред. С. М. Никитин. — М.: Паука, 1987. — 236 с.
193. Анализ риска инвестиций с применением нечетких множеств // *Управление риском*. — № 1. — 2000.
194. *Нейман Дж., Моргенштерн О.* Теория игр и экономическое поведение. — М.: ИЛ, 1960. — 708 с.
195. Нечёткие многокритериальные модели принятия решений. — Тбилиси: Мацниереба, 1988. — 72 с.
196. Нечёткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под ред. Д. А. Поспелова. — М.: Паука, 1986. — 312 с.
197. Нечёткие множества и теория возможностей. Последние достижения: Пер. с англ. / Под ред. Р. Р. Ягера. — М.: Радио и связь, 1986.
198. *Нікбахт Е., Гротеллі А.* Фінанси. — К.: Вік, Глобус, 1992. — 383 с.
199. *Никитин С. П.* Внешняя среда экономических систем. — СПб.: Изд-во «Два-три», 1994. — 101 с.

200. *Повоселов А.* Понятие риска и методы его измерения / Моделирование и анализ безопасности, риска и качества в сложных системах: Труды международной научной школы. — СПб.: Изд-во ООО «ИПО «Омега», 2001.
201. Обработка нечёткой информации в системах принятия решений. — М.: Радио и связь, 1980. — 304 с.
202. *Овсянко Д. В., Чернова Г. В., Воронцовский А. И.* Интересы—цели—показатели: взаимосвязи и согласования. — СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 1992. — 204 с.
203. *Ойгензигт В. А.* Проблема риска в гражданском праве. — Душанбе, 1972.
204. *Омаров А. М.* Предпринимчивость и хозяйственный риск. Отраслевое и территориальное управление в условиях перестройки. — М.: Система, 1991. — 154 с.
205. *Орловский С. А.* Проблемы принятия решений при нечёткой исходной информации. — М.: Наука, 1981 — 208 с.
206. *Осадчик В.* Выбор стратегии с помощью апалитико-иерархического процесса // Проблемы теории и практики управления. — 1994. — № 6. — С. 112—118.
207. *Оттес Р., Энксон Л.* Прикладной анализ временных рядов — М.: Мир, 1982. — 428 с.
208. *Пестель Э.* За пределами роста. — М.: Прогресс, 1988. — 238 с.
209. *Первозванский А. А.* Математические модели в управлении производством. — М.: Наука, 1975. — 616 с.
210. *Первозванский А. А., Первозванская Т. Н.* Финансовый рынок: расчёт и риск. — М.: Инфра-М, 1994. — 192 с.
211. *Петраков П. Я.* Русская рулетка: Экономический эксперимент ценою 150 миллионов жизней. — М.: Экономика, 1998. — С. 18—19.
212. *Петрович М. П., Давидович М. И.* Статистическое оценивание или проверка гипотез на ЭВМ. — М.: Финансы и статистика, 1989. — 191 с.
213. *Пиндайк Р., Рубинфельд Д.* Микроэкономика. — М.: Экономика, Дело, 1992. — 510 с.
214. *Подиновский В. В., Погин В. Д.* Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. — М.: Наука, 1982. — 256 с.
215. *Покровицкий С.* Інноваційний менеджмент в ринковій системі господарювання // Економіка України, 1995. — № 2. — С. 24—31.
216. Политический риск: анализ, оценка, прогнозирование, управление. — М.: Издательско-полиграфический центр РАР, 1992. — 236 с.
217. *Полищук Л. П.* Анализ многокритериальных экономико-математических моделей. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989. — 352 с.
218. *Пономаренко О. Г., Пономаренко В. О.* Системні методи в економіці, менеджменті та бізнесі. — К.: Либідь, 1995.—240 с.
219. *Портер М. Л.* Международная конкуренция /Пер. с англ. — М.: Международные отношения, 1993. — 417 с.
220. *Поспелов Г. С.* Искусственный интеллект — основы новой информационной технологии. М.: Наука 1988. — 280 с.
221. *Поспелов Д. А.* Логико-лингвистические модели в системах управления. — М.: Энергоиздат, 1981. — 231 с.

