МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

ВІТЛІНСЬКИЙ ВАЛЬДЕМАР ВОЛОДИМИРОВИЧ

ОЦІНКА, МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ЕКОНОМІЧНИМ РИЗИКОМ

Спеціальність
08.03.02 — економіко-математичні методи та моделі

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора економічних наук

Київ - 1996

ЛННБ України ім.В.Стефаника
00759913 (Y)

Дисертація є рукопис.

Робота виконана на кафедрі економіко-математичних методів Київського державного економічного університету.

Офіційні опоненти: доктор економічних наук, професор **СУСЛОВ Олег Павлович;**

доктор економічних наук, професор, академік Академії технологічних наук **МАТВЄЄВ Михайло Тимофійович;**

доктор економічних наук, професор **ЯСТРЕМСЬКИЙ Олександр Іванович.**

Провідна установа: **Національний університет ім. Тараса Шевченка**

Захист дисертації відбудеться "4" жовтня 1996 р. о 14 год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д.01.53.02 при Київському державному економічному університеті за адресою: 252057, м.Київ-57, проспект Перемоги, 54/1, ауд.214.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Київського державного економічного університету.

Автореферат розісланий "2" вересня 1996 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
кандидат технічних наук, професор Шарапов О.Д.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Ризик — невід'ємна складова людського буття. Приблизно з 60-х років XX століття в ряді країн ризик став предметом міждисциплінарних досліджень. Можна стверджувати, що формується нова галузь знань — ризикологія.

Економічний ризик породжується невизначеністю (недостовірністю, невідомістю, неоднозначністю), тобто відсутністю повної (числової) інформації, неможливістю абсолютно точного прогнозування (передбачення). Істотно впливати на його виникнення можуть такі чинники, як погодні умови, науково-технічний прогрес, ринкове середовище, попит і ціни, а також стохастична, розпливчаста природа інформації. Причиною ризику є конфліктність економічної ситуації, багатокритеріальність тощо.

Чим складнішим і невизначенішим є оточуюче середовище, тим складнішими, очевидно, будуть і методи управління і тим актуальнішим є урахування ризику, побудова та використання досконалого інструментарію аналізу та моделювання ризику.

Актуальність узагальнення та розвитку ризикології зумовлюється об'єктивними причинами, зокрема тим, що перехід народногосподарських структур в Україні до ринкових відносин, розвиток підприємництва вимагають відповідних знань, технологій, наявності певних якостей у бізнесменів (менеджерів), зокрема заповзятливості, обережності (що допускає лише обгрунтований ризик), а також сміливості, яка допомагає прийняти жорсткі, іноді навіть болісні, але допустимі з морально-етичних і правових поглядів рішення, без яких, однак, не подолати можливих перешкод і які водночас повинні бути обтяжені прийнятним ступенем ризику.

В умовах прогресуючого зростання обсягів теоретико-аналітичної інформації, в процесі диверсифікованих і вузько спеціалізованих наукових досліджень особливого значення набувають завдання щодо розбудови методології, математичних методів та моделей урахування, аналізу, оцінки ризику та оптимізації управління ним.

Аналізувати, ідентифікувати, оцінювати ступінь економічного ризику, моделювати, оптимально управляти ним необхідно:

* перед прийняттям інвестиційних (інноваційних) рішень;
* при формуванні та стабілізації структури портфеля;
* при опрацюванні перспективних поточних й оперативних планів;
* при необхідності одержання кредитів та залучення інвестицій;

ЛНБ ім. В. Стефаника

* при маркетингових дослідженнях, прогнозуванні кон'юнктури і поводження сторін щодо виробництва наборів товарів і послуг;

* при пошуках аргументів у конфліктних ситуаціях тощо.

Аналізуючи та враховуючи ризик, необхідно мати чітке уявлення про його об'єкт, суб'єкт, джерело. Даючи його визначення, необхідно звернути увагу на те, що ризик — це об'єктивно-суб'єктивна економічна категорія.

Приймаючи рішення в умовах ризику неможливо повністю уникнути певного суб'єктивізму, але завжди доцільно подати наявні варіанти у такій формі, щоб зробити суб'єктивізм у прийнятті рішення меншим, а ризик — допустимішим.

Важливою є розробка концепції щодо структуризації комплексу механізмів (інструментарію) ризикології — якісного та кількісного аналізу, системи кількісних показників ступеня економічного ризику, математичного моделювання та оптимізації управління ризиком — інваріантних щодо широкого спектра проблем мікроекономічного рівня. Актуальною є розробка ефективних, адекватних реальному стану справ та обраній раціональній системі гіпотез, показників кількісної оцінки ступеня ризику, вдосконалення економіко-математичних методів та моделей для врахування ризику, оптимізації управління ним, коли потрібні багатокритеріальні оцінки (порівняння) щодо згенерованої множини альтернативних варіантів (стратегій, об'єктів, проектів) та коли досить складно чи неможливо одержати необхідні числові (кількісні) дані або ж процес їхнього здобуття вимагає великих затрат коштів, часу та зусиль. А тим часом є можливість відносно просто (дешево і швидко) одержати необхідну, несуперечливу вербальну (описову, "м'яку") інформацію, враховуючи інтереси суб'єктів ризику, ефективно управляти ним при прийнятті рішень.

З огляду на викладене актуальним є теоретико-методологічне узагальнення та розвиток такого нового наукового напряму, яким є ризикологія.

Дослідження проведено в рамках Державної науково-технічної програми України з пріоритетного напряму НТП "Інформатика, автоматизація та приладобудування" (підпрограма 6.2 — Перспективні інформаційні технології для інтелектуалізації процесів прийняття рішень і керування в технічних, біологічних і соціальних системах).

Дисертаційна робота виконана відповідно до плану науково-дослідної роботи кафедри економіко-математичних методів Київського державного економічного університету як складова частина теми "Методологічні та методичні розробки математичного моделювання

економічних процесів". Номер державної реєстрації UA 01002104P.

Метою дисертаційної роботи є узагальнення основних теоретичних результатів і розвиток ризикології як системно-узгодженого комплексу інструментів: кількісних показників оцінки ступеня ризику, розробка математичних методів та моделей урахування й оптимізації управління ризиком, інваріантних щодо широкого спектра проблем мікроекономічного рівня.

Для реалізації мети в роботі поставлені та розв'язані такі задачі.

Аналіз існуючих підходів до класифікації економічного ризику в широкому спектрі проблем мікроекономічного рівня, виокремлення основних підходів щодо якісного та кількісного аналізу ризику з урахуванням ставлення до нього його суб'єктів.

Обґрунтування актуальності та доцільності виділення і врахування основних типів невизначеності, конфліктності, їхнього спільного впливу (суперпозицію) та зумовлену цим структуру ризику, зокрема:

брак кількісних даних, необхідних на момент прийняття рішень;

невизначеність (непередбачуваність) дій контрагентів, конкурентів тощо.

Комплексне дослідження ряду найбільш використовуваних показників кількісної оцінки ступеня економічного ризику. Розроблення системи нових показників, які адекватно відображають інтереси суб'єктів ризику, спираються на раціональну систему гіпотез щодо конкретної господарської ситуації.

Аналіз повноти й адекватності основних класів економіко-математичних методів та моделей, які враховують невизначеність, конфліктність і зумовлений ними ризик у підтримці прийняття рішень. Розроблення методів, які дозволяють адекватно враховувати та моделювати ризик, зумовлений суперпозицією основних типів невизначеності та, зокрема, браком кількісних даних на момент прийняття рішення, неоднозначністю прогнозів розвитку зовнішнього середовища (станів економічного середовища) тощо.

Аналіз основних методів (способів) управління ризиком у широкому спектрі проблем мікроекономічного рівня з метою узагальнення основних засад і методів оптимізації управління ним.

Розроблення нових підходів стосовно теорії портфеля, яка є науковим обґрунтуванням "розсудливої" диверсифікації, з урахуванням того, що економічні процеси у переважній більшості є нестаціонарними, рівень часового ряду постійно змінюється тощо.

Удосконалення підходів до математичного моделювання ризику в інвестиційному (інноваційному) менеджменті, пов'язаних з урахуванням інтегрального впливу декількох найсуттєвіших типів невизначеності.

Розроблення системи математичних методів та моделей урахування ризику щодо класу типових організаційно-технічних задач управління виробництвом (на прикладі заготівельно-розкрійного виробництва).

Науковою концепцією роботи є структуризація ризикології як комплексу механізмів (інструментарію) — якісного та кількісного аналізу ризику, його моделювання, системи кількісних показників оцінки ступеня ризику, оптимізації управління ризиком у підтримці прийняття економічних і фінансових рішень. Ризик постулюється як об'єктивно-суб'єктивна економічна категорія.

Предметом дослідження є теоретико-методологічні основи та інструментарій ризикології, її структуризація: якісний і кількісний аналіз ризику; система показників кількісної оцінки ступеня ризику; математичні методи та моделі, які враховують ризик; основні підходи до оптимізації управління ризиком.

Об'єкт дослідження — спектр проблем в економічній діяльності на мікроекономічному рівні (у виробничій, комерційній, фінансовій сферах) при розробці науково обґрунтованої стратегії дій контрагентів ринкових відносин щодо обрання об'єктів (проектів у широкому розумінні) з кількох (множини) альтернативних варіантів, в обтяженому ризиком середовищі. Мається на увазі ризик, яким обтяжене обрання стратегії, тактики, оперативних рішень і який призводить до можливих втрат часу, праці, ділової репутації, збитків — своїх власних і компаньйонів чи акціонерів.

Методологічною і теоретичною основою дисертаційної роботи є критично осмислене застосування актуальних щодо об'єктивної логіки розвитку економічної науки досягнень вітчизняних і зарубіжних учених в галузі теорії економічного ризику, мікроекономіки, організації бізнесу, менеджменту, фінансів, економічного аналізу, економіко-математичних методів та моделей, методології сценарного аналізу.

Необхідно відзначити ряд вітчизняних і закордонних вчених, праці яких вплинули на формування авторської концепції ризикології. Зокрема, це праці Р.Акоффа, І.Ансоффа, М.П.Бусленко, Е.Й.Вілкаса, М.Г.Гафта, Ю.Б.Гермейєра, А.Г.Гранберга, Ю.А.Енусте, Е.Ельтона, Ю.М.Єрмольєва, В.С.Жуковіна, Л.А.Заде, Л.В.Канторовича, В.А.Кардаша, Ф.Кінга, Дж.Кліра, А.Конрада,

Н.І.Костіної, Ю.П.Лукашина, Г.Марковіця, В.С. Михалєвича, М.М. Моісеєва, Дж. фон Неймана і О.Моргенштерна, С.І.Наконечного, А.А.Первозванського, Д.А.Поспєлова, Б.А.Райзберга, Б.Руа, Т.Л.Сааті, В.Ф.Ситника, В.Г.Соколова, О.П.Суслова, Г.Тейла, Д.Тобіна, Р.І.Трухаєва, Дж.Р.Хікса, Є.М.Четиркіна, О.Д.Шарапова, В.Ф.Шарпа, Д.Б.Юдіна, О.І.Ястремського.

Наукова новизна дисертаційної роботи.

1. *Запропоновано* нові науково-методичні підходи щодо розв'язання актуальних проблем ризикології та концепцію її структуризації як системно узгодженого комплексу механізмів (інструментарію) за такою концептуальною схемою:

* основні засади якісного аналізу ризику;
* кількісний аналіз ризику;
* система показників кількісної оцінки ступеня ризику;
* моделювання ризику;
* основні (інваріантні щодо широкого спектра мікроекономічних проблем) способи оптимізації управління ризиком.

2. *Обгрунтовано* необхідність та доцільність розрізняти і враховувати кілька типів невизначеності та їхню суперпозицію, що зумовлюють ризик: конфліктність (суперечливість) цілей, при необхідності застосування багатоцільового (багатокритеріального) підходу до вибору рішень з множини альтернативних варіантів; неоднозначність прогнозованих оцінок розвитку економічного середовища (його суттєвих параметрів); неповнота, розпливчастість інформації та брак кількісної інформації на момент прийняття рішення.

3. *Узагальнено та розширено* систему кількісних вимірювачів ризику. Запропоновано ряд нових показників кількісної оцінки ризику. Розроблено методологічний підхід щодо вибору системи показників кількісної оцінки ступеня ризику, адекватних особливостям конкретної проблемної ситуації, згідно з раціональною системою гіпотез:

4. *Розроблено* розпливчастий метод аналізу ієрархій (РМАІ), який є модифікацією запропонованого Т.Л.Сааті методу AHP (Analytic Hierarchy Process). На відміну від AHP в РМАІ застосовується понятійний і математичний апарат теорії розпливчастих множин.

5. *Розроблено* ефективний метод інтелектуальної підтримки прийняття економічних рішень — ігровий розпливчастий метод аналізу ієрархій (ІРМАІ), який є узагальненням РМАІ. Запропоновано використання методології сценарного аналізу, концепції та математичного апарату теорії ігор.

6. *Обґрунтовано* доцільність виділення та використання інваріантних щодо широкого спектра мікроекономічних проблем, методів оптимального чи раціонального управління економічним ризиком. Методику процесу управління ризиком формалізовано та подано узагальненою блок-схемою. Запропоновано методологічний підхід до формалізованого обрання альтернатив (комбінацій способів зниження ступеня ризику) на підставі відповідно побудованих таблиць рішень.

