

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

В. П. Божко, Д. В. Божко, Н. З. Карацева, О. Л. Омельченко

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ЕКСПЕРТНОГО
ОЦІНЮВАННЯ ВИТРАТ НА НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ
З УРАХУВАННЯМ ФІНАНСОВИХ РИЗИКІВ

Навчальний посібник
до самостійної роботи студентів

Харків «ХАІ» 2014

УДК 658. 012. 123: 519: 816 (075.8)

В 95

Рецензенти: д-р екон. наук, проф. К. А. Мамонов,
канд. техн. наук, проф. В. І. Успаленко

Використання методів експертного оцінювання витрат на наукові дослід-
В95 ження з урахуванням фінансових ризиків [Текст] : навч. посіб. до самот. ро-
боти студентів / В. П. Божко, Д. В. Божко, Н. З. Карацева, О. Л. Омельченко. – Х.:
Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2014. – 32 с.

Викладено методику використання методів експертного оцінювання ви-
трат на наукові дослідження. Подано теоретичні відомості й порівняльні ха-
рактеристики найпоширеніших методів.

Запропоновано застосування експертних оцінок як вихідних даних для
оцінювання результатів операцій, які здійснюються методами фінансової ма-
тематики в умовах невизначеності. Наведено основні засоби оцінювання еко-
номічної діяльності з огляду на їх дохідність і фінансові ризики.

Для студентів економічних спеціальностей вищих навчальних закладів при
самостійній роботі й виконанні курсових і дипломних робіт.

Іл. 1. Табл. 17. Бібліогр.: 9 назв

УДК 658. 012. 123: 519: 816 (075.8)

- © Божко В. П., Божко Д. В., Карацева Н. З.,
Омельченко О. Л., 2014
- © Національний аерокосмічний
університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», 2014

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Використання методів експертного оцінювання у процесі підготовки рішень	5
1.1. Організація експертизи	5
1.2. Приклад організації експертизи	5
1.3. Приклади ситуацій, що потребують застосування методів експертного оцінювання	6
2. Використання експертних методів для попереднього оцінювання витрат на наукові дослідження	10
2.1. Процедура Борда (ранжування альтернатив)	11
2.2. Процедура середніх арифметичних рангів і медіан рангів	12
2.3. Процедура Янга	14
2.4. Процедура парних порівнянь	15
3. Методи оцінювання фінансових операцій в умовах невизначеності	17
3.1. Визначення і суть ризику	17
3.2. Матриці наслідків і ризиків	18
3.3. Аналіз зв'язаної групи рішень в умовах повної невизначеності	19
3.4. Аналіз зв'язаної групи рішень в умовах часткової невизначеності	19
3.5. Оптимальність за Парето	21
4. Практичні завдання	23
4.1. Практичні завдання з методів експертного оцінювання	23
4.2. Практичні завдання з методів оцінювання фінансових операцій в умовах невизначеності	28
Контрольні запитання	30
Бібліографічний список	31

ВСТУП

Упровадження нових технологій, вплив різних факторів на етапі проведення науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт (НДДКР) зумовлюють певні складності стосовно прийняття ефективних рішень. Особливо складно приймати правильні рішення в умовах жорстких обмежень за термінами виконання відповідного обґрунтування.

У цих випадках важливу роль відіграють досвід, інтуїція, відчуття перспективи, які допомагають знаходити раціональні рішення складних науково-технічних і економічних проблем часто в умовах відсутності інформації про аналогічні рішення у минулому.

За перелічених умов найбільш ефективно використовувати методи експертного оцінювання, суть яких полягає в тому, що за основу прогнозу приймається рішення експерта або колективу експертів, яке ґрунтується на професійному, науковому і практичному досвіді.

Перевага цих методів полягає у високій швидкості одержання інформації про досліджуваний об'єкт, що є важливим за умови неможливості вимірювання параметрів і характеристик об'єкта кількісними методами. Крім того, методи експертного оцінювання за своїм змістом є універсальними і можуть використовуватися для прогнозування різних об'єктів, відносно прості з методологічної точки зору, не потребують підвищення вимог до якості первинної інформації і відносно дешеві.

Разом з тим методи експертного оцінювання не є достатньо достовірними і не завжди дають однозначну відповідь (лише встановлюють послідовність здебільш переважних рішень).

Використання методів фінансової математики дає можливість одержати однозначне рішення в ситуації, що пов'язана з подоланням невизначеності, у ситуації неминучого вибору, тобто з урахуванням ризику.

Для економічних операцій ризик є ступенем відхилення від очікуваного результату, тобто мірою невдачі (збитку) з урахуванням керованих і некерованих факторів.

Відомо, що будь-яка економічна діяльність у підсумку вимірюється фінансовим результатом, тому доцільним є розгляд процедури оцінювання фінансових ризиків, оскільки майже завжди фінансові операції проводяться в умовах невизначеності, тобто їхній результат неможливо передбачити заздалегідь.

Існує декілька способів оцінювання фінансових операцій з огляду на дохідність і ризику, які буде розглянуто у цьому посібнику.

Зазначимо, що в методиці, яка аналізується, використовуються апріорні вихідні відомості, оскільки передбачається одержання кінцевих результатів у конкретних числових значеннях.