222. *Постюшков А. В.* Об оценке финансового риска // Бухгалтерский учёт, 1993. — №1. — С. 56—57.
223. *Пригожин А. И.* Пововведепия: стимулы, препятствия (социальные проблемы инноватики). — М.: Политиздат, 1989. — 271 с.
224. Проблемы «сметанной экономики». — М.: Прогресс, 1984. — 376 с.
225. *Ифанцагль И.* Теория измерений: Пер. с англ. — М.: Мир, 1976.
226. *Райзберг Б. А.* Предпринимательский риск (система оценок) // Приборы и системы управления. — 1991. — № 9. — С. 1—7.
227. *Райс Т., Койли Б.* Финансовые инвестиции и риск // Пер. с англ. — К.: Торгово-издательское бюро ВНУ, 1995. — 592 с.
228. *Растригин Л. А.* Этот случайный, случайный, случайный мир. — М.: Молодая гвардия, 1974. — 208 с.
229. *Рейф Ф.* Русско-французский словарь, в котором русские слова расположены по происхождению, или этимологический лексикон русского языка. Т.2. СПб., 1936. — с. 99.
230. *Рэдхэ К., Хью С.* Управление финансовыми рисками: Пер. с англ. — М.: Инфра-М, 1996. — 288 с.
231. *Рийтман Л. И.* Практикум по государственному страхованию. — М.: Финансы и статистика, 1991. — 297 с.
232. Риски в современном бизнесе. /П. Г. Грабовый, С. Н. Петрова, С. И. Полтавцев и др. — М.: Аланс, 1994. — 200 с.
233. *Рогов М. А.* Риск-менеджмент. — М.: Финансы и статистика, 2001.
234. *Родионова В. М., Федотова М. А.* Финансовая устойчивость предприятия в условиях инфляции. — М.: Перспектива, 1995. — 98 с.
235. *Романов В., Бутуханов А.* Рискообразующие факторы: характеристика и влияние на риски // Моделирование и анализ безопасности, риска и качества в сложных системах: Труды международной научной школы МА БРК. — 2001.
236. *Романюк Т. П., Терещенко Т. А., Присенко Г. В., Городкова И. М.* Математичне програмування: Навч. посібник. — К.: ІЗМН, 1996. — 312 с.
237. *Роуз И.* Банковский менеджмент. — М., 1995.
238. *Руб Б.* Проблемы и методы принятия решений в задачах со многими целевыми функциями // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. — М.: Мир, 1976. — С. 20—58.
239. *Румянцев В., Пуятин Л.* Методологические проблемы адаптации товаропроизводителей к рынку // Проблемы теории и практики управления, 1994, № 6. — С. 69—73.
240. *Саати Т.* Математические методы исследования операций. — М.: Воениздат, 1963. — 420 с.
241. *Саати Т.* Принятие решений методом анализа иерархий: Пер. с англ. — М.: радио и связь, 1989 — 316 с.
242. *Саати Т., Кернс К.* Аналитическое планирование. Организация систем: Пер. с англ. — М.: Радио и связь, 1991. — 224 с.
243. *Санталайнен Т., Воутилайнен Э., Порення П.* Управление по результатам. — М.: Прогресс, 1988.
244. *Сарана М. А., Верченко И. И.* Неокласичний підхід до побудови оптимального портфеля цінних паперів //Проблеми економічного ризику: аналіз та

управління. Збірник наукових праць за матеріалами Першої Всеукраїнської науково-практичної конференції (26—28 жовтня 1998 р.). — К.: Міносвіти України, КНЕУ, 1998. — С. 68—69.

245. Себер Дж. Липейный регрессионный анализ. — М.: Мир, 1980. — 456 с.

246. Севрюк В. Т. Анализ уровня рисков // Бухгалтерский учёт. — 1993. — № 4. — С. 26—30.

247. Сигал А. В. Оптимизация структуры портфеля в пятой информационной ситуации // Проблемы економічного ризику: аналіз та управління. Збірник наукових праць за матеріалами Першої Всеукраїнської науково-практичної конференції (26—28 жовтня 1998 р.). — К.: Міносвіти України, КНЕУ, 1998. — С. 69—70.

248. Сигал А. В. Основы современной теории портфеля ценных бумаг: Учебное пособие. — Симферополь: КЭИ КНЭУ, 1998. — 60 с.