7. *Встановлено* необхідність модифікації існуючої методики обчислення номінальної величини норми дисконту (відсотка) в умовах ризику та з урахуванням інфляції. Запропоновано модель, яка враховує такі її складові: "премію за ризик", "інфляційну премію", а також спільний вплив (суперпозицію) ризику та інфляції — "синергетичну премію за ризик та інфляцію", а також необхідність урахування та моделювання додаткових складових, які відображають інтервальний підхід до прогнозованих темпів інфляції, ліквідності.

8. *Запропоновано* методику оцінювання значення коефіцієнта систематичного ризику, яке за умов відсутності репрезентативної статистичної інформації можна здійснити на підставі суб'єктивної ("м'якої") інформації.

9. *Розроблено* комплекс математичних моделей неокласичної теорії портфеля. Пропонується багатокрокова процедура формування раціональної структури портфеля на засадах багатокритеріального підходу на базі використання вербальної, розпливчастої інформації і застосування IPMAI.

10. *Розроблено* науково-методичний підхід і моделі до аналізу й підтримки обрання ефективної стратегії компанії (фірми, підприємства), інвестиційних (інноваційних) проектів з урахуванням суперпозиції кількох типів невизначеності та зумовленого цим ризику. Раціональний вибір пропонується здійснювати, застосовуючи PMAI та IPMAI на основі багатокритеріального підходу, використовуючи вербальну інформацію. Розроблено відповідний алгоритм.

11. *Визначено* джерела та побудовано систему моделей для підвищення ефективності прийняття рішень у типових організаційно-технічних задачах управління виробництвом (на прикладі заготівельно-розкрійного виробництва машинобудівного підприємства). При моделюванні пропонується враховувати ризик кількох типів: зумовлений відхиленнями в обсягах та рівні якості поставок металопрокату, а також суперечністю між окремими критеріями при побудові плану розкрою.

Практичне значення дисертації є багатоаспектним. По-перше,

одержані наукові результати можуть ефективно використовуватися на практиці для аналізу й прийняття рішень в широкому спектрі мікроекономічних проблем (підприємствами, фінансово-кредитними установами). По-друге, знання основ теорії економічного ризику (ризикології), зокрема моделювання ризику, оптимізації управління ним, сприяє оволодінню фахівцями методологією справді економічного, ринкового, варіантного мислення, озброює їх методикою та технікою (інструментарієм) аналізу та підтримки прийняття економічних рішень. По-третє, більшість наукових результатів дослідження є основою для подальших наукових досліджень, створення навчальних програм вузів і методичного забезпечення навчального процесу стосовно ризикології для підготовки фахівців економічних спеціальностей.

Реалізація результатів. Результати дослідження використовуються на машинобудівних підприємствах, у фінансово-кредитних установах, а також в навчальному процесі ряду вузів України.

Апробація результатів дослідження. Результати дослідження доповідалися на 10 міжнародних, всесоюзних, всеукраїнських, регіональних науково-методичних і науково-практичних конференціях, школах-семінарах: всесоюзній школі-семінарі "Разработка и использование программных средств САПР в народном хозяйстве" (Москва, ВДНГ СРСР, 1985); всесоюзній школі "Программное обеспечение САПР" (Москва, ВДНГ СРСР, 1991); всесоюзному семінарі по автоматизації інженерної праці "Жизнь и компьютер-91" (Харків, 1991); науково-методичній конференції "Проблеми розвитку змісту освіти..." (Київ, КДЕУ, 1994); республіканській науково-практичній конференції "Комп'ютеризація статистичних розрахунків для оцінки і прогнозування мікро- та макроекономічних чинників у розвитку економіки" (Полтава, 1994); міжнародній науково-практичній конференції "Проблемы экономики и совершенствования подготовки экономических кадров в условиях перехода к рынку" (Запоріжжя, 1995); республіканській науково-методичній конференції "Проблеми економічної кібернетики" (Донецьк, 1995); всеукраїнській науково-методичній конференції "Методологічні принципи викладання і засвоєння економіко-математичних і комп'ютерних знань на бакалаврському та магістерському рівнях (Київ, 1995); міжнародній науково-практичній конференції "Экономические проблемы развития промышленного производства" (Одеса, 1995); всеукраїнській науково-методичній конференції "Контроль навчання в забезпеченні якості освіти" (Київ, 1996).

Публікації результатів дослідження. Основні положення ди-

сертації опубліковані в двох монографіях, одному підручнику, двох навчальних посібниках та 29 статтях. Загальний обсяг публікацій, які відображають основний зміст дисертації і належать особисто авторові становить 75,66 друк.арк.

Обсяг і структура роботи. Дисертація складається з вступу, п'яти розділів (20 параграфів), висновків і рекомендацій, викладених на 322 аркушах машинописного тексту. В неї входять 13 таблиць, 24 рисунки. Бібліографія містить 224 назви, подано 5 додатків.

ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі "Ризик як економічна категорія" йдеться про те, що економічна наука і практика, поряд з усталеними закономірностями, мають справу з системами гіпотез, прогнозами (які дають лише інтервальні оцінки), невизначеністю, ризиком та іншими "сюрпризами". Детерміновані ситуації, коли відсутній ризик, зустрічаються в економічній діяльності досить рідко. Більшість чинників, які спричиняють ризик, є частково прогнозованими та неконтрольованими, а тому, навіть на перший погляд, досить ефективні рішення можуть призвести до значних, непередбачуваних збитків, якщо не враховувати ризик.

Урахування недетерміністичних, розпливчастих аспектів в економічних процесах істотно змінює загальну економічну теорію. Все ширше необхідно враховувати такі системні характеристики економічних рішень, як маневреність, гнучкість, стійкість, адаптивність, що тісно пов'язані з ризиком.

Теорія економічного ризику (ризикологія) бурхливо розвивається в останні десятиріччя.

У світі є низка наукових шкіл, що вносять суттєвий вклад у ризикологію. Необхідно відзначити, зокрема, значний доробок української (київської) школи на чолі з такими вченими, як В.С.Михалевич, Ю.М.Єрмольєв, О.І.Ястремський, особливо щодо моделювання ризику на базі методів та моделей стохастичного програмування.

Аналіз ризику доцільно проводити в розрізі його класифікаційних груп.

Можна подати таку класифікацію ризику: за масштабами та розмірами; за аспектами; щодо міри об'єктивності чи суб'єктивності рішень; за ступенем (мірою) ризиконасиченості рішень; за типами ризику; щодо часу прийняття обтяжених ризиком рішень; щодо чи-

сельності осіб, які приймають рішення; щодо ситуації (в умовах невизначеності, в умовах конфліктності).

Ризик поділяється на динамічний і статичний. Розрізняють також такі основні види ризику: цінних паперів, інвестиційні, валютні підприємницькі тощо.

Але перед ризикологією практика ставить усе нові, далеко не прості проблеми і методологічного, і методичного характеру, які потребують свого розв'язання.

Спинимося лише на окремих з них — таких, що зумовлюють необхідність подальших досліджень, теоретичних узагальнень та розбудови ризикології.

Класичним є обрання варіації (дисперсії) чи середньоквадратичного відхилення як кількісної оцінки ступеня економічного ризику. При такому визначенні ступеня (міри) ризику однаково трактують як додатні (сприятливі), так і від'ємні (несприятливі) відхилення випадкової величини (норма доходу, прибуток, чиста приведена вартість тощо) від її сподіваного (математичне сподівання) значення. Тобто приймається гіпотеза, що коливання (відхилення) в обидві сторони однаково небажані. У ряді випадків це не так, і цю гіпотезу слід відхилити, оскільки формально обчислені параметри (середньоквадратичне відхилення, коефіцієнт варіації) в цих випадках втрачають свій сенс як показники кількісної оцінки ризику.

При обґрунтуванні обсягів і структури інвестицій, які є важливими показниками стану економіки будь-якої країни, конче потрібно враховувати ризик. Зокрема, в ході обчислень та оцінці (обранні) інвестиційних (інноваційних) проектів з кількох альтернативних варіантів важливо якомога точніше визначити величину норми дисконту з урахуванням ризику й інфляції, що далеко не завжди здійснюється правильно.

У економіці часто, наприклад, в інвестиційному менеджменті, чинники, які слід враховувати при моделюванні ризику, настільки нові й складні, що достатньої числової інформації про них немає. Через це ймовірність того чи іншого випадкового результату неможливо обчислити статистичними методами. Як показує ряд досліджень, формальній аксіоматиці теорії ймовірностей можна надати іншу інтерпретацію, яку називають суб'єктивною ймовірністю.

У багатьох випадках, наприклад, при обранні інвестиційних проектів з кількох варіантів, рішення необхідно оцінювати за кількома критеріями. Власне, в задачах критеріально-експертного вибору (прийняття рішень), що постають у нових, об'єктивних економічних ситуаціях, суб'єкт управління потребує найбільшої допомоги

підтримки.

Виникає необхідність у побудові економіко-математичних методів та моделей інтелектуальної підтримки прийняття рішень, які потребують багатокритеріальних порівнянь, коли одержати кількісні дані складно чи неможливо або процес їхнього отримання потребує багато часу, зусиль, коштів тощо. Тим часом у багатьох наукових працях і методичних розробках поєднання термінів "багатокритеріальний" і "розпливчастий, нечіткий" зустрічається досить часто. Але, сформулювавши на початку аналізу задачу як розпливчасту та багатокритеріальну, вже на першому ж етапі (кроці) моделювання використовують певну згортку критеріїв і надалі розв'язують однокритеріальну нечітку задачу.

Значне місце в інтегрованих автоматизованих системах управління (ІАСУ) посідають організаційно-технологічні задачі, що мають масове застосування (раціонального розкрою матеріалів, оптимізації суміші і сполук (шихти) тощо). Так, для заготівельно-розкрійного виробництва металопрокату машинобудівного підприємства в ряді праць запропоновані математичні методи та моделі підвищення ефективності поточного і оперативного планування раціонального розкрою металопрокату. Але при цьому також необхідно враховувати ряд чинників невизначеності, пов'язаних з коливаннями обсягів і сортаменту металопрокату, необхідністю вибору раціонального варіанта розкрою, враховуючи кілька суперечливих критеріїв, коли окремі з них важко оцінити кількісно.

Існує необхідність у виділенні інваріантних щодо широкого спектра мікроекономічних проблем підходів до оптимізації управління ризиком.

Одним із ефективних способів (методів) зниження ступеня ризику є диверсифікація, яка грунтується на класичній теорії портфеля. Зазначимо, що в класичній теорії портфеля не враховується те, що економічні процеси в переважній більшості випадків є нестаціонарними, рівень часового ряду постійно змінюється, постійних у часі дисперсії, коваріації такого немає. Крім того, використовувана в класичній теорії портфеля гіпотеза про те, що коливання показника ефективності (наприклад, норми доходу) портфеля в обидві сторони від сподіваної величини (математичного сподівання) однаково небажані, також не є незаперечною. За дефіцитного відсутня числова інформація (статистичні дані), необхідна для обчислення відповідних економічних показників (критеріїв), а прийняття рішень відносно оптимальної чи раціональної структури портфеля має здійснюватися на підставі багатьох критеріїв, що в свою чергу вимагає додаткових

досліджень і застосування адекватних економіко-математичних методів та моделей.

Узагальнюючи результати проведеного аналізу неважко дійти висновку, що існуючі проблеми (мікроекономічний рівень) потребують подальшого розвитку ризикології. Зокрема, необхідно розрізняти і враховувати декілька поширених у багатьох ситуаціях типів невизначеності та їхню суперпозицію, а саме: невизначеність цілей та їхню суперечливість при багатокритеріальній підтримці прийняття рішень; неоднозначеність прогнозів розвитку економічного середовища (станів економічного середовища); невизначеність дій контрагентів, конкурентів; нестачу даних і, зокрема, кількісних, які необхідні на момент прийняття відповідних рішень.

Ризикологію, на думку автора, слушно розглядати та структурувати на засадах системного аналізу за такою концептуальною схемою:

* основні засади якісного аналізу ризику;
* кількісний аналіз ризику;
* системи показників кількісної оцінки ступеня ризику;
* моделювання ризику;
* основні способи (методи) оптимізації управління ризиком.

У другому розділі "Основні засади якісного і кількісного аналізу ризику та система показників кількісної оцінки його ступеня" підкреслюється, що аналіз ризику доцільно поділяти на два взаємодоповнюючі види: якісний і кількісний.

Якісний аналіз полягає в ідентифікації чинників ризику, його джерел, структури тощо та вимагає ґрунтовних знань, досвіду й інтуїції у певній сфері економічної діяльності. Він повинен здійснюватися за такими аспектами.

Перший аспект — пов'язаний з необхідністю порівняння очікуваних позитивних результатів з можливими (ймовірними) економічними, соціальними та іншими несприятливими наслідками, а також визначенням імовірних джерел збитків, причин ризику.

Другий аспект — пов'язаний з виявленням механізму впливу інтересів суб'єктів ризику на рішення, які приймаються в умовах невизначеності, конфліктності.