У свою чергу, одержання вихідних даних є також непростим завданням в умовах невизначеності, тому пропонується отримувати ці дані найбільш швидким способом — методами експертного оцінювання, які висвітлено у першому розділі посібника.

1. ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ У ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ РІШЕНЬ

1.1. Організація експертизи

Щоб прийняти рішення, треба вміти не тільки розробляти їхні варіанти, але й вибирати із цих варіантів якийсь один. У цьому розділі розглянуто методи експертного оцінювання, які використовуються під час підготовки рішень [4].

Звичайно, методи експертного оцінювання не є досконалими, але вони дають більш надійні результати, ніж, наприклад, традиційні наради та комісії.

Метод комісій полягає у відкритій дискусії з обговорюваної проблеми для вироблення єдиної думки. Колективна думка визначається шляхом обговорення або відкритого чи таємного голосування. Перевагами цього методу є зростання поінформованості експертів під час обговорення й наявність зворотного зв'язку (одержавши нову інформацію, експерт може змінити свою точку зору).

До недоліків методу комісій належать відсутність анонімності (через це можливі угодівські настрої в експертів, «затирання» маститими експертами своїх менш іменитих колег, завзятість експерта у відстоюванні раніше висловленої думки) і різна активність експертів (на жаль, не завжди найбільш активні — найбільш компетентні). Різновидом методу комісій є метод суду. Назва цього методу точно відбиває його суть. Експерти по черзі можуть бути захисниками якої-небудь пропозиції, супротивниками цієї пропозиції або суддями.

Важливими техніко-економічними завданнями, які вирішуються методами експертного оцінювання, є такі:

- науково-технічне й економічне прогнозування;
- вибір цілей і тематики наукових досліджень;
- оцінювання трудомісткості НДР, ДКР, виробів у дрібносерійному й одиничному виробництві;
- оцінювання якості виробів;
- розподіл ресурсів між програмами досліджень розробок та ін.

Експертизи можуть бути індивідуальними й колективними, однотуровими й багатотуровими, з обміном інформацією між експертами й без, анонімними й відкритими, однак вони не є широко відомими й не часто використовуються на практиці. До експертизи слід залучати експертів, що є спеціалістами у відповідній галузі знань. Метод опитування (складання анкети, надання відповідей на запитання, повторні опитування) залежить від часу й засобів, якими користуються експерти.

1.2. Приклад організації експертизи

Як приклад методу експертного оцінювання розглянемо метод Дельфі (за назвою грецького міста Дельфі, чиї мудреці славилися вмінням пророкувати майбутнє).

Цей метод характеризується трьома основними рисами: анонімністю, регульованим зворотним зв'язком, груповим оцінюванням. Анонімність досягається застосуванням спеціальних анкет або іншими способами індивідуального опитування. Регульований зворотний зв'язок здійснюється шляхом проведення декількох турів опитування. Результати кожного туру обробляються за допомогою статистичних методів і повідомляються експертам. Результатом оброблення індивідуальних оцінок є групові оцінки.

В основу методу Дельфі покладено такі передумови: відповіді на запитання мають бути у вигляді чисел, експерти повинні бути достатньо інформованими, кожна відповідь експерта має бути обґрунтованою. Щодо розроблення науково-технічних прогнозів, метод Дельфі має такий вигляд.

Перший тур. Перша анкета може містити будь-які відповіді. Метою анкетування є визначення переліку подій для надання прогнозу в якійсь галузі науки й техніки. Організатор експертизи поєднує прогнози. Отриманий перелік подій є основою другої анкети.

Другий тур. Експерти оцінюють строки реалізації подій і доводять правильність своєї оцінки. Організатор експертизи проводить статистичне оброблення отриманих даних, групує думки експертів, вивчає крайні точки зору. Після цього він повідомляє результати експертам. Експерти можуть змінити свою думку (робота експертів проводиться анонімно).

Третій тур. Третя анкета містить перелік подій, статистичні характеристики, строки настання подій, зведені дані (аргументи) про причини надання більш ранніх або пізніх оцінок. Експерти розглядають аргументи, формулюють нові оцінки передбачуваної дати настання кожної події, обґрунтовують свою точку зору при її значному відхиленні від групової, коментують (анонімно!) протилежні думки. Нові оцінки й аргументи організатор знову обробляє, підсумовує всі аргументи й на цій основі підготовляє новий прогноз.

Четвертий тур. Експерти ознайомлюються з новим груповим прогнозом, аргументами, критикою й формулюють новий прогноз. Якщо група не може дійти згоди, а організатора зацікавили аргументи сторін, то він може зібрати експертів для очного обговорення.

Звичайно, метод Дельфі має певні недоліки. Їх широко обговорюють у спеціальній літературі.

1.3. Приклади ситуацій, що потребують застосування методів експертного оцінювання

Особі, що приймає рішення, в практичній роботі досить часто доводиться стикатися із ситуаціями, коли для одержання необхідних даних потребується проведення експертного оцінювання. Нижче наведено декілька ситуацій.

Розглянемо таку актуальну проблему, як оцінювання надійності банків. Це оцінювання є важливим і для клієнтів, що активно користуються послугами

банків, і для самих банків, які прагнуть оцінити надійність партнерів під час міжбанківських операцій. Основним інструментом для оцінювання надійності банків є рейтинг, тобто інтегральний показник, що розраховується за окремими характеристиками.