249. Сигал А. В. Застосування теорії ігор щодо теорії портфеля // Машинна обробка інформації. — Вип. 61. — К.: КНЕУ, 1998. — С. 154—160.

250. Сигал А. В. Формування множини ефективних портфелів за умови невідомого розподілу ймовірностей // Машинна обробка інформації. Вип. 62. — К.: КНЕУ, 1998. — 5 с.

251. Ситко В. Економічні ризики // Економіст, 1995, №12. — С. 68—70.

252. Системи підтримки прийняття рішень / За ред. В. Ф. Ситника — К.: Техніка, 1995. — 162 с.

253. Смоляк С. А. Три проблемы теории эффективности инвестиций // Экономика и математические методы. — 1999. — Т. 35. — № 4. — С. 87—104.

254. Смоляк С. А. Учёт риска при установлении нормы дисконта // Экономика и математические методы, 1992. — Том 28. — Вып. 5—6. — С. 794—801.

255. Смоляк С. А. Учет специфики инвестиционных проектов при оценке их эффективности // Аудит и финансовый анализ. — 1999. — № 3.

256. Современное состояние теории исследования операций // Под ред. Н. Н. Моисеева. — М.: Наука, 1979. — 464 с.

257. Соколов В. Г. Надёжность и маневренность качества плановых решений. Автореф. дис. д-ра экон. наук. — Новосибирск, 1988. — 36 с.

258. Соколов В. Г., Смирнов В. А. Исследование гибкости и надёжности экономических систем. — Новосибирск: Наука, 1990. — 253 с.

259. Соловйов В. М. Методи статистичної перевірки статистичних гіпотез: Навч. посібник. — К.: УСДО, 1993. — 112 с.

260. Соложенцев Е. Д., Карасев В. В., Соложенцев В. Е. Логико-вероятностная оценка банковских рисков и мошенничеств в бизнесе. — СПб., 1996.

261. Статистическое моделирование и прогнозирование: Учебн. пособие Г. М. Гамбаров, П. М. Журавель, Н. М. Королёв и др.; под ред. А. Г. Гранберга. — М.: Финансы и статистика, 1990. — 382 с.

262. Стоянов Е. С. Финансовый менеджмент в условиях инфляции. — М.: Перспектива, 1994. — 61 с.

263. Стратегическое планирование / Под ред. З. А. Уткини. — М.: «Из-во «ЭКОМОС», 1998. — 440 с.

264. Страхование подрядчиков от всех рисков (По материалам Великобритании). — М.: Анкил, 1992. — 56 с.
265. Страховой портфель (Книга предпринимателя. Книга страховщика. Книга страхового мепеджера) (Отв. ред. Рубин Ю. Б. Солдаткин В. И. — М.: СОНМИНТЭК, 1994.
266. *Стронгин Р. I.* Численные методы в многокритериальных задачах. — М.: Наука, 1978. — 240 с.
267. *Телегин Е. А.* Об управлении риском при реализации долгосрочных проектов // Деньги и кредит, 1995, №1. — С. 57—59.
268. Теория прогнозирования и принятия решений // Под ред. С. А. Саркисяна. — М.: Высшая школа, 1977. — 352 с.
269. *Тихомиров В.* Распад Союза я предсказывал 15 лет назад // Деловые связи. — 1993. — № 3. — С. 8—10.
270. *Трухаев Р. И.* Модели принятия решений в условиях неопределённости. — М.: Наука, 1981. — 258 с.
271. Управление риском: Риск. Устойчивое развитие. Синергетика. — М.: Наука, 2000.
272. *Уткин Э. А.* Риск — мепеджмент. — М.: Экмос, 1998.
273. *Фахутдинов Р. А.* Стратегический мепеджмент. — М.: ЗАО «Бизнес-школа «Интел-Синтез», 1997. — 304 с.
274. Философский энциклопедический словарь. — М.: Советская энциклопедия, 1989.
275. Финансовый менеджмент / Под ред. Е. С. Стояновой. — М.: Перспектива, 1993. — 268 с.
276. Финансы и инвестиции. Англо-русский и русско-английский словарь. — М., 1995.
277. *Фишберн П.* Теория полезности для принятия решений. — Наука, 1978. — 352 с.
278. *Фишер Ф.* Проблемы идентификации в эконометрии. — М., Статистика, 1978. — 352 с.
279. *Фогель И., Оуэнс А., Уолли М.* Искусственный интеллект и эволюционное моделирование. — М.: Мир, 1969. — С. 166.
280. *Хакеи Г.* Сипергетика. — М.: Мир, 1980.
281. *Хант Ч., Зартарьян В.* Разведка на службе Вашего предприятия. — К.: Укрзакордонвизасервис, 1992. — 159 с.
282. *Хикс Дж. Р.* Стоимость и капитал. — М.: Прогресс, 1993. — 488 с.
283. *Хованов Н. В.* Математические модели риска и неопределенности. — СПб.: Изд-во С.-Петербургского университета, 1998.
284. Хозяйственный риск и методы его измерения. Пер. с венгр. / Т. Бачкаи, Д. Мессна, Д. Мико и др. — М.: Экономика, 1979. — 183 с.
285. *Холт Р. Н.* Основы финансового менеджмента. — М.: Дело, 1993. — 276 с.
286. *Холт Р., Барнес С.* Планирование инвестиций. — М., 1994.
287. *Цай Т. Н., Грабовий П. Г., Марашада Б. С.* Конкуренция и управление рисками на предприятиях в условиях рынка. — М.: Алапс, 1997.
288. *Чепурко В. В.* Экономический риск аграрного производства: теория, методы оценки, управление. — Симферополь: Таврия, 2000.