На нашу думку, доречним є таке визначення ризику.

Економічний ризик — об'єктивно-суб'єктивна категорія, *яка пов'язана з подоланням невизначеності та конфліктності в ситуації неминучого вибору і відображає міру (ступінь) досягнення сподіваного результату, невдачі та відхилення від цілей з урахуванням впливу контрольованих та неконтрольованих чинників за наявності*

прямих і зворотних зв'язків.

У системах управління соціально-економічними об'єктами умови інформаційної повноти, як правило, не виконуються. По-перше, суб'єкт управління (ризику) сам може бути соціально-економічною системою. Його цілі (множина цілей) можуть не зводитися одна до одної і мати суперечливий характер. Підкреслимо, що далеко не завжди цілі можуть бути вираженими в кількісній формі, тому оцінка різноманітних ситуацій і варіантів (стратегій, проектів) може виявитися неоднозначною. По-друге, моделі, що описують поводження об'єкта управління (ризику), не можуть, як правило, відображати всіх його стійких (суттєвих) властивостей. По-третє, наявна інформація не завжди відображає всі суттєві моменти, бо їх врахування здійснюється опосередковано, насамперед через систему економічних показників. Вони ж, у свою чергу, подають якісні чинники в кількісно вираженій формі, а це призводить до втрати частини інформації.

Тобто процес формування управлінської (керуючої) інформації обтяжений певним ступенем ризику, який необхідно враховувати та моделювати.

Одним із важливих підходів до оцінювання ризику є аналіз і прогнозування можливих (імовірних) збитків ресурсів, які можна класифікувати за видами підприємницької діяльності: виробничі, комерційні, фінансові.

При моделюванні ризику, який зумовлюється невизначеністю, необхідно враховувати, що невизначеність — фундаментальна характеристика забезпеченості процесу прийняття економічних рішень знаннями (інформацією) стосовно проблемної ситуації. Її можна трактувати як недостовірність, неоднозначність, невідомість.

Приймаючи рішення, важливо виявити інтереси основних учасників подій, що дасть змогу заздалегідь одержати певний розклад можливого їх перебігу та пов'язані з цим суперечності, перешкоди, які зумовлюють ризик.

Можна запропонувати таку багатокрокову процедуру (алгоритм) якісного аналізу ризику та поведження його суб'єктів (рис.1).

Кількісний аналіз ризику використовує ряд методів: метод аналогій; аналіз чутливості (вразливості); методи імітаційного моделювання; аналіз ризику збитків тощо. Спинимося на окремих з них.

Аналіз чутливості (вразливості) найбільш зручно здійснювати, використовуючи коефіцієнти еластичності. Ризик є тим більшим, чим більшим за абсолютною величиною є відповідний коефіцієнт еластич-

ності щодо можливих (імовірних) змін відповідного чинника. Проте метод аналізу чутливості (вразливості) має ряд недоліків.

Рис. 1. *Узагальнена формалізована процедура аналізу ризику та поводження його суб'єктів*

Процес кількісного аналізу ризику методами імітаційного моделювання можна подати деталізованою процедурою, наведеною на рис. 2.

У методі аналізу збитків доречно вводити такі поняття, як області (зони) ризику: безризикова зона; зона допустимого ризику; зона критичного ризику; зона катастрофічного ризику.

Однією з важливих складових ризикології є система показників кількісної оцінки ступеня економічного ризику.

На думку автора оцінювати ризик необхідно системно — в аб-

солютному та відносному вираженні. Найбільш загальний підхід до кількісної оцінки ступеня (міри) ризику полягає у введенні відповідно побудованої функції корисності.

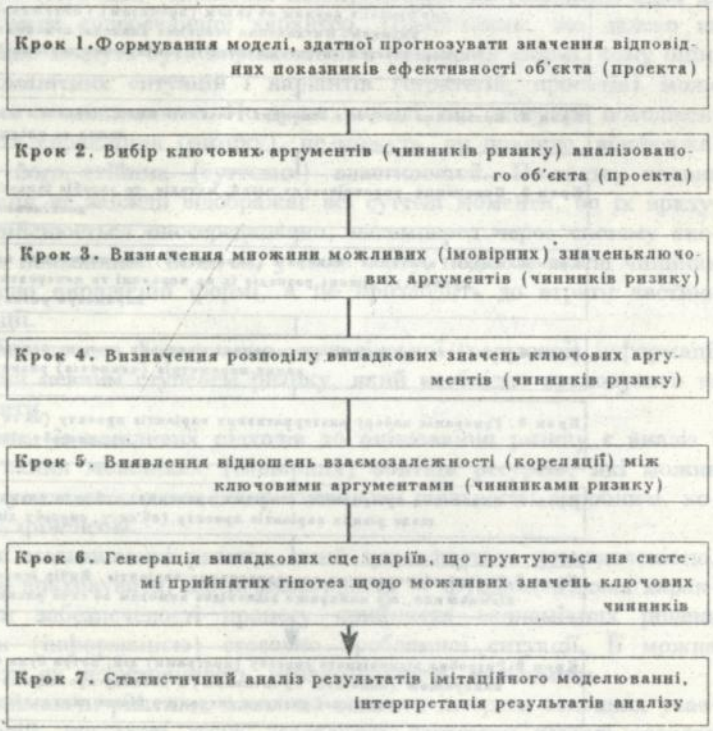

Рис. 2. *Процес кількісного аналізу ризику методами імітаційного моделювання.*

Ступінь ризику традиційно визначається як імовірність настання небажаних наслідків (збитків). Класичним вважається також підхід, що спирається на варіацію чи середньоквадратичне відхилення від математичного сподівання. Але ці показники не можна вважати універсальними.

Ризик, на думку автора, насамперед пов'язаний з несприятливими для менеджера (інвестора) ефектами, і для його оцінювання доцільно брати до уваги лише від'ємні (несприятливі) відхилення від сподіваної величини. При цьому кількісною оцінкою ступеня ризику

може бути обрана семіваріація, яку для дискретної випадкової величини X можна подати за формулою

$$SV = \sum_{j=1}^{n} p_j d_j^2 , \qquad (1)$$

де n — обсяг вибірки; p_j — відповідні ймовірності; d_j — від'ємні (несприятливі) відхилення реалізації випадкової величини від її сподіваного значення, тобто

$$d_j = \begin{cases} 0, & x_j \geq M\{X\} , \\ x_j - M\{x\}, & x_j < M\{X\}, \end{cases} \qquad (2)$$

де x_j — реалізація випадкової величини, j=1, ..., n; M{X} — математичне сподівання випадкової величини X.

З практичного погляду зручніше застосовувати семіквадратичне відхилення:

$$SSV = \sqrt{SV} . \qquad (3)$$

Виявляється, зокрема, що портфель, сформований на підставі максимізації зваженої середньогеометричної норми прибутку, характеризується найвищою очікуваною вартістю в кінці середньо- і довгострокового періодів. Ця величина обчислюється за формулою:

$$RG = -1 + \prod_{j=1}^{n} (1 + x_j)^{p_j} , \qquad (4)$$

де x_j — значення випадкової величини X (норми прибутку); p_j відповідні ймовірності. Доцільним є впровадження й такого показника кількісної оцінки ступеня ризику, як семіквадратичне відхилення від значення зваженої середньогеометричної:

$$SSRG = \left(\sum_{j=1}^{n} p_j d_j^2 \right)^{0,5} , \qquad (5)$$

де p_j — відповідні ймовірності реалізації випадкової величини X;

$$d_j = \begin{cases} 0 & x_j \geq RG , \\ x_j - RG , & x_j < RG, \end{cases} \quad j = 1, \ldots, n . \qquad (6)$$

У відносному вираженні ризик визначається як, скажімо частка від ділення, де, зокрема, в чисельнику наводиться обсяг імовірних збитків тощо, а в знаменнику — так звана база, за яку

приймають або майно підприємця, або загальні витрати ресурсів на здійснення певної діяльності, або очікуваний доход (прибуток) від певного виду підприємництва. У відносному вираженні ризик вимірюється за допомогою коефіцієнта варіації.

Можна запропонувати як оцінку ступеня ризику коефіцієнт, що обчислюється за формулою

$$l_1 = \frac{\left| \int_{-\infty}^{0} x\varphi(x)dx \right|}{\int_{0}^{+\infty} x\varphi(x)dx + \left| \int_{-\infty}^{0} x\varphi(x)dx \right|} \qquad (7)$$

де $\varphi(x)$ — щільність імовірності.

Коефіцієнт l_1 враховує як форму так і розташування диференціального закону розподілу випадкової величини (прибутку тощо). Зауважимо, що у (7) за точку відліку можуть бути обраними, наприклад, математичне сподівання, мода тощо.

Як кількісну оцінку ступеня ризику слушно використовувати відносну величину, яку можна назвати коефіцієнтом семіваріації:

$$CSV = SSV(X) / M\{X\}, \qquad (8)$$

Коефіцієнт семіваріації у ряді випадків дає змогу, входячи в сутність проблеми, краще оцінювати ступінь ризику,

В ряді випадків за оцінку ризику може слугувати коефіцієнт семівідхилення від зваженої середньогеометричної величини:

$$CSRG = SSRG / RG, \qquad (9)$$

Варто аналізувати як показник ступеня ризику коефіцієнт асиметрії (a).

Якщо $a>0$, то відповідна випадкова величина має правосторонній скіс, "хвіст" розподілу розташовується праворуч і навпаки.

Зрозуміло, що серед m різних альтернативних об'єктів (проектів, стратегій) є сенс обрати той, для якого має місце

$$a_{k_0} = \max_{k=1,\ldots,m} a_k ,$$

оскільки несприятливі відхилення від сподіваного значення з відносно великими значеннями щільності ймовірності аналізованого об'єкта k_0 розташовані ліворуч найближче до сподіваного значення (менше відхиляються від нього в несприятливий бік), а відповідні (сприятливі) значення значно віддалені від сподіваної величини (ці значення ("хвіст") розташовані праворуч).

За міру ризику пропонується величина

$$l = \begin{cases} 1/(a+1), & a \geq 0, \\ 1 - a, & a < 0, \end{cases} \qquad (10)$$

де a – коефіцієнт асиметрії.

Як кількісна оцінка ризику може бути запропонований і коефіцієнт

$$W = l / M\{X\}, \qquad (11)$$

де l — обчислюється згідно з (10), а $M\{X\}$ — математичне сподівання випадкової величини X.

З метою всебічного аналізу ризику, який відображає інтереси його суб'єктів, спираються на раціональну систему гіпотез, адекватних щодо конкретної господарської ситуації тощо. Система кількісних оцінок ступеня ризику може бути розбудована й далі, використовуючи, зокрема, такі числові характеристики (параметри) випадкових величин, як ексцес, мода, медіана, та беручи за базу актуальні в даній ситуації економічні показники (параметри), застосовуючи різні ймовірні системи альтернативних гіпотез.

У третьому розділі "Моделювання ризику" зазначається, зокрема, що в ризикології доцільно використовувати ряд класів математичних методів та моделей: стохастичне програмування, теорію ігор, теорію нечітких (розпливчастих) множин тощо.

В економіці більшість задач підтримки прийняття рішень, на що вже наголошувалося, необхідно розв'язувати за умов багатокритеріальності, неповноти (відсутності) кількісної інформації тощо.

Основним джерелом інформації є люди (суб'єкти прийняття рішень, експерти, консалтингові установи). Як правило, людині зручніше подавати необхідну інформацію в неформалізованому вигляді, на вербальному рівні ("м'яку" інформацію).

В дисертації пропонується розпливчастий метод аналізу ієрархій — FMAI. Він є теоретичним розширенням та узагальненням запропонованого Т.Л.Сааті методу AHP (Analytic Hierarchy Process), який часто називають методом аналізу ієрархій (MAI), але враховує вербальний характер інформації та широкі можливості щодо застосування понятійного й математичного апарату теорії розпливчастих множин.

FMAI складається з таких основних кроків:

КРОК 1. Формування багаторівневої ієрархічної структури, яка містить інтегрований критерій, часткові критерії та об'єкти (проекти) дослідження та впорядкування;

КРОК 2. Побудова матриць порівнянь з нечіткими оцінками елементів, які розміщені на окремих рівнях ієрархії;

КРОК 3. Обчислення значень вагових коефіцієнтів (векторів) кожного із елементів певного рівня ієрархічної структури з погляду елемента, який розміщений на безпосередньо вищому рівні ієрархії.

КРОК 4. Обчислення вектора пріоритетів $\tilde{r}_K$, який визначає нечіткі оцінки $\tilde{r}_{iK}$ аналізованих об'єктів (проектів) з погляду інтегрованого критерію.

КРОК 5. Впорядкування досліджуваних об'єктів (проектів) відносно величини нечітких оцінок $\tilde{r}_{ОПТ}$.

Сутність операцій, здійснюваних на окремих кроках пропонованого алгоритму, полягає:

1. (Крок 1). Формування багаторівневої ієрархічної структури критеріїв.

Загальний вигляд ієрархічної багатокритеріальної структури зображено на рис.3.