Очевидно, що точність рейтингів багато в чому залежить від достовірності вихідної інформації. У разі відсутності або неповноти цієї інформації виникає необхідність у експертному оцінюванні деяких величин і застосовуванні спеціальних методів експертного оцінювання.

Існують різні методики визначення рейтингів банків. На думку фахівців, не всі вони є достатньо обґрунтованими, але деякі з них пройшли перевірку часом і заслуговують на певну довіру. Як позитивний приклад можна навести методику російського Аналітичного центру фінансової інформації (АЦФІ), в якій використовується експертне оцінювання.

За цією методикою під час оцінювання надійності банку, як це прийнято у світовій практиці, основна увага приділяється таким критеріям:

- достатність власного капіталу й резервів;
- якість і дійсна вартість активів;
- якість і продуманість керування;
- ефективність зростання доходів і їхня якість;
- продуманість практики керування активами й пасивами з огляду на забезпечення ліквідності й зменшення залежності від зміни процентних ставок.

Зрозуміло, що перелічені критерії не тільки є значущими, але й не допускають прямого вимірювання багатьох потрібних параметрів. Крім того, у методиці використовуються додаткові, не обмежені балансом, структуровані певним чином дані. Усе це робить необхідним проведення досить складного експертного оцінювання.

Для цієї роботи АЦФІ розробив спеціальні форми збору даних, основані на міжнародних стандартах обліку й звітності, і анкети, у яких подано інформацію про склад акціонерів, позичальників, кореспондентів банку та ін.

Інформація, що накопичується, проходить статистичне й експертне оброблення. Це дає можливість у підсумку одержати досить достовірну оцінку рейтингів банків.

Ще однією сферою широкого застосування експертного оцінювання є фінансові ринки. Зазвичай для одержання якісних результатів під час експертного оцінювання фінансових ринків застосування одного методу (наприклад, методу Дельфі) недостатньо. Для пояснення й прогнозування динаміки розвитку ситуації слід використовувати комплексну технологію експертного оцінювання.

Під час формування групи експертів досить часто виникають труднощі через те, що професіонали-фінансисти не мають навичок експертної роботи, а іноді й бажання займатися нею. Крім того, майже завжди гостро ставиться питання про підготовку необхідної для проведення експертизи аналітичної інформації.

Це дає можливість у концентрованому вигляді подати основні відомості щодо об'єкта, який оцінюється.

Для розуміння механізмів, які впливають на розвиток ситуації, що оцінюється, треба виявити ті фактори, які є істотними для процесів, що відбуваються на фінансових ринках. Якщо статистичних даних достатньо, то для знаходження цих факторів можна використовувати апарат математичної статистики (кореляційний, дисперсійний, факторний аналіз і т.д.). Під час аналізу фінансових ринків часто виникають досить складні ситуації, коли статистичних методів недостатньо. Тоді для виявлення значущих факторів використовують методи експертного оцінювання (проводять виділення факторів, їх ранжування, визначають вагомість факторів, формують групову думку і т.д.).

Виникають специфічні труднощі в цьому випадку й через часту відсутність точних кількісних даних. Подолати їх можна шляхом використання якісних оцінок із застосуванням шкали Харрінгтона, переходу від порівняльних оцінок — ранжування до парних порівнянь, визначення експертом не тільки найбільш імовірних значень потрібних величин, але й діапазону, розмаху значень цих величин і т.д.

У процесі аналізу фінансових ринків іноді важливо спрогнозувати динаміку таких факторів, як інфляція, валютний курс, податкові платежі й т.д. Прогноз динаміки окремих факторів і комплексних показників зручно здійснювати за допомогою експертних кривих. Ці криві будують таким чином. Спочатку експерти визначають характерні точки, у яких можливі значні зміни фактора, що аналізується. Потім указують очікувані значення цього фактора або показника в кожній точці, а іноді — й вигляд кривої в інтервалах між характерними точками.

Під час експертизи фінансових ринків на основі індивідуальних експертних оцінок формується комплексна групова оцінка. Завершується робота аналізом результатів експертизи, мета якого — визначення узгодженості оцінок, осмислення результатів на змістовному рівні, використання результатів під час підготовки рішення.

Експертні технології широко використовують і в аналітичній діяльності.

Значущість аналітичної служби визначається тим, що вона забезпечує роботу з підготовки, обґрунтування й формування механізмів реалізації найбільш важливих і відповідальних рішень. Підготовлена аналітичною службою інформація, яка направляється керівництву, має відповідати цілям і завданням діяльності цієї служби. Основними цілями й завданнями, що визначають потребу в проведенні відповідних експертиз, є такі:

- виявлення пріоритетних напрямків і цілей діяльності особи, що приймає рішення (ОПР);
- збір, систематизація, класифікація й аналіз інформації з основних напрямків діяльності ОПР;
- аналіз ситуацій, які є областю активної діяльності ОПР і впливають на досягнення поставлених цілей;

- розроблення й оцінювання альтернативних варіантів рішень, виявлення їхніх сильних і слабких сторін і, якщо можливо, виділення кращого варіанта;
- формування й використання колективних механізмів рішень, проведення конкурсів, тендерів під час прийняття відповідальних рішень;
- визначення механізму реалізації вибраного рішення;
- аналіз тих варіантів рішень, які потенційно є корисними, їхніх характеристик, механізмів реалізації;
- моніторинг динаміки розвитку ситуації з виявленням кризових і передкризових ситуацій, відстеження процесу реалізації раніше прийнятих рішень.