289. *Черкасов В. В.* Проблемы риска в управленческой деятельности. Монография. — М.: Рсфа-бук; К.: Ваклер, 1999. — 288 с.
290. *Чесноков А. С.* Инвестиционная стратегия, опционы и фьючерсы. — М.: ПИИУ Минэкономки РФ, 1993. — 112 с.
291. *Шати́ро В. Д. и др.* Управление проектами. — СПб.: Два-три, 1993. — 443 с.
292. *Шати́ро В. Д.* Принятие решений в системах организационного управления: исследование расплывчатых категорий. — М.: Энергия, 1983. — 184 с.
293. *Шарапов О. Д., Терехов Л. Л., Сидисва С. П.* Системний аналіз. — К.: Вища школа, 1993. — 303 с.
294. *Шарп У., Александер Г., Бэйли Дж.* Инвестиции: Пер. с англ.—М.: ИПФРА-М, 1997. — 1024 с.
295. *Шейдина П. Л.* Методы экспертных оценок в практике СПА // СПА — экономика, политика, идеология, 1971. — № 9. — С. 51—63.
296. *Шеннон Р.* Имитационное моделирование систем — искусство и наука. — М.: Мир, 1978. — 418 с.
297. *Шибалкин О. Ю.* Проблемы и методы построения сценариев социально-экономического развития. — М.: Наука, 1992. — 176 с.
298. *Штрауб Э.* Актуальная математика имущественного страхования. Б/м, б/г.
299. *Юдин Д. Б.* Математические методы управления в условиях неполной информации. — М.: Советское радио, 1974. — 400 с.
300. *Ютлер Х.* Линейная модель с несколькими целевыми функциями // Экономика и математические методы. 1967. Том 3. Вып. 3. — С. 397—406.
301. *Якокка Ни.* Карьера менеджера. — М.: Прогресс, 1991. — 384 с.
302. *Ястремський О. І.* Моделювання економічного ризику. — К.: Либідь, 1992. — 176 с.
303. *Ястремський О. І.* Основи теорії економічного ризику. Павчальний посібник для студентів екон. спец. павч. закладів. — К.: «АртЕк», 1997. — 248 с.
304. *Эддоус М., Стенсфилд Р.* Методы принятия решений / Пер. с англ. — М.: ЮПИТИ, Аудит, 1997. — 510 с.
305. A methodology for developing depeadalle Information systems /Walls J.G. Omega, 1992.v.20, №2 — P. 139—148.
306. *Amitabh Bhargava.* Credit Risk Management Systems In Banks. — ICID. Feb 10, 2000.
307. *Badylis S.E.* Analysis of Risk to Life and Limb. — Operations Research, 1980, 28(1), Jan — Feb.
308. *Beck U.* Risk Society. Towards a New Moderning. London, 1992. 298 p.
309. *Buhlmann H.* Mathematical Methods in Risk Theory. — Berlin, 1970.
310. *Charis K.* Political risk management. New York, Westhort, Connecticut, London. — 1987. — 190 p.
311. Corporate Metrics Technical Document. — Risk Metrics Group. April, 1999.
312. *Cox I., Ingersoll I., Ross S.* A Theory of the Structure of Interest Rates. Econometrica 53(2), 1985, p. 385—407.