На верхньому рівні цієї структури (рівень 0) розташований лише один елемент — інтегрований критерій оцінювання, який можна розкласти (деталізувати) на декілька елементів (часткових критеріїв) — рівень 1, що йде безпосередньо за даним рівнем ієрархії. Кожний елемент цього рівня ієрархії, в свою чергу, деталізується на декілька елементів наступного рівня і т.д. На найнижчому рівні ієрархічної структури розташовані об'єкти (проекти), які необхідно аналізувати та впорядковувати (елементи досліджуваної множини).

Побудована в такий спосіб ієрархічна багаторівнева структура дозволяє обмежитися відносно невеликою кількістю елементів на кожному рівні ієрархії.

2. (Крок 2). Побудова матриці порівнянь з нечіткими оцінками. Для того, щоб одержати матрицю попарних порівнянь проводять опитування експертів відносно того, наскільки, на їхню думку, елемент x_i є вагомішій (значущий) за елемент x_j, $x_i, x_j \in X$.

Поняття, якими може оперувати експерт, та інтерпретація цих понять можуть бути подані відповідними таблицями, які широко застосовуються для здійснення якісних порівнянь (шкалювань) елементів (об'єктів). На базі відповідним чином введених лінгвістичних змінних здійснюється процес попарного порівняння множини

варіантів (об'єктів, проектів).

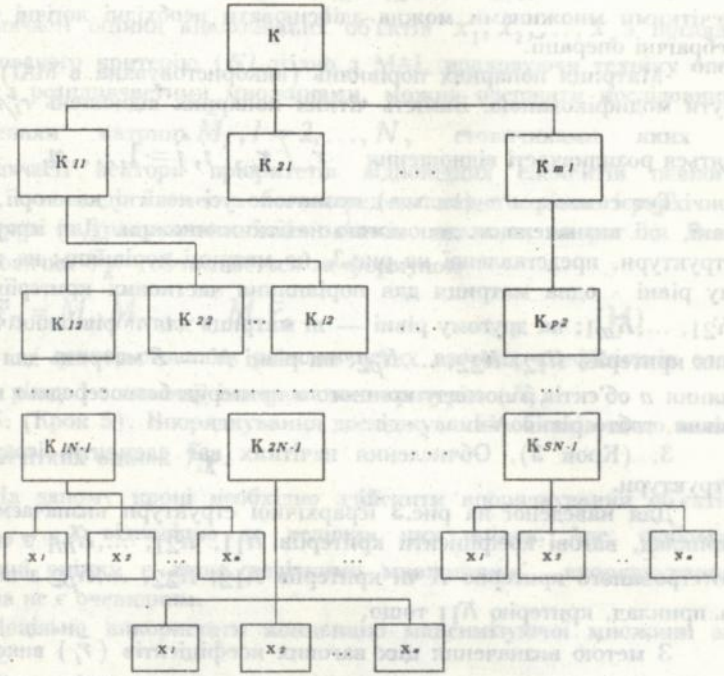

Рис. 3. *Загальний вигляд багаторівневої ієрархічної структури (K* — інтегрований критерій оцінювання; K_{ij} — *i*-й критерій *j*-го рівня; $i=1,\ldots,m$ на рівні 1; $i=1,\ldots,p$ на рівні 2; $i=1, \ldots, s$ на рівні $N-1$; x_i — *i*-й об'єкт (проект), що аналізується. $i=1, \ldots, n$; m, p, s, n – кількість елементів відповідно на рівнях 1, 2, $N-1$, N.)

У такій таблиці наводяться поняття, якими оперує експерт, інтерпретація цих понять — нечіткі (розпливчасті) величини $\tilde{m}_{ij} = r_i \,/\, \tilde{r}_j$.

Для лінгвістичних змінних, які оцінюють відношення певного критерію до іншого критерію цього самого рівня ієрархії з погляду критерію з безпосередньо вищого рівня ієрархії, можуть послуговувати нечіткі множини, які відповідають термам: однаково важливий, набагато важливіший, суттєво важливіший, абсолютно важливіший.

Техніка визначення функції належності для нечітких (розпливчастих) множин робить можливим побудову нечіткої мно-

жини, що відповідає введеним термам лінгвістичної змінної. А вже з нечіткими множинами можна здійснювати необхідні логічні та алгебраїчні операції.

Матриця попарних порівнянь (використовувана в МАІ) може бути модифікованою. Замість чітких попарних відношень r_i/r_j вводяться розпливчасті відношення $r_i \,\tilde{/}\, r_j$, $i, j = 1, \ldots, n$.

Тут символом ~ (тильда) позначено усі нечіткі категорії, тобто такі, які визначено за допомогою нечітких множин. Для ієрархічної структури, представленої на рис.3, це матриці порівнянь: на першому рівні - одна матриця для порівняння часткових критеріїв $K11$, $K21$, ..., $Km1$; на другому рівні — m матриць для порівняння часткових критеріїв $K12$, $K22$, ..., $Kp2$; 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 нечітких ваг елементів ієрархічної структури.

Для наведеної на рис.3 ієрархічної структури визначаємо, наприклад, вагові коефіцієнти критеріїв $K11$, $K21$, ..., $Km1$ з погляду інтегрованого критерію K чи критеріїв $K12$, $K22$, ..., $Kp2$ з погляду, наприклад, критерію $K11$ тощо.

З метою визначення цих вагових коефіцієнтів ($\tilde{r}_i$) використовується техніка середньої геометричної для нечіткої множини, яка полягає в обчисленні середньої геометричної $\tilde{c}_i$ для елементів матриці $\tilde{A} = \left|\tilde{a}_{ij}\right|$:

$$\tilde{c}_i = \left(\prod_{j=1}^{n} \tilde{a}_{ij}\right)^{1/n}, \quad i = 1, \ldots, n, \tag{12}$$

а також у визначенні вагових коефіцієнтів

$$\tilde{r}_i = \tilde{c}_i \,/\, \sum_{i=1}^{n} \tilde{c}_i, \; i = 1, \ldots, n., \tag{13}$$

Вони утворюють для кожної матриці порівнянь $\tilde{A}$ певний вектор $\tilde{r} = (\tilde{r}_1, \tilde{r}_2, \ldots, \tilde{r}_n)$.

4. (Крок 4). Обчислення розпливчастого вектора пріоритетів об'єктів(проектів) найнижчого рівня з погляду інтегрованого критерію.

Вектор пріоритетів $\tilde{r}_k = (\tilde{r}_{1K}, \tilde{r}_{2K}, \ldots, \tilde{r}_{nK})$, який визначає розпливчасті оцінки аналізованих об'єктів $x_1, x_2, \ldots, x_n$ з погляду інтегрованого критерію (K) згідно з МАІ, враховуючи техніку операцій з розпливчастими множинами, можна одержати послідовним множенням матриць $\tilde{M}_l, l = 2, \ldots, N$, стовпчиками яких є розпливчасті вектори пріоритетів відповідних елементів певного рівня, з погляду елемента безпосередньо вищого рівня ієрархічної структури (з урахуванням їхніх зв'язків, вказаних на рис.3). Вектор-стовпчик $\tilde{r}_K$ обчислюється за формулою

$$\tilde{r}_K = \tilde{M}_N \tilde{M}_{N-1} \ldots \tilde{M}_2 \tilde{r}, \qquad (14)$$

де $\tilde{r}$ — вектор-стовпчик розпливчастих вагових коефіцієнтів елементів рівня 1 з погляду інтегрованого критерію (K).

5. (Крок 5). Впорядкування досліджуваних об'єктів щодо величини нечітких оцінок $\tilde{r}_{iK}$.

На даному кроці необхідно здійснити впорядкування об'єктів $x_1, x_2, \ldots, x_n$ відповідно до величин цих оцінок. Але, оскільки одержані оцінки є лише нечіткими множинами, впорядкування об'єктів не є очевидним.

Доцільно використати концепцію максимізуючої множини за Йєном.

Максимізуючою множиною є така нечітка множина :

$$\tilde{\pi}(T) = \{(\mu_{\tilde{\pi}}(t) / t)\}, \qquad t \in T, \qquad (15)$$

де

$$\mu_{\tilde{\pi}}(t) = t / t_{\max}, \quad t_{\max} = \sup T, \qquad (16)$$

T — множина всіх носіїв, які представляють оцінки аналізованих об'єктів $x_1, x_2, \ldots, x_n$.

У межах кроку 5 виконується ряд етапів:

1) утворення максимізуючої множини;

2) формування для кожного об'єкта x_i, $i=1, \ldots, n$, розпливчастої множини $\tilde{r}'_{iK}$:

$$\tilde{r}'_{iK} = \{(\mu_{\tilde{r}_{iK}}(t) / t)\}, \qquad (17)$$

де

$$\mu_{\tilde{r}_{iK}} = \mu_{\tilde{r}_{ik}}(t) \wedge \mu_{\tilde{R}}(t), i = 1, \ldots, n; \quad (18)$$

3) формування нечіткої множини $\tilde{r}_{\text{ОПТ}}$:

$$\tilde{r}_{\text{ОПТ}} = \{(\mu_{\tilde{r}_{\text{опт}}}(x_i) / x_i)\}, \quad (19)$$

де

$$\mu_{\tilde{r}_{\text{опт}}}(x_i) = \bigvee_t \mu_{\tilde{r}_{ik}}(t), \quad (20)$$

$\vee$ — оператор максимуму (логічне "або"), застосування якого призводить до того, що кожен об'єкт порівнюватиметься з іншими на підставі максимального значення функції належності.

Формування нечіткої множини є сенс здійснити, враховуючи ентропію ($H(x_i), i = 1, \ldots, n$) як міру невизначеності. В цьому разі:

$$\mu_{\tilde{r}_{\text{опт}}}(x_i) = \bigvee_t \mu_{\tilde{r}_{iK}} / 1 + H(x_i), \quad i = 1, \ldots, n,$$

де $H(x_i) = -\sum_t \hat{\mu}_{\tilde{r}_{iK}} \ln \hat{\mu}_{\tilde{r}_{iK}}, \; i = 1, \ldots, n,$

$$\hat{\mu}_{\tilde{r}_{iK}} = \mu_{\tilde{r}_{iK}} / \sum_t \mu_{\tilde{r}_{iK}}, \; i = 1, \ldots, n;$$

4) формування нормалізованої нечіткої множини, застосовуючи метод відносної нормалізації:

$$\tilde{r}'_{\text{ОПТ}} = \{(\mu_{\tilde{r}'_{\text{опт}}}(x_i) / x_i)\}, \quad (21)$$

де

$$\mu_{\tilde{r}'_{\text{опт}}}(x_i) = \mu_{\tilde{r}_{\text{опт}}}(x_i) / \max_i \mu_{\tilde{r}_{\text{опт}}}(x_i), \quad (22)$$

i=1, ..., n;

5) впорядкування досліджуваних об'єктів (проектів) за значеннями величини функції належності $\mu_{\tilde{r}'_{\text{опт}}}(x_i)$ чи обрання такого x^*, для якого $x^* = \arg\max_{i=1,\ldots,n} \mu_{\tilde{r}'_{\text{опт}}}(x_i)$ тощо.

У дисертації запропоновано метод, названий "ігровим розпливчастим методом аналізу ієрархій" (ІРМАІ), який дозволяє враховувати суперпозицію кількох типів невизначеності: невизначеність цілей, невизначеність множини станів економічного середовища, брак кількісної інформації та пов'язаного з цим ризику при обранні об'єкта (проекта, стратегії).

Для широкого класу проблем комбінація процедур дало не-

визначеності наших знань про тенденції розвитку економічного середовища (загальноринкової кон'юнктури, попиту, цін, податкової політики, темпів інфляції тощо) може бути представлена множиною сценаріїв (станів економічного середовища). Оскільки поводження людини в процесі прийняття рішення залежить від ситуації, в якій воно приймається, то зрозуміло, що в загальному випадку експерти (менеджери) дають — залежно від станів економічного середовища (сценарію) — різні попарні оцінки щодо важливості різних підцілей на різних рівнях ієрархічної структури, яка містить інтегрований критерій, часткові критерії і стратегії дослідження та впорядкування.

Статична теоретико-ігрова модель є досить ефективною в даному випадку. Ситуація прийняття рішень згідно з концепцією теорії ігор характеризується множиною

$$\{X, \Theta, \mu\}, \tag{23}$$

де $X = \{x_1, x_2, \ldots, x_m\}$ — множина альтернативних стратегій (рішень) суб'єкта управління; $\Theta = \{\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_n\}$ — множина сценаріїв (станів) економічного середовища, яке може перебувати лише в одному з станів, $\theta_j \in \Theta$; $\mu = \{\mu_{kj} = \mu(x_k, \theta_j)\}$ — функціонал оцінювання (матриця), визначений на $X \cdot \Theta$.

Скориставшись методом PMAI, можна одержати відповідні оцінки функції належності для кожної стратегії $x_k \in X$ для кожного сценарію $\theta_j \in \Theta$, тобто побудувати функціонал оцінювання.

Необхідно зазначити, що коли для всіх виділених сценаріїв $\theta_j, j = 1, \ldots, n$ існує домінуюча стратегія $x_{k_0} \in X$, тобто така, для якої при всіх $j=1,\ldots,n$

$$\mu_{k_0 j} = 1, \tag{24}$$

то стратегію x_{k_0} можна обрати: вона забезпечить мінімальний ризик. Можна також скористатися критерієм Вальда. В інших випадках необхідні додаткові гіпотези.