У роботі експертних комісій, які організують у зв'язку з потребами аналітичної служби, зараз дуже велика частка якісної (некількісної) інформації. Це потребує використання певних експертних методів. Зростання частки якісної інформації в сучасних умовах пов'язано з новизною багатьох ситуацій, порушенням закономірностей і зв'язків у діяльності економічних суб'єктів.

Кваліфікована експертиза є дуже важливою під час визначення факторів, що істотно впливають на розвиток аналізованої ситуації, прогнозування ймовірних можливостей розвитку процесів як з урахуванням керуючих впливів, так і без їх урахування. Сьогодні для забезпечення потрібного рівня якості роботи експертної комісії широко використовують сучасні методи організації інформаційної взаємодії експертів.

Важливою особливістю роботи аналітичної служби є коректне застосування результатів експертизи в оптимізованому моделюванні. Це пов'язано з тим, що експертні оцінки зазвичай мають більшу або меншу похибку, тому використовувати їх у високоточних моделях і розрахунках треба дуже акуратно. Точність результатів на виході таких моделей слід співвідносити з точністю вхідної інформації.

Працівники аналітичної служби часто користуються експертними кривими, оскільки вони наочно демонструють динаміку розвитку ситуації. Тому аналітична служба має заздалегідь готувати необхідний аналітичний матеріал, який допомагав би екпертам у концентрованому вигляді одержувати інформацію, корисну для їхньої роботи. У полі зору аналітичної служби мають бути питання формування колективної думки за особистими оцінками, узгодженості оцінок, компетентності експертів і т.д. Особливістю роботи в цьому випадку є те, що аналітична служба проводить експертне оцінювання не тільки (і не стільки) для себе, але й для ОПР.

У цьому розділі наведено лише найбільш загальні випадки використання методів експертного оцінювання під час підготовки рішень. Далі докладніше буде розглянуто питання оцінювання витрат на наукові дослідження.

2. ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРТНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ПОПЕРЕДНЬОГО ОЦІНЮВАННЯ ВИТРАТ НА НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Сучасний етап економічного розвитку характеризується все більш широким використанням інноваційних рішень, які є результатом наукових досліджень і дослідно-конструкторських робіт.

Отримання результатів досліджень — перший етап у створенні нових технологій і виробів. Оскільки ці результати досліджень належать до нематеріальних активів і являють собою інтелектуальну власність розробників, важливою задачею є визначення витрат на їх проведення.

Процес створення науково-технічної продукції складається з таких етапів [1, 2]:

- науково-дослідна робота;
- розроблення технічної пропозиції;
- ескізне і технічне проектування;
- розроблення конструкторської документації;
- виготовлення дослідного зразка продукції;
- випробування;
- коректування конструкторсько-технологічної документації та ін.

Існує багато методів визначення вартості науково-технічної продукції, серед яких методи експертного оцінювання, альтернативний, гранично-результативний, інтегральний, аналоговий, агрегатний та ін.

Для визначення лімітної ціни науково-технічної процедури всіма методами, крім першого, використовують певну базу даних, яка складається з різних техніко-економічних показників відомих аналогічних рішень, а також значень відповідних коефіцієнтів, які відображають вартість елементів лімітної ціни нових пристроїв та ін. [3, 4].

Звідси випливає, що використання методів експертного оцінювання не потребує детального аналізу безлічі вихідних техніко-економічних показників, що скорочує терміни прийняття рішень. Слід зауважити, що ці методи потребують залучення декількох (групи) експертів, які використовують комплекс логічних і математично-статистичних процедур. Це дає можливість одержати інформацію, необхідну для вибору раціональних рішень. При цьому альтернативу вибирають тільки на основі повідомлених порядкових переваг.

Процедура вибору колективного рішення полягає в такому. Групі з k експертів $E = E_1, E_2, \dots, E_k$ слід прийняти колективне рішення стосовно множини X з варіантів $X_1, X_2, \dots, X_n : X = \{x_i\}$, упорядкувати варіанти з множини X або виділити з цієї множини певну підмножину $Y = X$.

Перелік можливих варіантів рішень пропонують усім експертам. Цю процедуру називають пред'явленням. Одночасно експертам повідомляють інструкцію

стосовно того, що вони мають зробити з пред'явленням X . Результат цих дій має назву індивідуального рішення експерта.

Індивідуальні рішення всіх k експертів обробляють відповідно до процедури вироблення колективного рішення.

Залежно від цілей експертного оцінювання використовують такі процедури оброблення індивідуальних рішень експертів [1]:

- процедура Борда (ранжування альтернатив);
- процедура середніх арифметичних рангів і медіан рангів;
- процедура Янга (послідовні порівняння);
- процедура парних порівнянь;
- процедура (медіана) Кемені.

Розглянемо методику використання перелічених процедур.