313. *Davis E.* Debt, Financial Fragility and systemic Risk. Oxford, 1995.
314. *Elton E.J., Gruber M.J.* Modern Portfolio Theory and Investment Analysis. № 4 John Wiley and Sons, 1987.
315. *Gains B.* Fuzzy and probability uncertainty logic //Inf. And Control, 1978. Vol.38. №2. P. 154—169.
316. *Gerber H.* An Introduction to Mathematical Risk Theory. — London, 1980.
317. *Greg M.* Gup-ton, Christopher C. Finger, Mickey Bhatia. Credit Metrics-Technical Document — J. P. Morgan & C_o. Incorporated. April 2, 1997.
318. *Harker P. T.* Derivatives of the perron Root of a positive Reciproct Matrix: With Application to the Analytic Hierarchy Process // Applied Mathematics and Coputation, 1987, v. 226. — p. 217—232.
319. *Heihman Wolf-Rüdinger/* Versicherungs — mathematische Methoden des RiskManagement // Blatter. Deutsche Gesellschaft fur Versicherungs — mathematik. — 1989. №2. — c. 141; Mathematik und Muthos // Versicherungswirtschaft. — 1989. — №12. — C. 761.
320. *H. Felix Kloman.* Integrated Risk Assesment. Current Views of Risk Man-agement. — www.garp.com.
321. *Jain R.* A Procedure for Multiple-aspekt Decision Maring Using Fuzzy Sets //«International of Systems Sciences», 1977, v.8. — P. 1—7.
322. *Jain R.* Decision — making in the Proces of Fuzzy Variables //JFFE Transactions on Systems. — Man and Cybernetics. — 1976, V.6, №10. — P. 698—703.
323. *Jajuga K., Jajuga T.* Jak inwestować w papiery wartościowe.— Warszawa: IIWN, 1994 — 189 s.
324. *Kasperson R. E., Renn O., Slovic P.* Et al. The Social Amplification of Risk: A Conceptual Framework //Risk Analysis. 1988. Vol. 8. N2. P. 177—187.
325. *Kendall M.* Rank correlation methods. //Hafner Publishing House, 1955, №4.
326. *Kenney R. L.* Equity and Public Risk. — Operations Reserch, 1980, 28(3), May-June.
327. *Knight F.* Risk, Unsertainty and Profit. — New York, 1921. — 217 p.
328. *Konrad A.* Risikoproduktivitat-Berlin, 1992 — 149 p.
329. *Lange Oskar.* Optymalne dceyzje / Dzieła. Tom.6. Wyd.2. — Warszawa: PWE. — 1977. — c. 204.
330. *Markowitz H.* Portfolio Selekcion — J. of Finances, 1952, v.7 №1. — P. 77—91.
331. *Markowitz H.* Portfolio Selekcion. Efficient Diversification of Investments. — New York, John Wiley and Sons, 1959.
332. *Maslov A. H.* The Farther Reaches of Human Nature. New York, 1971/ 266 p.
333. *Moore P. G.* The business of risk — Cambridge, 1983.
334. *Ortynski Kazimierz, Orzechowski Krzysztof.* Materiały do studiowania eko-nomiki ubezpieczeń gospodarczych. — Radom: Wyższa Szkoła Inżynierska. — 1979. — c. 46.
335. Overview: Credit risk. — <http://risk.ifci.ch>.
336. *Reilly K.* Investments. — New York, The Dryden Press, 1992. — 237 p.
337. *Root F.U.S.* Business abroad and political risk. — Business. Winter, 1968. — 276 p.