IPMAI можна подати наступною послідовністю кроків:

Крок 1. Формування множини альтернативних об'єктів (проектів, стратегій) X;

Крок 2. Формування множини сценаріїв (множини можливих взаємовиключних станів економічного середовища Θ);

Крок 3. Формування багаторівневої ієрархічної структури, яка містить інтегрований критерій, часткові критерії й об'єкти, з яких

необхідно вибрати, в певному розумінні, найкращий;

Крок 4. Побудова для кожного сценарію матриць попарних порівнянь з нечіткими оцінками для елементів, які розміщені на окремих рівнях ієрархії;

Крок 5. Обчислення для кожного сценарію значень вагових коефіцієнтів кожного з елементів ієрархічної структури з погляду елемента, який розміщений на безпосередньо вищому рівні ієрархії;

Крок 6. Обчислення для кожного сценарію вектора пріоритетів, який визначає нечіткі (розплівчасті) оцінки з погляду інтегрованого критерію, об'єктів (стратегій);

Крок 7. Впорядкування для кожного сценарію досліджуваних об'єктів (проектів) за величиною ступеня функції належності в множині нечітких оцінок та побудова функціоналу оцінювання;

Крок 8. Визначення ймовірності (суб'єктивної ймовірності) для кожного з альтернативних сценаріїв (множини альтернативних станів економічного середовища);

Крок 9. Визначення підмножини інформаційних ситуацій, які характеризують стратегію поводження економічного середовища (множини його альтернативних станів);

Крок 10. Вибір критерію прийняття рішення на підставі теоретико-ігрової моделі (чи формування багатокритеріальної, багаторівневої ієрархічної структури);

Крок 11. Побудова матриць порівнянь з нечіткими оцінками для елементів, які розташовані на окремих рівнях ієрархії;

Крок 12. Обчислення значень вагових коефіцієнтів кожного з елементів ієрархічної структури з погляду елемента, який розміщений на безпосередньо вищому рівні ієрархії;

Крок 13. Обчислення вектора пріоритетів, який визначає нечіткі оцінки, з погляду інтегрованого критерію, об'єктів, що аналізуються.

Крок 14. Впорядкування та вибір оптимального чи раціонального об'єкта (рішення).

Метод ергономічний, дозволяє залучити кінцевого користувача до ефективного діалогу.

У четвертому розділі "Оптимізація управління ризиком" йдеться про те, що кожний суб'єкт керування (менеджер, управлінська команда) обирає конкретний спосіб (суперпозицію способів) управління ризиками (менеджмент ризику) залежно від специфіки своєї діяльності, обраної маркетингової стратегії тощо.

Проте існують загальні (інваріантні) підходи до оптимізації управління ризиком.

Методичний підхід до формування процесу управління ризиком є одним з важливих елементів ризикології. Його блок-схему подано на рис 4.

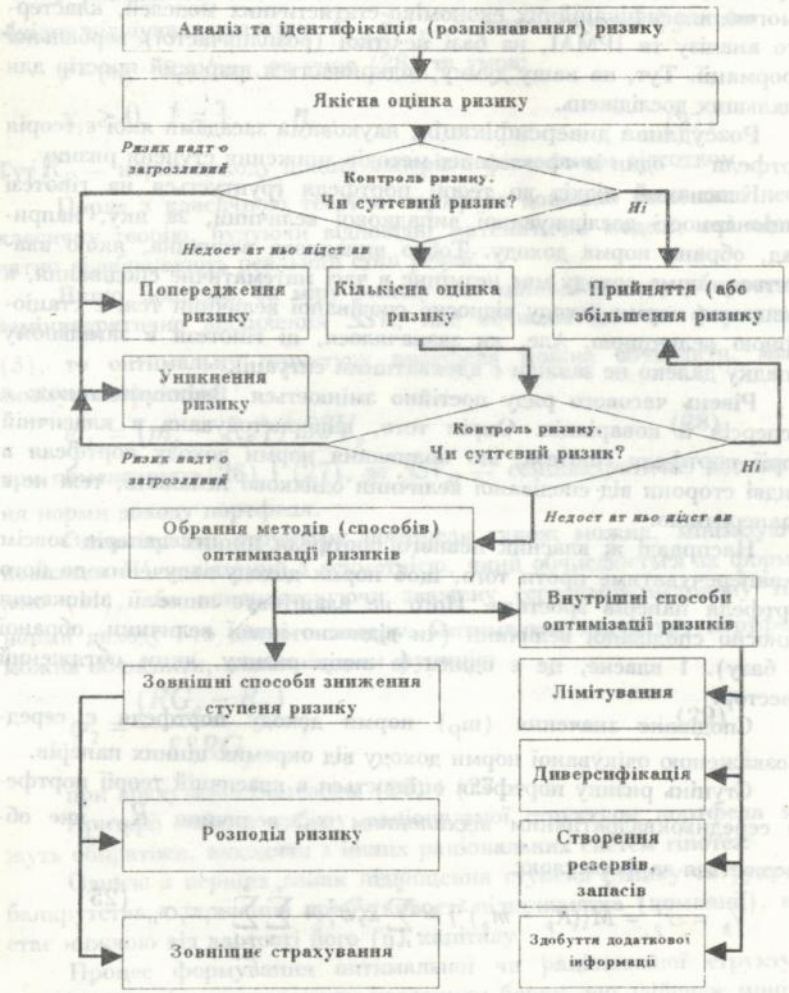

Рис. 4. *Узагальнена блок-схема процесу управління ризиком*

Зауважимо, що на практиці доцільно застосовувати не окремі способи (методи) зниження ризику, а їхню комбінацію, застосовую-

чи як зовнішні, так і внутрішні методи оптимізації управління ризиком. Вибір комбінації способів оптимізації (зниження) ступеня ризику, побудову відповідних таблиць рішень можна здійснити за допомогою класифікаційних економіко-статистичних моделей, кластерного аналізу та ІРМАІ, на базі нечіткої (розпливчастої) вербальної інформації. Тут, на нашу думку, відкривається широкий простір для подальших досліджень.

Розсудлива диверсифікація, науковими засадами якої є теорія портфеля — один із ефективних методів зниження ступеня ризику.

Класичний підхід до теорії портфеля грунтується на гіпотезі стаціонарності досліджуваної випадкової величини, за яку, наприклад, обрана норма доходу. Тобто випадкова величина, якою вважається норма доходу має незмінне в часі математичне сподівання, а коливання норми доходу відносно сподіваної величини теж є стаціонарною величиною. Але, як зазначалося, ці гіпотези в загальному випадку далеко не завжди є адекватними ситуації.

Рівень часового ряду постійно змінюється. Змінними також є дисперсія й 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.

Насправді ж власник певного портфеля цінних паперів зовсім не заперечуватиме проти того, щоб норма доходу залучених до його портфеля паперів зростала. Його не влаштовує лише її зниження відносно сподіваної величини (чи відносно іншої величини, обраної за базу). І власне, це є одним із видів ризику, яким обтяжений інвестор.

Сподіване значення (m_p) норми доходу портфеля є середньозваженою очікуваної норми доходу від окремих цінних паперів.

Ступінь ризику портфеля оцінюється в класичній теорії портфеля середньоквадратичним відхиленням σ_p, величини R_p, яке обчислюється за формулою:

$$V_p = \sigma_p^2 = M\{(R_p - m_p)^2\} = \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^{n} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{n} x_i x_j \sigma_{ij} \quad (25)$$

де — x_i, постійні коефіцієнти, частки (питомої ваги) інвестиції в і-й цінний папір, залучений до портфеля

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = 1. \qquad (26)$$

У класичному підході до моделювання структури портфеля необхідно відшукати значення x_i, $i=1,\ldots n$, максимізуючи функцію $\varphi = (m_p - R_F)/\sigma_p$, за умов (26) та умов:

$$x_i \geq 0, \quad i = 1,\ldots,n. \qquad (27)$$

Тут R_F — норма доходу цінних паперів з фіксованим відсотком.

Поряд з класичною теорією портфеля доцільно розвивати неокласичну теорію, будуючи відповідні математичні моделі, які адекватно відображають реальний стан речей.

Якщо, зокрема, за міру ризику i-го цінного паперу обирається семіквадратичне відхилення SSV_i, яке обчислюється за формулою (3), то оптимальну структуру портфеля можна обчислити, максимізуючи функцію

$$\varphi_1 = (m_p - R_F)/SSV_p, \qquad (28)$$

при обмеженнях (26) і (27), де SSV_p — семіквадратичне відхилення норми доходу портфеля.

Оптимізувати структуру портфеля також можна, мінімізуючи показник W, пов'язаний з асиметрією, який обчислюється за формулою (11), або використовуючи зважену середньогеометричну RG_i норми доходу і-го цінного паперу. Оптимальну структуру портфеля можна обчислити, максимізуючи функцію

$$\varphi_2 = \frac{(RG_p - R_F)}{SSRG_p}, \qquad (29)$$

при врахуванні обмежень (26) і (27).

Критерії оцінки вибору раціональної структури портфеля можуть обиратися, виходячи з інших раціональних систем гіпотез.

Однією з перших ознак підвищення ступеня ризику та руху до банкрутства є зниження прибутковості підприємства (компанії), яка стає нижчою від вартості його (її) капіталу.

Процес формування оптимальної чи раціональної структури портфеля доцільно розширити введенням блоку, що здійснює моніторинг і ситуаційний аналіз імовірних станів як об'єкта ризику, так і оточуючого середовища.

Формуючи портфель, доцільно розглядати його норму доходу в контексті майбутнього, використовуючи для цього існуючі методи

прогнозування.

Для кожного і-го виду цінних паперів, який може бути залучений до портфеля, визначаються згладжене значення теперішньої величини норми доходу $\hat{R}_{iT}$ та спрогнозоване значення (норми доходу) ($\hat{R}_{i,T+L}$), i=1, ..., n на L періодів (кроків) наперед, а також відповідні нижні та верхні довірчі інтервали.

Далі, 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, ..., n.

Маючи $\tilde{R}_{iT}$, $\tilde{R}_{i,T+L}$ слушно розглядати величину tg α_p, приймаючи довжину періоду прогнозування (L років, місяців, діб) такою, що дорівнює Δ_L :

$$tg\alpha_i = (\tilde{R}_{i,T+L} - \tilde{R}_{iT}) / \Delta_L, \quad i = 1,\ldots,n, \qquad (30)$$

де α_i — кут нахилу градієнта між сусідніми в часі песимістичними прогнозованими та згладженими теоретичними значеннями норми доходу і-го виду цінних паперів. Очевидно, що компанія (фірма) прагнутиме, щоб для сформованого портфеля кут нахилу градієнта α_p був би не меншим, ніж α_0 (задане значення). Тобто, щоб виконувалась умова:

$$tg\alpha_p = (\tilde{R}_{p,T+L} - \tilde{R}_{pT}) / \Delta_L \geq tg\alpha_0. \qquad (31)$$

Далі, вилучаючи значення тренду з відповідних вибіркових значень, можна розглядати несприятливі відхилення d_{ij} від згладжених значень:

$$d_{ij} = \begin{cases} 0, & R_{ij} \geq \tilde{R}_{ij}, \\ \tilde{R}_{ij} & R_{ij} < \tilde{R}_{ij}, \\ i = 1,\ldots,n; j = 1,\ldots,T. \end{cases} \qquad (32)$$

За міру ризику, зокрема, можна обрати для кожного і-го виду цінних паперів величину SSV_i.

Раціональну структуру портфеля доцільно обирати, використовуючи сценарний підхід 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 на базі нечітких (розпливчастих) оцінок. Це можна здійснити, використовуючи, зокрема, наведену далі багатокрокову процедуру.

Крок 1. Відбір (залучення) до портфеля тих видів цінних паперів, для яких:

$$q_i > \overline{q}\,,\ i = 1, \ldots, n, \tag{33}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_i \geq \operatorname{tg}\alpha_0,\ i=1, \ldots, n \tag{34}$$

де

$$q_i = (m_i - R_F) / \left(\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T} \Delta R_{it}\right),\ i = 1, \ldots, n, \tag{35}$$

$$\Delta R_{it} = R_{it} - R_{i,\,t-1},\ i=1, \ldots, n,\ t=1, \ldots, T, \tag{36}$$

$\overline{q}$ — гранична величина (поріг), вибір якої здійснюється на підставі вербальних оцінок, $\operatorname{tg}\alpha_i$, $i=1, \ldots, n$ — обчислюються за формулою (30); 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 раніше наведених моделей і критеріїв (не враховуючи безризикові папери R_F).

Крок 3. Розподіл множини ефективних портфелів на кілька підмножин (типів). Тут слушно застосувати один з методів багатовимірної класифікації, а також IPMAI.

Крок 4. Відбір кількох портфелів (на підставі відповідних критеріїв, зокрема подібних до тих, що застосовуються на кроці 1) з обраних 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 допомогою відповідно побудованої ієрархічної структури критеріїв.

Нестабільне економічне середовище, несвоєчасність виконання прийнятих рішень (зобов'язань), помилки в обґрунтуванні оптимального рішення тощо часто зумовлюють істотний (навіть катастрофічний) рівень ризику. В зв'язку з цим є сенс використовувати інші способи зниження ступеня ризику, зокрема створюючи запаси, резервні фонди (фонди ризику) для страхування несприятливих наслідків.