2.1. Процедура Борда (ранжування альтернатив)

У процедурі Борда експерт має всі варіанти альтернатив розташувати в такому порядку, який він вважає найбільш раціональним. При цьому кожному варіанту присвоюють число натурального ряду (від 1 до N), де N — число альтернатив. Рівнозначності варіантів не допускають.

Номер X , присвоєний експертом варіанту x , трактують як рангове місце r_x^j варіанта x в упорядкуванні j -го експерта. Далі будують допоміжну шкалу, в якій кожному варіанту присвоюють число, що забезпечує підрахунок суми рангових місць:

$$r_{\Sigma} = \sum_{j=1}^N r_x^j. \quad (2.1)$$

Якщо використовують мінімізаційне правило, коли експерт пропонує альтернативу «від кращого до гіршого», присвоюючи менший номер кращому варіанту, то для визначення колективного вибору застосовують варіант з найменшим значенням r_{Σ} .

Якщо ранжують альтернативи «від гіршого до кращого», то найгіршому варіанту присвоюють число 1, а найкращому — число N .

Розглянемо приклад вироблення колективного рішення за процедурою Борда (табл. 2.1).

Нехай було залучено групу з п'яти експертів E_1, E_2, E_3, E_4, E_5 , які можуть запропонувати п'ять альтернативних рішень. Кожен експерт повинен розташувати всі варіанти у такому порядку, який він вважає найбільш раціональним, і присвоїти кожному з них число з натурального ряду від 1 до 5.

При цьому найкращому варіанту експерт присвоює мінімальне число. У табл. 2.1 наведено результати оброблення рішень експертів.

Формування рішень за процедурою Борда

Порівнювані варіанти	Оцінки експертів R_{kj}					Сума рангових місць
	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	
X_1	1	3	2	3	2	11
X_2	2	1	1	2	3	9
X_3	3	2	3	5	4	17
X_4	4	5	4	1	1	15
X_5	5	4	5	4	5	23

Унаслідок формування допоміжної колективної шкали (стовпець 7 табл. 2.1) було встановлено такий порядок розташування альтернативних рішень за процедурою Борда:

$$X_2 - X_1 - X_4 - X_3 - X_5.$$

2.2. Процедура середніх арифметичних рангів і медіан рангів

У процедурі середніх арифметичних рангів і медіан рангів дії експертів під час оцінювання запропонованих альтернатив такі ж самі, як і в процедурі Борда. Крім того, за результатами експертного оцінювання підраховують суму рангових місць.

Потім під час оброблення рішень методом середніх арифметичних рангів цю суму ділять на кількість експертів, внаслідок чого отримують середній арифметичний ранг по кожній запропонованій альтернативі (завдяки цій операції метод одержав таку назву) [7].

За середніми рангами виконують підсумкове ранжування (в іншій термінології — впорядкування) виходячи з принципу — чим менше середній ранг, тим краще проект.

Проект з найменшим середнім рангом у підсумковому ранжуванні отримує ранг 1. Наступна за величиною сума одержує підсумковий ранг 2 і т.д. Проекти, що мають однакові суми, з точки зору експертів, є рівноцінними. Ці проекти повинні бути б стояти на сусідніх місцях $(n-1)$ і n , тому вони отримують середній бал $((n-1)+n)/2$.

Потім проводять ранжування за середнім арифметичним рангів. Запис типу А — В означає, що проект А передує проекту В (тобто проект А кращий за проект В). Проекти, які отримали однакову суму балів, є еквівалентними, тому їх об'єднують у групу-кластер (у фігурні дужки).

За методом медіан рангів відповіді експертів по кожному альтернативному варіанту розташовують у порядку неспадання (простіше було б сказати — «в порядку зростання», але оскільки деякі відповіді збігаються, доводиться використовувати трохи незвичний термін — «неспадання»).

Якщо кількість експертів є парним числом, то медіана дорівнює середньому арифметичному двох центральних членів отриманого варіаційного ряду. Якщо ж кількість експертів є числом непарним, то за медіану треба взяти центральний член варіаційного ряду.

Далі виконують підсумкове ранжування, яке є аналогічним ранжуванню методом середніх арифметичних рангів.

Розглянемо приклад оброблення експертного рішення за процедурою середніх арифметичних рангів і медіан рангів.

Групі, яка складається з шести експертів $E_1, E_2, E_3, E_4, E_5, E_6$, запропонували проаналізувати п'ять альтернативних проектів розподілу ресурсів на проведення науково-дослідних робіт (A, B, C, D, F).

Завдання кожного експерта — розташувати проекти в порядку убавання їхньої привабливості й присвоїти кожному з них число натурального ряду від 1 до 6. Найкращим проектам необхідно присвоїти мінімальне число. У табл. 2.2 наведено результати оцінювання проектів експертами.

Таблиця 2.2

Ранги п'яти проектів за ступенем привабливості для включення до плану стратегічного розвитку фірми

Оцінки експертів	Проекти				
	A	B	C	D	F
E_1	1	2	4	3	5
E_2	2	1	4	5	3
E_3	3	2	1	5	4
E_4	2	3	5	4	1
E_5	1	3	5	2	4
E_6	4	1	3	2	5

За процедурою середніх арифметичних рангів, використовуючи дані табл. 2.2, підраховують суму рангових місць по кожному проекту. Потім цю суму ділять на кількість експертів, внаслідок чого отримують середній арифметичний ранг.