338. *Rowe W. D.* An anatomy of Risk. Malabar, Florida, 1988. 416 p.
339. *Ruon T.M.* Theory of portfolio selection, Macmillan, London, 1978. — 279 p.
340. *Saaty N.T.* Measuring the fuzzyness of Sets //Jornal of Cybernetics. — 1974, v.4 — P. 53—61
341. *Saaty N.T.* The Analytic Hierarchy Process //Mc Graw-Hill, New York. — 1980.
342. *Saaty N.T., Vargas L.G.* Modeling behavior in Competition: The Analytic Hierarchy Process //Applied Mathematics and Computation. — 1995, v. 16. — P. 49—92.
343. *Sharpe W.F.* Investments. — New York. Prentice — Hall, 1985 (3-nd edit).
344. *Slovic P.* Perceived Risk, trust and Democracy // Risk Analysis. 1993. Vol. 13. N. 6. P. 675—682.
345. *Spearman. C.* The proof and measurement of association between two things // Amer. I. Prroh., 1974, №15.
346. *Szymanski Zdzisław.* Prawo ubezpieczeniowe. — todz: ut. — 1975. — c. 37.
347. *Sugeno M.* Fuzzy Measure and Fuzzy Integral //Transaction of the Sositg of Iustrment and Control Engineers, Tokyo. 1972. — V.8, №2. — Pp. 218—226.
348. *Terry J.V.* Dictionary for business and finanse. — , London, 1989.
349. *Tobin D.* Liquidity proference as behavior toward risk. — Rev. of Econ. Studies, 1958, V.25, №1. — P. 65—86.
350. *Vince R.* Portfolio management formulas, Wiliy, New York, 1991.
351. *Wever W.* Science and Complexity. American Scientist, 1968, v.36. — P. 536—544.
352. *Willett A.H.* The Economic Theory of Risk and Insurance. — Philadelphia. — 1951. — c. 3—6.
353. *Zadeh L.A.* Fuzzy sets. — Inform Control. — 1965, v.8. — P. 338—353.
354. *Zadeh L.A.* Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility // Fuzzy Sets and Systems. —1978. — Vol. 1, №1
355. *Zadehi F.* The Analytic Hierarchy Process — a. Survey of the Method and ist Applications // Interfaces. — 1986, v.16. — P. 96—108.
356. *Zawadzka.* Ryzyko bankowe. — Warszawa, 1995. — 124 s.

Зміст

Вступ	3
Розділ 1. Питання етимології, онтології та гносеології ризику	7
1.1. Етимологія ризику	7
1.2. Онтологія та гносеологія ризику	20
1.3. Невизначеність в економіці	31
1.4. Конфлікт в економіці	40
1.5. Альтернативність	48
1.6. Концептуальні засади ризикології	51
1.7. Психологічна теорія рішень	59
1.8. Суспільство ризику	61
1.9. Актуальні проблеми ризикології	65
Розділ 2. Системний аналіз ризику в економіці та підприємстві	77
2.1. Сутність і системні властивості ризику	77
2.2. Ризикотвірні чинники	88
2.3. Класифікація ризику	92
2.3.1. Методологічні та методичні підходи	92
2.3.2. Характеристика видів ризику в деяких сферах економічної діяльності	99
2.3.3. Необхідність урахування специфіки підприємницької діяльності в дослідженні ризику	106
2.4. Суб'єкти ризику	109
2.5. Сприйняття ризику	113
2.5.1. Психологічне сприйняття ризику	113
2.5.2. Аспекти сприйняття ризику	114
2.5.3. Асиметрія сприйняття ризику	117
2.5.4. Соціальне підсилення ризику	118
2.5.5. Неадекватне сприйняття ймовірностей	120
2.6. Складність економічних систем та аналіз ризику	122
2.7. Кількісний аналіз ризику	133
2.7.1. Метод аналогій	133
2.7.2. Аналіз чутливості (вразливості)	134