Одним з найпоширеніших способів, який дозволяє вирішити проблему існування резерву, є застосування принципу гарантованого результату — обрання досить великого резерву, який гарантує

мінімальний ризик, тобто компенсацію будь-яких випадкових відхилень, що вимагає великих затрат на зберігання резерву тощо. Це теж веде до ризику невикористаних можливостей, оскільки великі резерви пов'язані з відволіканням значних коштів. Тому вводяться додаткові гіпотези, в основу розрахунку необхідного резерву закладається поняття допустимого ризику — ймовірність того, що потреба в запасах не перевищить наявний резерв. Вводиться поняття коефіцієнта ризику p_Z, який виражає ймовірність того, що потреби в запасах виявляться незадовільненими через недостатність резерву, перевищать його обсяг. Значення коефіцієнта ризику беруть — 5%, 1% тощо.

Однією з проблем, що ускладнює задачу, є обрання конкретного раціонального значення коефіцієнта ризику p_Z. Тут ефективно можуть застосовуватись, зокрема, експертні процедури, теорія корисності та IPMAI, що дає змогу врахувати ставлення суб'єктів прийняття рішень до ризику.

У п'ятому розділі "Урахування та моделювання ризику в прийнятті рішень у типових проблемах мікроекономічного рівня" розглядаються та наводиться розв'язання деяких із значних проблем, що вимагають застосування досконалих економіко-математичних методів та моделей і враховують ризик.

У ринковій економіці важливу роль відіграє *обчислення науково-обґрунтованої норми (ставки) дисконту*. Спрощені методи врахування ризику при обчисленні норми дисконту дає, зокрема, модель рівноваги ринку капіталів (CAMP). У цій моделі як показник ризику виступає коефіцієнт бета (β).

Використовується спрощена формула обчислення номінальної норми відсотка (R):

$$R = R_{rF} + i + \beta(R_{rM} - R_{rF}), \qquad (37)$$

де R_{rF} — реальна безпечна норма відсотка, i — прогнозовані темпи інфляції; β — коефіцієнт систематичного ризику, пов'язаний з даним видом інвестиційних проектів; R_{rM} — реальна середньоринкова норма відсотка.

Формула (37) дає прийнятні (наближені) результати лише тоді, коли темпи інфляції малі, що характерно в останні роки для промислово розвинутих країн з ринковою економікою. Зв'язок між номінальною нормою відсотка (R), реальною нормою відсотка (R_r) та темпами інфляції (i) визначається за формулою Фішера

$$R = R_r + i + iR_r. \qquad (38)$$

Наведена в дисертації методика обчислення норми дисконту

спирається на той факт, що прогнозовані темпи інфляції — це не точкова оцінка. Як відомо, при прогнозуванні коректним буде інтервальний підхід (при заданій величині ризику відхилень за межі відповідного інтервалу). При цьому доречно враховувати надбавку за інфляційний ризик (Δi).

Звідси легко одержати замість (38)

$$R = R_r + i + iR_r + \Delta i + R_r \wedge i \qquad (39)$$

В результаті для обчислення номінальної норми відсотка (R) замість спрощеної формули (37) одержимо:

$$R = R_{rF} + i(1 + R_{rF}) + \Delta i(1 + R_{rF}) + \beta(R_{rM} - R_{rF}) +$$
$$+\beta i(R_{rM} - R_{rF}) + \beta\Delta i(R_{rM} - R_{rF}) + R_l. \qquad (40)$$

де R_l — премія за ризик, що пов'язаний з низькою ліквідністю.

Періодичні видання в Україні інколи подають оцінки показників ефективності ринку цінних паперів, які дають змогу обчислити, в кращому випадку, досить широкий інтервал можливих значень *коефіцієнтів систематичного ризику*, тобто

$$\beta_* \le \beta \le \beta^*, \ \beta_* \ne \beta^*. \qquad (41)$$

В цьому разі варто скористатися експертними (інтуїтивними) методами прогнозування. Доцільним також є використання методології й інструментарію сценарного аналізу.

Коли розроблено n сценаріїв і для кожного з них обчислене значення функції належності μ_i (i=1, ..., n) до розпливчастої множини, суб'єктивну імовірність кожного із можливих сценаріїв (p_i, i=1, ..., n) можна обчислити за формулою

$$p_i = \mu_i / \sum_{i=1}^{n} \mu_i, \quad (i = 1, \ldots, n). \qquad (42)$$

На базі суб'єктивних (експертних) суджень, за аналогією з формулою для обчислення коефіцієнта систематичного ризику на базі статистичних даних за минулі періоди, можна обчислити коефіцієнт суб'єктивного систематичного ризику (його оцінку) стосовно норми доходу компанії:

$$\gamma_K \doteq COV(R_M, R_K) / \sigma_M^2 = \rho_{MK}\sigma_K / \sigma_M. \qquad (43)$$

У разі, коли задано інтервал можливих значень β (41), можна застосувати процедуру проєктування, що дає змогу одержати відкоректоване значення коефіцієнта суб'єктивного систематичного ризику компанії (підприємства) $\hat{\beta}_K$:

$$\hat{\beta}_K = \begin{cases} \beta_*, \text{ як що } \gamma_K < \beta_*, \\ \gamma_K, \text{ як що } \beta_* \le \gamma_K \le \beta^*, \\ \beta^*, \text{ як що } \gamma_K > \beta^*. \end{cases} \quad (44)$$

У сценарному аналізі може, зокрема, обиратися центральний (базовий) сценарій. У цьому випадку при обчисленні оцінки систематичного ризику доречним є використання квадратного кореня з суми квадратів відхилень від базового сценарію. Слушним, на нашу думку, є й використання квадратного кореня з суми квадратів несприятливих відхилень (SSM_0) значень норми доходу від моди (M_0) даної випадкової величини тощо.

За суб'єктивну оцінку коефіцієнта систематичного ризику можна приймати і величину, яка є лінійною комбінацією з кількох оцінок та яку можна подати виразом

$$\gamma_0 = \sum_{l=1}^{L} k_l \gamma_l, \quad (45)$$

де γ_l — прийняті до уваги коефіцієнти суб'єктивного систематичного ризику $l = 1, \ldots, L$; k_l — відповідні вагові коефіцієнти $l = 1, \ldots, L$.

Величини k_l ($l = 1, \ldots, L$) можуть бути обчислені на базі вербальної ("м'якої") інформації, використовуючи PMAI. Значення коефіцієнтів суб'єктивного систематичного ризику $\hat{\beta}_0$ обираються (коректуються) згідно з процедурою проектування (формула (44)).

Ризик інвестиційних (інноваційних) проектів слушно розглядати, застосовуючи три методичних підходи. По-перше, ризик певного проекту можна аналізувати окремо, без урахування його зв'язків з рештою активів (майна, об'єктів), що їх посідає компанія (фірма), для якої проект, власне, розробляється. По-друге, ризик проекту можна аналізувати в контексті ризику тих засобів, які вже посідає ця фірма, та впливу проекту, що аналізується, на ризик фірми в цілому (ефект портфеля в межах активів (майна) фірми). По-третє, ризик проекту може бути аналізованим в 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 їх розглядати нарізно. Водночас вони можуть бути проектами з прий-

нятним ступенем ризику з погляду ризику фірми в цілому чи ризику ринку, якщо підійти до цього з погляду диверсифікації.

Для оцінювання інвестиційних проектів найширше використовуються, зокрема, такі показники: чистий потік грошових коштів; період окупності інвестицій; чиста (нетто) теперішня вартість; внутрішня ставка (норма) доходу. Ці критерії, в ряді випадків приводять до обрання різних проектів з множини альтернативних варіантів.

Аналізуючи різні показники та висуваючи різні раціональні гіпотези, які можуть мати місце на практиці, можна здійснити всебічний аналіз різних альтернативних інвестицій (стратегій, варіантів).

Далеко не завжди на початкових етапах аналізу інвестиційних проектів можна досить швидко та за прийнятну ціну одержати всі необхідні дані (числові). Крім того прогноз не може дати детерміновану цифрову інформацію, він дає лише інтервал значень. На практиці, як правило, необхідно обрати один з m попередньо сформованих альтернативних інвестиційних проектів ($П_i$, i=1, ..., m). Вибір цей обтяжений ризиком, зокрема множинністю критеріїв (показників ефективності проектів), суперечністю результатів вибору по кожному з цих показників.

Обираючи певний проект з урахуванням ризику, можна скористатися PMAI. Багаторівнева ієрархічна структура матиме такі рівні:

рівень 0: К — узагальнений (інтегрований) критерій ефективності інвестиційного проекту;

рівень 1: $К_{11}$ — чистий потік грошових коштів; $К_{21}$ — період окупності інвестицій; $К_{31}$ — чиста (нетто) теперішня вартість; $К_{41}$ — індекс прибутковості;

рівень 2: Пі. i=1, ..., m - альтернативні інвестиційні проекти (варіанти проекту), один з яких необхідно вибрати для реалізації. Зазначимо, що, окрім наведених, можуть в разі необхідності використовуватися й інші критерії.

Застосовуючи PMAI (IPMAI), можна використовувати різні методики.

Так, проводячи зіставлення (порівняння) кожної пари деталізованих критеріїв ($К_{j1}$, j=1, ..., 4) з точки зору узагальненого критерію (К), використовуючи для цього якісні (вербальні, лінгвістичні) оцінки разом з їхніми порядковими шкалами і розпливчастими множинами, згідно з PMAI, можна побудувати матрицю їхніх попарних

порівнянь і зрештою впорядкувати критерії K_{j1}, j=1,..., 4 відповідно до значень функції належності ($\mu(K_{j1})$, j=1,..., 4). Це дає змогу встановити суб'єктивні вагові коефіцієнти (u_j, j=1,...,4) кожного з деталізованих критеріїв:

$$u_j = \mu(K_{j1}) / \sum_{j=1}^{4} \mu(K_{j1}),\ j = 1,\ldots,4. \qquad (46)$$

За іншою методикою, позначивши через θ_S, s=1,..., S множину сценаріїв щодо станів економічного середовища (яке може перебувати лише в одному з цих станів), для встановлення суб'єктивної ймовірності здійснення того чи іншого сценарію можна знову ж таки скористатися судженнями експертів і, застосувавши розпливчастий метод аналізу ієрархій, одержати для кожного сценарію значення функції належності $\mu(\theta_S)$, s = 1,...,S. На наступному кроці необхідно встановити значення суб'єктивної ймовірності $p(\theta_S)$ кожного з сценаріїв:

$$p_s = p(\theta_s) = \mu(\theta_s) / \sum_{s=1}^{S} \mu(\theta_s),\ s = 1,\ldots,S. \qquad (47)$$

Поглиблюючи ступінь урахування ризику, є сенс скористатися ще однією ефективною методикою.

Оскільки поводження людини (експерта, суб'єкта ризику) в процесі прийняття рішення залежить від ситуації, в якій це рішення приймається, то зрозуміло, що в кожному сценарії можуть зустрічатися різні судження як при зіставленні (порівнянні) кожної пари деталізованих критеріїв (K_{j1}, j=1, ..., 4) з погляду узагальненого (інтегрального) критерію ефективності інвестиційних проектів (К), так і при порівнянні кожної пари з множини інвестиційних проектів ($П_i$, i=1, ..., m) з погляду кожного з деталізованих критеріїв. Таким чином, для кожного з сценаріїв (θ_S, s=1, ..., S) будуть одержані відповідні значення оцінок функції належності кожного з проектів, тобто: $\mu_{iS}=\mu(П_i, \theta_S)$, i=1, ..., m; s=1, ..., S. В розгорненій формі ситуація прийняття рішень характеризується матрицею

$$\mu = \begin{pmatrix} & \theta_1 & \theta_2 \dots & \theta_S \\ \Pi_1 & \mu_{11} & \mu_{12} \dots & \mu_{1S} \\ \Pi_2 & \mu_{21} & \mu_{22} \dots & \mu_{2S} \\ \dots & \dots & \dots \dots & \dots \\ \Pi_m & \mu_{m1} & \mu_{m2} \dots & \mu_{mS} \end{pmatrix} \quad (48)$$

Отже, якщо певна компанія (фірма, підприємство) прагне вибрати інвестиційний проект, це необхідно здійснювати, враховуючи ризик та використовуючи, зокрема, алгоритм, узагальнена блок-схема якого зображена на рис.5.

Формування інвестиційних портфелів доцільно здійснювати, використовуючи, зокрема, неокласичний підхід, наведений в четвертому розділі.

До складу інтегрованих систем управління виробництвом входять, складаючи усе більшу питому вагу, і потребують урахування ризику задачі оптимального планування й проектування, зокрема, задачі вибору стратегії, інвестиційної програми; поточного і оперативного планування; організаційно-технологічні задачі масового застосування (раціонального розкрою матеріалів, оптимізації суміші та сполук (шихти) тощо).

Так, наприклад, оперативне планування розкрою металопрокату можна проводити у дві стадії, враховуючи залежність умов функціонування заготівельно-разкрійного виробництва (ЗРВ) машинобудівних підприємств у наступні періоди від результатів попередніх періодів.