За середнім рангом здійснюють підсумкове ранжування. Найменший середній ранг, який дорівнює 2, має проект B. Отже, у підсумковому ранжуванні він отримує ранг 1.

Проект A має наступну за величиною суму, яка дорівнює 2,17, тому він одержує підсумковий ранг 2.

Проект D отримує ранг 3, оскільки його сума становить 3,5.

Проекти C і F мають однакові суми, що дорівнюють 3,7. Отже, з точки зору експертів, вони є рівноцінними. Ці проекти повинні були б стояти на 4-му і 5-му місцях, тому вони отримують середній бал $(4 + 5)/2 = 4,5$. Результати розрахунків наведено в табл. 2.3.

Формування рішення за процедурою середніх арифметичних рангів і медіан рангів

Показники	Проекти				
	A	B	C	D	F
Сума рангових місць	13	12	22	21	22
Середнє арифметичне рангів	2,17	2	3,7	3,5	3,7
Підсумковий ранг за середнім арифметичним	2	1	4,5	3	4,5
Медіани рангів	2	2	4	3,5	4
Підсумковий ранг за медіанами	1,5	1,5	4,5	3	4,5

У процедурі медіан рангів беруть відповіді експертів, які відповідають одному із проектів — проекту А. Це ранги 1, 2, 3, 2, 1, 4. Потім їх розташовують у порядку неспадання. Отримують таку послідовність: 1, 1, 2, 2, 3, 4. На центральних місцях — третьому і четвертому — стоять ранги 2 і 2.

Отже, медіана рангів дорівнює їхньому середньому арифметичному, тобто двум.

Відповіді експертів стосовно проекту D: 3, 5, 5, 4, 2, 2, а у порядку неспадання: 2, 2, 3, 4, 5, 5. На центральних місцях — третьому і четвертому — стоять ранги 3 і 4. Медіана рангів становить: $(3 + 4)/2 = 3,5$. Так розраховують медіани рангів по всіх проектах.

Медіани із шести рангів, які відповідають певним проектам, наведено в передостанньому рядку табл. 2.3 (при цьому медіани рангів обчислено за звичайними правилами статистики — як середнє арифметичне центральних членів варіаційного ряду; якби кількість експертів була непарним числом, за медіану треба було б взяти центральний член варіаційного ряду).

Підсумковий ранг, визначений за методом медіан рангів, подано в останньому рядку табл. 2.3. Ранжування проектів (тобто упорядкування — підсумкова думка комісії експертів) за медіанами рангів має такий вигляд:

$$\{A, B\} - D - \{C, F\}.$$

Оскільки проекти А і В, С і F мають однакові медіани рангів, то за цим методом ранжування вони є еквівалентними. Їх об'єднано в групу (кластер), тобто з огляду на математичну статистику ранжування має один зв'язок.

2.3. Процедура Янга

Процедуру Янга [6] використовують під час визначення найкращого варіанта серед n альтернатив. У цьому випадку експерти можуть у своєму індивідуальному впорядкуванні пропонувати кілька рішень на одному й тому ж місці.

При цьому спочатку для кожного варіанта альтернативи $x_j \in X$ передбачається числова оцінка $\rho(x)$, що дорівнює кількості експертів, які вибрали варіант X , що є кращим порівняно з будь-яким іншим варіантом при парному порівнянні.

Уважається, що варіант X кращий за варіант Y , якщо так вважають більше половини експертів.

Розглянемо приклад використання процедури Янга.

Нехай є п'ять експертів E_1, E_2, E_3, E_4, E_5 , які розглядають п'ять альтернативних рішень. Кожен експерт висловлює свою перевагу шляхом попарного порівняння альтернативних варіантів і вибору серед них найбільш пріоритетного, при цьому найкращій з альтернатив присвоюють номер 1.

Припустимо, що під час опитування експерти висловили переваги щодо таких номерів: $E_1 = 2; E_2 = 1; E_3 = 3; E_4 = 1; E_5 = 1$.

Для цієї ситуації допоміжна колективна шкала матиме такий вигляд: $X_1 = 3; X_2 = 1; X_3 = 1; X_4 = 0; X_5 = 0$.

Отже, за процедурою Янга варіант 1 є найкращим.

2.4. Процедура парних порівнянь

У процесі використання процедури парних порівнянь експерт попарно порівнює варіанти, а потім вибирає один з них. При цьому залежно від поставленого завдання під час парного порівняння двох об'єктів експерт або обмежується простою констатацією того факту, що один із них є переважнішим за інший, або використовує спеціальну шкалу для присвоєння рангів за ступенем привабливості.

Нехай є група з двох експертів E_1 і E_2 , які розглядають п'ять параметрів певного пристрою. Кожен експерт висловлює свою перевагу щодо важливості розглянутих параметрів шляхом їх попарного порівняння.

При цьому кожен експерт призначає парні співвідношення: $\gamma_{kj} = 1$, якщо k -й параметр важливіший за j -й; в протилежному випадку — $\gamma_{kj} = 0$.

Після опитування експертів складають табл. 2.4 і 2.5.