2.7.3. Аналіз ризику методами імітаційного моделювання	136
2.7.4. Аналіз ризику можливих збитків	142
2.7.5. Наслідки кількісного аналізу ризику	144
Розділ 3. Методологічні засади та інструментарій кількісної оцінки ризику	146
3.1. Загальні підходи до кількісної оцінки ризику	146
3.2. Кількісні показники ступеня ризику в абсолютному вираженні	157
3.3. Ризик у відносному вираженні	168
3.4. Граничні межі ризику	180
3.5. Системні показники ступеня ризику	190
3.6. Міра відсоткового ризику	204
3.7. Параметри ризику деривативів	205
Розділ 4. Експертні процедури та методи суб'єктивних оцінок у вимірюванні ризику	208
4.1. Здобуття інформації	208
4.2. Методи обробки експертної інформації	218
4.3. Узгодження та агрегування оцінок експертів з урахуванням їхньої компетентності	227
4.4. Виявлення та узгодження переваг за ризиком на базі нейронних мереж	234
4.4.1. Виявлення переваг і нейронні мережі	234
4.4.2. Проблема узгодження пріоритетів (переваг) за ризиком	237
Розділ 5. Теоретико-ігровий підхід до моделювання ризику	239
5.1. Теоретико-ігрова модель	239
5.1.1. Класифікація інформаційних ситуацій	241
5.1.2. Інгрідієнт функціонала оцінювання. Функція ризику	243
5.1.3. Зведення економічних колізій до ігрових задач	244
5.2. Моделювання економічного ризику. Концепція теорії гри	249
5.2.1. Прийняття рішень при заданому розподілі ймовірності	251
5.3. Багатоцільові багатокритеріальні ігрові моделі	257
5.3.1. Приклади багатоцільових задач прийняття рішень	259
5.3.2. Теоретико-ігровий підхід з урахуванням множини цілей	262
5.3.3. Критерій мінімальної відстані між інформаційними кубами	263
5.3.4. Ієрархічна модель прийняття багатоцільових багатокритеріальних рішень	265
5.3.5. Аналіз ієрархій: теоретико-ігровий підхід	267
5.4. Нечітка багатокритеріальна ієрархічна модель підтримки прийняття рішень	280
5.5. Ігровий розпливчастий метод аналізу ієрархій (IPMAI)	293

Розділ 6. Управління ризиком	300
6.1. Аспекти управлінської діяльності	300
6.2. Системний підхід в управлінні ризиком	310
6.3. Організаційно-методичні засади управління ризиком	312
6.4. Класифікація підходів до управління ризиком	320
6.5. Мотивація та організаційні аспекти управління ризиком	324
6.6. Загальні підходи до зниження ступеня ризику	331
6.7. Зниження ступеня інформаційних ризиків	337
6.8. Експеримент як джерело інформації щодо зниження ступеня ризику	344
6.9. Управління геополітичними і політичними ризиками	349
6.10. Управління фінансовим ризиком	360
Розділ 7. Теорія портфеля: альтернативні підходи та показники ступеня ризику	364
7.1. Класична теорія портфеля	364
7.2. Математичні методи та моделі неокласичної теорії портфеля	371
7.3. Теоретико-ігрова концепція вибору портфеля	381
7.3.1. Теоретико-ігрова модель вибору структури портфеля при заданому розподілі ймовірностей	382
7.3.2. Теоретико-ігрова модель вибору структури портфеля при невідомому розподілі ймовірностей	385
7.3.3. Теоретико-ігрова модель вибору структури портфеля у разі протидії економічного середовища	390
7.4. Оптимізація структури портфеля цінних паперів з використанням семіваріації як міри ризику	393
Розділ 8. Ризикологія в прикладних проблемах економіки та підприємництва	401
8.1. Вартість, час, ризик	401
8.2. Вплив ризику та інфляції на величину норми відсотка (дисконту)	403
8.3. Методи суб'єктивної оцінки коефіцієнта систематичного ризику (β)	408
8.4. Урахування ризику в стратегічному менеджменті	412
8.4.1. Загальні засади стратегічного менеджменту	412
8.4.2. Різні аспекти врахування ризику	414
8.4.3. Оцінка інвестиційних проєктів з урахуванням ризику	419
8.5. Модель вибору інвестиційного проєкту з множини альтернативних варіантів	426
8.6. Модель оцінювання вартості підприємств	433
8.7. Ігровий підхід до управління валютним ризиком	441
8.8. Методи формування резервів на покриття кредитних ризиків	452
Бібліографія	461