На першій стадії оперативного планування розкрою, необхідно одержати деталізований місячний план у розрізі п'ятиденок (декад).

Динамічний характер багатоінтервальної деталізованої моделі оперативного планування розкрою на першій стадії пропонується відобразити таким чином. Для кожного t-го, t=1,..., К інтервалу (п'ятиденки), на які розбито плановий період (місяць), будується статична модель з урахуванням невизначеності та ризику. Окремі моделі пов'язуються поміж собою такими інгредієнтами як: перехідні запаси заготовок; кількість заготовок кожного виду; кількість розкроюваного металопрокату кожного типорозміру.

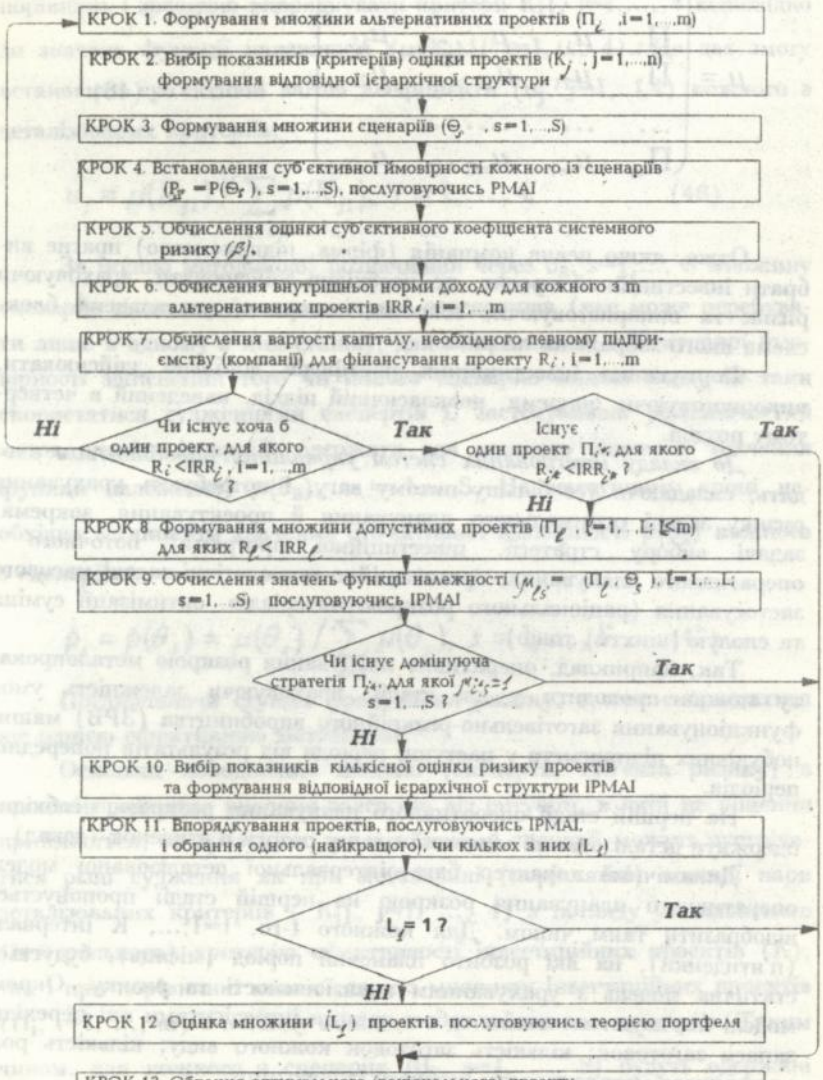

Рис.5. *Узагальнена блок-схема формалізованої процедури обрання інвестиційного проекту з урахуванням ризику*

На другій стадії, послуговуючись одержаною інформацією стосовно кількості необхідних заготовок різних видів, яка одержана в результаті розв'язання задачі змінно-добового планування ЗРВ, плану на частку п'ятиденки, що залишилася, необхідно обчислити інтенсивність розкрою металопрокату на найближчий етап (добу, зміну) (τ). Знання програми на решту поточного інтервалу (п'ятиденки) важливе лише постільки, поскільки вона визначає сумарну ефективність розглядуваної системи на весь інтервал планування, дозволяє найкращим чином визначити перехідні запаси заготовок. Тому розв'язок можна одержати, оцінюючи план раціонального розкрою на решту п'ятиденки інтегрально, без того, щоб його деталізувати за окремими етапами (добами, змінами). Таку схему прийнято називати двоетапною, оскільки в ній виділяються два суміжних етапи: найближча доба (зміна) і решта інтервалу.

Одержана задача є задачею цілочисельного програмування. В результаті її розв'язання визначається програма розкрою на найближчу добу (зміну).

З ряду причин економічного і технологічного характеру, окремі з яких важко формалізувати, на ряді підприємств складають, користуючись відповідними моделями та програмно-методичними комплексами, декілька варіантів планів оперативного розкрою. При цьому, формуючи різними способами множину карт розкрою, користуючись різними (модифікованими) цільовими функціями тощо, одержують 3-5 варіантів оперативного плану розкрою. Позначимо кількість цих варіантів через L. Кожен з них характеризується сукупністю карт розкрою, інтенсивністю розкрою; вектором запасів.

Остаточно обирають один з цих L варіантів. Критеріями вибору послуговують в основному: норми витрат металопрокату, які слід мінімізувати; затрати праці на реалізацію розкрою, які також бажано мати мінімальними (вони обчислюються при проектуванні групового технологічного процесу); відповідна структура запасів, яку бажано отримати, виходячи з вербальної інформації (суджень) тощо.

Вибір цей обтяжений ризиком, який зумовлений множинністю критеріїв (показників ефективності), а також суперечністю між цими критеріями. Щоб зробити ризик оптимальним чи допустимим, можна скористатися РМАІ.

У застосуванні методології та алгоритму РМАІ можливі варіації. Так, проводячи зіставлення кожної пари деталізованих критеріїв з погляду узагальненого критерію ефективності оперативного розкрою (К), і використовуючи для цього якісні (вербальні) оцінки разом з

їх порядковими шкалами, можна одержати відповідні значення функції належності. Суб'єктивні вагові коефіцієнти кожного з деталізованих критеріїв обчислюються за формулою, аналогічною (47).

Найбільш доречним, на наш погляд, є перехід від кількісної до якісної (вербальної) інформації (шкалюючи при цьому наявну числову інформацію щодо норм затрат матеріалу, затрат часу). Проводячи попарне порівняння кожного з множини (L) варіантів розкрою з погляду кожного з деталізованих критеріїв, можна, побудувавши відповідні матриці попарних порівнянь варіантів розкрою V_l, $l = 1,\ldots,L$, впорядкувати ці варіанти за величиною функції належності μ_l, $l = 1,\ldots,L$ (маючи кількісну інформацію, здійснити відповідні вербальні оцінки не становить проблеми). Обирається той варіант l_0, для якого

$$\mu_{l_0} = \max_{l=1,\ldots,L} \mu_l . \qquad (49)$$

Можна здійснити й глибше урахування ризику, скориставшись для цього ІРМАІ як одним з блоків відповідного агоритму тощо.

ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Одним із основних теоретичних результатів дисертації є авторська концепція ризикології, її структуризація. Ризик постулюється як об'єктивно-суб'єктивна економічна категорія. Теорія ризику подається за концептуальною схемою структурованого комплексу механізмів (інструментарію): основні засади якісного аналізу ризику; кількісний аналіз ризику; системи показників кількісної оцінки ступеня ризику; моделювання ризику; інваріантні підходи щодо врахування та оптимізації управління ризиком у широкому спектрі економічних проблем (мікроекономічний рівень).

2. Принципово важливим є висновок про те, що в сучасних економічних, політичних, культурно-соціальних умовах кожної держави і, зокрема, України, джерелом ризику, поряд з іншими, є суперпозиція таких основних типів невизначеності:

* невизначеність мети (багатокритеріальність і суперечності між окремими критеріями);

* невизначеність прогнозів розвитку зовнішнього (щодо досліджуваного об'єкта, проекта) економічного середовища (різні можливі стани розвитку середовища слушно подати у вигляді множини альтернативних сценаріїв);

* брак даних, зокрема кількісних, на момент прийняття рішення.

3. Виділені окремі аспекти якісного аналізу ризику, який, на думку автора, є найскладнішим і вимагає грунтовних знань, досвіду й інтуїції. Його головна мета — ідентифікувати можливі ризики, виявити також, для кого ризик корисний, чиїм інтересам відповідає. Рекомендується методика, яка подана формалізованою багатокроковою процедурою аналізу ризику в підтримку прийняття рішень з урахуванням поводження його суб'єктів, їхнього ставлення до ризику.

4. Визначено теоретичну значущість і практичну спрямованість кількісного аналізу ризику, який, зокрема, уможливлює розширення баз даних для обгрунтовнішого рішення; дозволяє виділити області (зони) ризику, що спрямовують процес подальшого аналізу, здобуття необхідної додаткової інформації.

Запропоновано деталізований алгоритм та подано блок-схему процесу кількісного аналізу ризику методами імітаційного моделювання.

5. Для побудови системи кількісних оцінок ступеня ризику доцільно використовувати усе багатство людського інтелекту, накопичене, зокрема, в теорії ймовірності та математичній статистиці, теорії корисності тощо на основі застосування раціональної системи гіпотез стосовно конкретної ситуації, для всебічного аналізу й оцінки ризику. Введено ряд нових показників кількісної оцінки ступеня ризику, пропонуються підходи щодо подальшої розбудови кількісних показників ризику, які б адекватно відображали ситуацію, давали змогу глибоко та всебічно оцінювати ризик.

6. Приймаючи рішення, обтяжені ризиком, зумовленим невизначеністю (невідомістю, недостовірністю, неоднозначністю), конфліктністю, відсутністю вичерпної (зокрема, кількісної) інформації, неможливо повністю уникнути певного суб'єктивізму. Аналіз, оцінювання та моделювання ризику збільшують можливість отримання оптимального чи раціонального рішення при вдало побудованих і використовуваних економіко-математичних методах і моделях. Для цього застосовують апарат теорії ігор, стохастичного програмування, теорії розпливчастих множин тощо.

Для широкого використання рекомендується розроблений у ході дослідження розпливчастий метод аналізу ієрархій (РМАІ), ефективний у розв'язанні проблем інтелектуальної підтримки прийняття економічних рішень з урахуванням ризику, зумовленого суперпозицією наведених раніше основних типів невизначеності, коли є можливість відносно просто (дешево і за прийнятний час) одержати вербальну ("м'яку") інформацію. РМАІ дозволяє залучити кількісного аналізу

зача (суб'єкт прийняття рішень, суб'єкт ризику) до процесу уточнення (верифікації) вхідних суджень тощо.

7. Зроблено висновок про необхідність і доцільність широкого використання основних засад сценарного аналізу в процесах інтелектуальної підтримки прийняття рішень, що дозволяють подати інформацію стосовно розвитку економічного середовища множиною можливих сценаріїв, а також використовувати вербальну ("м'яку"), розпливчасту інформацію, спираючись на судження експертів (суб'єктів ризику).

Одним із основних результатів дослідження є розроблений автором ігровий розпливчастий метод аналізу ієрархій (ІРМАІ), який дозволяє моделювати ризик у широкому спектрі економічних проблем, враховуючи суперпозицію (спільний вплив) кількох типів невизначеності (багатокритеріальності та суперечності між окремими критеріями, множинності можливих сценаріїв розвитку економічного середовища, браку кількісної інформації, необхідної на момент прийняття рішення).

8. Менеджмент ризику є одним із найважливіших елементів ризикології. В дисертації розроблено методичний підхід та запропоновано для використання узагальнену блок-схему процесу управління ризиком, а також подається методичний підхід до вибору комбінації основних способів оптимізації (зниження) ступеня ризику (розподіл ризику, зовнішнє страхування, диверсифікація, створення запасів та резервів, лімітування, здобуття (доцільність цього) додаткової інформації). Окреслений підхід щодо подальших досліджень у цьому напрямі.

9. В результаті аналізу проблем диверсифікації, — одного з основних методів зниження ступеня ризику, обґрунтовано необхідність розбудови неокласичної теорії портфеля, оскільки система гіпотез, на яку спирається класична теорія, не завжди адекватно відбиває реальний стан речей.

Розроблено методику та декілька математичних моделей, які базуються на характерних щодо умов сучасної економіки України гіпотезах (змінюваності в часі дисперсії, коваріації), а також того, що небажаними є відхилення показника ефективності від його сподіваного значення лише в певний бік. У моделях використовується ряд запропонованих автором показників кількісної оцінки ступеня ризику.

10. Обґрунтовано методичні положення та розроблено відповідний алгоритм формування раціональної структури портфеля на підставі використання низки критеріїв. Це дає змогу враховувати

багатокритеріальність і суперпозицію кількох типів невизначеності використовуючи, в разі необхідності, вербальну ("м'яку") інформацію, нечіткі (розпливчасті) оцінки. Встановлено, що розбудова неокласичної теорії портфеля як наукового напряму має здійснюватися шляхом поглиблення досліджуваних елементів ризику і побудови відповідних математичних методів і моделей.