Таблиця 2.4

Переваги варіантів для першого експерта

Порівнювані варіанти	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	$\sum_{j=1}^5 \gamma_{kj}$	a_{ij}
X_1	-	0	1	1	1	3	0,3
X_2	1	-	1	0	0	2	0,2
X_3	0	0	-	0	0	0	0
X_4	0	1	1	-	1	3	0,3
X_5	0	1	1	0	-	2	0,2

Таблиця 2.5

Переваги варіантів для другого експерта

Порівнювані варіанти	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	$\sum_{j=1}^5 \gamma_{kj}$	a_{ij}
X_1	-	0	1	1	1	3	0,3
X_2	1	-	0	0	0	1	0,1
X_3	0	1	-	0	1	2	0,2
X_4	0	1	1	-	1	3	0,3
X_5	0	1	0	0	-	1	0,1

Методика формування коефіцієнтів вагомості a_{ij} в табл. 2.4 і 2.5 полягає в такому.

Спочатку підсумовують значення парних співвідношень для кожного рядка $\sum_{j=1}^5 \gamma_{kj}$, які записують у стовпцях 7 табл. 2.4 і 2.5. Сума всіх рядків $\sum_{k=1}^5 \sum_{j=1}^5 \gamma_{kj}$ у стовпці 7 дорівнює 10.

Потім визначають індивідуальну оцінку j -го експерта для k -го параметра за формулою

$$a_k = \sum_{k=1}^5 \frac{\gamma_{kj}}{\sum_{k=1}^5 \sum_{j=1}^5 \gamma_{kj}}. \quad (2.2)$$

Зробивши обчислення за формулою (2.2), отримують дані для стовпців 8 табл. 2.4 і 2.5. Результати розрахунків параметрів обома експертами наведено в табл. 2.6.

Таблиця 2.6

Колективне рішення експертів

Експерт	Параметр					$\sum_{k=1}^k a_k$
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	
E_1	0,3	0,2	0	0,3	0,2	1,0
E_2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	1,0
Σ	0,3	0,15	0,1	0,3	0,15	1,0

Таким чином, на підставі даних табл. 2.6 визначають колективне рішення експертів і встановлюють переважний порядок рішень:

$$X_1 - X_4 - X_2 - X_5 - X_3.$$

3. МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ ФІНАНСОВИХ ОПЕРАЦІЙ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Невизначеність є фактором ризику. Ризик — одне з найважливіших понять, що супроводжують будь-яку активну діяльність людини. Разом з тим це поняття є незрозумілим, багатозначним і заплутаним. Однак у багатьох ситуаціях суть ризику дуже добре розуміють й сприймають. Ці ж властивості ризику є серйозною перешкодою для його кількісного оцінювання, яке в багатьох випадках необхідне і для розвитку теорії, і для використання на практиці. Розглянемо класичну схему прийняття рішень в умовах невизначеності. За цією схемою ризик виникає природно, і його кількісне оцінювання тут досить просте [8].

3.1. Визначення і суть ризику

Нагадаємо, що фінансовою називається операція, початковий і кінцевий стани якої мають грошову оцінку. Мета проведення фінансової операції полягає в максимізації доходу — різниці між кінцевою й початковою оцінками (або якого-небудь іншого показника).

Майже завжди ці операції проводять в умовах невизначеності, тому їхній результат не можна передбачити заздалегідь. Фінансові операції є ризикованими, оскільки результатом їх проведення можуть бути як прибуток, так і збиток (або прибуток, менший, ніж очікувалося).

Той, хто проводить операцію, є особою, що приймає рішення. ОПР зацікавлена в успіху операції і є за неї відповідальною (іноді тільки перед самою собою). У багатьох випадках ОПР — це інвестор, що вкладає гроші в банк, у якусь фінансову операцію, купує цінні папери й т. ін.

Операція називається ризикованою, якщо вона може мати декілька рішень, не рівноцінних для ОПР.

Як приклад розглянемо три операції з двома альтернативами А і В, які характеризують доходи, що одержує ОПР:

$$\begin{array}{c|cc} & A & B \\ Q_1 & -5 & 25 \\ Q_2 & -10 & 50 \\ Q_3 & 15 & 20 \end{array} \quad (3.1)$$

де Q_i — операції;
А, В — фінансові результати.

Очевидно, що всі три операції є ризикованими. Проведення першої і другої операцій може спричинити збитки. Третя операція може принести дохід у розмірі 20 одиниць (варіант В), але дохід у розмірі 15 одиниць (варіант А) можна розглядати як невдачу, тобто є ризик не отримати 5 одиниць доходу.

Слід зазначити, що ризик виникає тоді, коли операція може завершитися нерівноцінними наслідками.

Отже, в умовах невизначеності фінансова операція стає ризикованою, а її оцінювання з огляду на дохідність — складним завданням через багатогранність поняття ризику. Нижче викладено декілька різних способів оцінювання фінансових операцій.

3.2. Матриці наслідків і ризиків

Під час проведення фінансової операції з невизначеним результатом зазвичай виконують аналіз декількох можливих рішень і їхніх наслідків. Звідси впливає така загальна схема оцінювання фінансових операцій в умовах невизначеності.