11. Обґрунтовано, що підприємцям (менеджерам) доцільно створювати запаси, резервні фонди (фонди ризику) — як способи управління ризиком (зниження його ступеня), оскільки нестабільне економічне середовище, несвоєчасність виконання прийнятих рішень (зобов'язань), помилки, пов'язані з маркетингом тощо зумовлюють істотний (навіть катастрофічний) рівень ризику. В дослідженні рекомендується метод обчислення обсягів резервів, які забезпечать допустимий ступінь ризику.

12. Доведено, що для визначення науково обґрунтованої норми відсотка (дисконту), за допомогою якої зіставляються різночасові затрати та доходи, використання наближених формул має сенс лише в тому разі, коли темпи інфляції малі (що характерно для промислово розвинутих країн з ринковою економікою).

Зроблено висновок, що при моделюванні номінальної норми дисконту необхідно враховувати її складові: "премію за ризик", "інфляційну премію", а також спільний вплив ризику та інфляції, яку названо "синергетичною премією за ризик та інфляцію", "премію за інфляційний ризик", "премію за низьку ліквідність" тощо. Запропоновано методику та відповідні розгорнуті формули для обчислення номінальної величини норми відсотка (дисконту).

13. Рекомендується методика, математичні методи та моделі обчислення наближених значень (оцінок) коефіцієнта систематичного ризику, використовуючи вербальну ("м'яку") інформацію в разі відсутності необхідних статистичних даних.

14. На основі аналізу ряду методик та основних показників, які використовуються для оцінки та вибору інвестиційних проектів, рекомендується кілька методичних підходів для врахування ризику при обранні проекту з кількох альтернативних варіантів. Розроблено відповідний алгоритм та подана його блок-схема. Формування інвестиційного портфеля пропонується здійснювати, використовуючи розроблені моделі та методи неокласичної теорії портфеля.

15. Аналіз широкого класу типових задач організаційно-технічного характеру (на прикладі заготівельно-розкрійного виробництва машинобудівних підприємств) дозволяє обґрунтувати необхідність урахування кількох типів ризику, що зумовлюється об'єк-

тивно існуючими причинами — як стосовно постачання матеріалів (металопрокату), так і суперечністю критеріїв (при багатокритеріальному підході). В дисертації розроблені та пропонуються для використання на практиці відповідні методики, економіко-математичні методи та моделі, які враховують ризик для цього класу задач.

16. Одержані в дослідженні результати можуть бути використані для підготовки економістів сучасної генерації. Але прикладне значення розроблених теоретичних, методичних положень, запропонованих економіко-математичних методів та моделей не обмежується навчально-методичними аспектами. Вони можуть активно використовуватися на практиці для врахування, оцінки, моделювання та управління ризиком у широкому спектрі мікроекономічних проблем (у виробничій, комерційній, фінансовій сферах).

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ДИСЕРТАЦІЇ ВИКЛАДЕНІ В ТАКИХ ПУБЛІКАЦІЯХ:

А. Монографії, підручники, навчальні посібники

1. Вітлінський В.В. Аналіз, оцінка і моделювання економічного ризику. — К.: ДЕМІУР, 1996. — 13,18 друк.арк.

2. Вітлінський В.В. Економічний ризик: системний аналіз, менеджмент. — К.: КДЕУ, 1994. Деп. в ДНТБ України 17.10.1994, №2035 — Ук94. — 10,21 друк.арк.

3. Вітлінський В.В., Наконечний С.І., Шарапов О.Д. Економічний ризик і методи його вимірювання: Підручник. — К.: ІЗМН, 1996. — 25,0 друк.арк./Автором підготовлено 16,25 друк.арк./

4. Вітлінський В.В., Наконечний С.І. Ризик у менеджменті. — К.: Борисфен-М, 1996. — 21,0 друк.арк./Автором підготовлено 14,7 друк.арк./

5. Програма, методичні вказівки та навчальні завдання для проведення практичних занять і лабораторних робіт з курсу "Економічний ризик і методи його вимірювання" для бакалаврів з економіки всіх форм навчання/Укл. В.В.Вітлінський, С.І.Наконечний, В.А.Соколов. — К.: КДЕУ, 1994. — 6,87 друк.арк. /Автором підготовлено 4,81 друк.арк./

Б Статті

6. Витлинский В.В., Коваленко В.Г. Автоматизация проектирования карт раскроя металлопроката//Строительные и дорожные ма-

шины, — 1984. — №5. — 0,17 друк.арк./Автором підготовлено 0,09 друк.арк./

7. Витлинский В.В., Егидис Б.М., Ласковенко Э.К. Способ расчета распределенной во времени производственной программы в некоторых типовых моделях оптимизации технологии//Машинная обработка информации. — К.: КДЕУ, 1984. Вип.39. — 0,27 друк.арк./Автором підготовлено 0,10 друк.арк./

8. Витлинский В.В. Совершенствование и системная увязка задач расчета годового плана предприятия с задачами нормирования расхода материальных ресурсов в АСУ. — К.: КДЕУ, 1984. / Деп. в УкрНИИНТИ 10.12.84, № 1281-Ук84. — 0,38 друк.арк.

9. Витлинский В.В. Разработка методологии и математических моделей системной увязки задач оперативного рационального раскроя металлопроката в составе интегрированной системы управления. — К.: КДЕУ, 1984. / Деп в УкрНИИНТИ 10.12.84, № 1282-Ук84. — 0,51 друк.арк.

10. Витлинский В.В. Автоматизация управления раскройно-заготовительным производством //Строительные и дорожные машины. — 1986. — №8. — 0,2 друк.арк.

11. Витлинский В.В., Коваленко В.Г., Велединская А.Ф. Система автоматизированного проектирования карт раскроя листового металлопроката //Строительные и дорожные машины. — 1986. — №11. — 0,16 друк.арк./Автором підготовлено 0,06 друк.арк./

12. Вітлінський В.В., Наконечний С.І. Економічний ризик і проблеми його моделювання. — К.: КДЕУ, 1993. Деп. в ДНТБ України 20.12.93, № 2499-Ук93. — 0,36 друк.арк. /Автором підготовлено 0,18 друк.арк./

13. Витлинский В.В. Экономический риск и проблемы его моделирования в принятии решений //Деловая Украина. — 1994. — №79. — 0,2 друк.арк.

14. Вітлінський В.В. Нечітка багатокритеріальна ієрархічна модель підтримки процесів прийняття рішень. — К.: КДЕУ, 1994. Деп. в ДНТБ України 14.12.94, № 2439- Ук94. — 1,37 друк.арк.

15. Вітлінський В.В. Алгоритм підтримки процесів прийняття рішень на базі нечітких оцінок //Машинна обробка інформації. — 1995. — Вип.56. — 0,5 друк.арк.

16. Вітлінський В.В. Машинна обробка інформації по управлінню запасами з урахуванням ризику //Машинна обробка інформації. — 1995. — Вип. 56. — 0,25 друк.арк.

17. Вітлінський В.В. Врахування ризику та інфляції в моделюванні та оцінюванні інвестиційних проектів. — К.: КДЕУ, 1995.

Деп. в ДНТБ України 20.02.95, № 497-Ук95. — 0,46 друк.арк.

18. Витлинский В.В. Сделать важный шаг: Выбор инновационных проектов с оправданным риском //Деловая Украина. — 1995. — №№ 19-20. — 0,25 друк.арк.

19. Вітлінський В.В. Моделювання ризику в трансформаційному менеджменті. — К.: КДЕУ, 1995. Деп. в ДНТБ України 5.10.95, № 753- Ук95. — 0,64 друк.арк.

20. Витлинский В.В. Риск - категория экономическая. От стратегического планирования к стратегическому менеджменту //Деловая Украина. — 1995. — № 40. — 0,25 друк.арк.

21. Вітлінський В.В. Проблеми формування фахівців нової генерації // Економіст. — К.: КДЕУ, 1995. — №№ 11-12. — 0,3 друк.арк.

22. Вітлінський В.В. Основні засади управління ризиком в бізнесі. //Машинна обробка інформації. — К.: КДЕУ, 1995. — Вип.57. — 0,72 друк.арк.

23. Вітлінський В.В. Моделювання та оптимізація ризику в стратегічному менеджменті //Машинна обробка інформації, 1995. — Вип.57. — 0,62 друк.арк.

24. Вітлінський В.В. Моделювання ризику в типових технологічних задачах у складі автоматизованих систем управління виробництвом. — К.: КДЕУ. Деп. в ДНТБ України 13.12.95, № 2658-Ук95. — 0,5 друк.арк.

25. Вітлінський В.В. Аналіз та моделювання ризику проектів. — К.: КДЕУ, 1995. Деп. в ДНТБ України 13.12.95, № 2659 — Ук95. — 0,77 друк.арк.

26. Вітлінський В.В. Оцінка інвестиційних проектів з урахуванням ризику. — К.: КДЕУ, 1995. Деп. в ДНТБ України 13.12.95, № 2660- Ук95. — 0,63 друк.арк.

27. Вітлінський В.В. Моделювання ризику проектів на базі суб'єктивних оцінок//Актуальные проблемы экономики. — Севастополь: Севастопольский государственный технический ун-т, 1996. — 0,76 друк. арк.

28. Вітлінський В.В. Урахування ризику в типових організаційно-технічних задачах управління виробництвом// Актуальные проблемы экономики. — Севастополь: Севастопольский государственный технический ун-т, 1996. — 0,75 друк.арк.

29. Вітлінський В.В. Класифікація фінансово-економічного ризику. — К.: КДЕУ, 1996. Деп. в ДНТБ України 21.05.96, № 1244-Ук96. — 1,04 друк.арк.

30. Вітлінський В.В. Становлення теорії економічного ризику

(ризикології). — К.: КДЕУ, 1996. Деп. в ДНТБ України 21.05.96, № 1245-Ук96. — 0,92 друк.арк.

31. Вітлінський В.В. Сутність та аналіз причин виникнення економічного ризику. — К.: КДЕУ, 1996. Деп. в ДНТБ України 06.06.96, № 1341-Ук96. — 1,83 друк.арк.

32. Вітлінський В.В. Актуальні проблеми ризикології. — К.: КДЕУ, 1996. Деп. в ДНТБ України.12.06.96, № 1376- Ук96. — 0,92 друк.арк.

33. Вітлінський В.В. Моделювання раціональної структури портфеля //Машинна обробка інформації. — 1996. — Вип.58. — 0,63 друк.арк.

34. Вітлінський В.В. Елементи якісного аналізу економічного ризику та поводження його суб'єктів //Машинна обробка інформації. — 1996. — Вип.58. — 0,68 друк.арк.

Витлинский В.В.

Оценка, моделирование и оптимизация управления экономическим риском.

Диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук по специальности 08.03.02 — экономико-математические методы и модели. — Киев: Киевский государственный экономический университет, 1996.

Разработана концепция структурирования рискологии как комплекса механизмов (инструментария) — качественного и количественного анализа, системы количественных показателей меры экономического риска, моделирования и оптимизации управления риском в широком спектре микроэкономических проблем.

Предлагается комплекс показателей количественной оценки риска. В комплексе моделей оптимизации и управления риском разработаны расплывчатый метод анализа иерархий и игровой расплывчатый метод анализа иерархий, эффективные в поддержке принятия решений, отягощенных риском, обусловленным многокритериальностью, множественностью возможных (вероятных) сценариев развития экономической среды, неполнотой (отсутствием) необходимой количественной информации и т.п.Предложена укрупненная блок-схема процесса управления риском. Разработаны модели неоклассической теории портфеля. Предложены экономико-математические методы и модели, учитывающие риск при выборе инвестиционных (инновационных) проектов, а также для решения ряда задач организационно-технического характера.

Ключові слова: ризикологія, невизначеність, розпливчастість, системи інтелектуальної підтримки прийняття рішень, моделювання ризику, управління економічним ризиком.

Valdemar V. Vitlinsky

Estimation, modelling and optimising of management of economic risk.

Thesis for Doctoral Degree in Economics in the speciality 08.03.02. — Economic and Mathematical methods and models. — Kiev: Kiev State University of Economics, 1996.

The concept of structure riskology as complex ideas of quantity and quality analysis, quality index of economic risk systems, modelling and optimising risk management as to the wide sphere of microeconomic problems had been developed.

The system of indices in quality risk estimation is proposed. In the complex of optimising models and risk management the difuse analysis in hierarchy method and acting defuse method in hierarchy method, which are effective in decision support, having risks depending on multicriteria, plural possible ways in development of economic sphere, with the absence of necessary quantity information are worked out. The enlarged block-system of managing risk system is proposed. The neo-classic theory portfolio method is worked out. The economic and mathematics methods and models, taking into account the risk in investment (innovation) projects choice are proposed, these methods and models are also used in decision of different problems of technical and orginized character.

Key words: riskology, indefinite, fuzzy, intellectual decision support systems, risk modelling, economic risk management.

Підп. до друку 29.08.96. Формат 60x841/16.
Папір друк.№1. Спосіб друку офсетний. Умовн. друк. арк. 2,0.
Умовн.фарбо-відб.2,0. Обл.вид.арк. 2,0. Наклад 100. Зам. № 97

ПП "Миг-пресс" Київ, вул. Чигоріна, 20

Ав 35.570