Припустимо, що ОПР розглядає кілька можливих рішень $i = 1, \dots, m$. Ситуація є невизначеною. Зрозуміло лише те, що в наявності є якийсь із варіантів $j = 1, \dots, n$. Якщо буде прийнято i -те рішення, а ситуація є j -ю, то фірма, яку очолює ОПР, одержить дохід q_{ij} .

Матриця $Q = (q_{ij})$ називається матрицею наслідків (можливих рішень). У цій невизначеній ситуації можуть бути висловлені лише деякі рекомендації попереджувального характеру.

Нехай ОПР прагне оцінити ризик, який несе i -те рішення. Оскільки реальна ситуація невідома, вибираємо найкраще рішення, тобто таке, що приносить найбільший дохід. Якщо ситуація j -та, то було б прийнято рішення, яке дає дохід $q_j = \max q_{ij}$. Отже, приймаючи i -те рішення, є ризик одержати дохід не q_j , а тільки q_{ij} , тобто прийняття i -го рішення зумовлює ризик не отримати дохід величиною $r_{ij} = q_j - q_{ij}$. Матриця $R = (r_{ij})$ називається матрицею ризиків.

Розглянемо інший приклад. Нехай матриця наслідків має такий вигляд:

$$Q = \begin{pmatrix} 5 & 2 & 8 & 4 \\ 2 & 3 & 4 & 12 \\ 8 & 5 & 3 & 10 \\ 1 & 4 & 2 & 8 \end{pmatrix}. \quad (3.2)$$

Використовуючи показники $q_1 = \max q_{i1} = 8$, $q_2 = 5$, $q_3 = 8$, $q_4 = 12$, на основі формули (3.2) складемо матрицю ризиків:

$$R = \begin{pmatrix} 3 & 3 & 0 & 8 \\ 6 & 2 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 5 & 2 \\ 7 & 1 & 6 & 4 \end{pmatrix}. \quad (3.3)$$

3.3. Аналіз зв'язаної групи рішень в умовах повної невизначеності

Ситуація повної невизначеності характеризується відсутністю будь-якої додаткової інформації (наприклад, про ймовірність тих чи інших варіантів реальної ситуації). Розглянемо правила (рекомендації) прийняття рішень у цій ситуації.

Правило Вальда (правило крайнього песимізму). Розглядаючи i -те рішення, будемо вважати, що насправді складається найгірша ситуація, тобто i -те рішення приносить найменший дохід: $a_i = \min q_{ij}$. Виберемо рішення i_0 з найбільшим a_{i_0} .

Отже, правило Вальда рекомендує прийняти рішення i_0 таке, що $a_{i_0} = \max a_i = \max(\min q_{ij})$.

Так, у другому прикладі маємо $a_1 = 2$, $a_2 = 2$, $a_3 = 3$, $a_4 = 1$.

Тепер із чисел 2, 2, 3, 1 вибираємо максимальне — 3. Отже, правило Вальда рекомендує прийняти 3-тє рішення.

Правило Севіджа (правило мінімального ризику). Під час застосування цього правила аналізують матрицю ризиків $R(r_{ij})$. Розглядаючи i -те рішення, будемо вважати, що насправді складається ситуація максимального ризику: $b_i = \max r_{ij}$. Виберемо рішення i_0 з найменшим b_{i_0} . Отже, правило Севіджа рекомендує прийняти рішення i_0 таке, що $b_{i_0} = \min b_i = \min(\max r_{ij})$. У другому прикладі маємо $b_1 = 8$, $b_2 = 6$, $b_3 = 5$. Тепер із чисел 8, 6, 5, 7 знаходимо мінімальне — 5. Отже, правило Севіджа також рекомендує прийняти 3-тє рішення.

Правило Гурвіца (зважування песимістичного й оптимістичного підходів до ситуації). Приймається рішення i , в якому досягається максимум

$$\left\{ \lambda \min q_{ij} + (1 - \lambda) \max q_{ij} \right\}, \quad (3.4)$$

де $0 \leq \lambda \leq 1$.

Значення λ вибираємо із суб'єктивних міркувань. Якщо λ наближається до 1, то дані, отримані за правилом Гурвіца, наближаються до даних, одержаних за правилом Вальда. При наближенні λ до 0 дані, отримані за правилом Гурвіца, наближаються до даних, отриманих за оптимістичним підходом. У другому прикладі при $\lambda = 1/2$ правило Гурвіца рекомендує прийняти друге рішення.

3.4. Аналіз зв'язаної групи рішень в умовах часткової невизначеності

Припустимо, що в розглядуваній схемі відомі ймовірності p_j того, що реальна ситуація розвивається за варіантом j . Саме така ситуація називається частковою невизначеністю. Для прийняття рішення можна вибрати одне з таких правил.

Правило максимізації середнього очікуваного доходу. Дохід, який одержує фірма під час реалізації i -го рішення, є випадковою величиною Q_i , що характеризується рядом розподілу

$$\left| \frac{q_{i1}}{p_1} \right| \dots \dots \left| \frac{q_{in}}{p_n} \right|. \quad (3.5)$$

Математичне сподівання $M[Q_i]$ і є середнім очікуваним доходом, який також позначається \bar{Q}_i , тобто можна записати таке:

$$M[Q] = \sum Q_i P_i, \text{ а } \bar{Q}_i = \sum Q_i P_i. \quad (3.6)$$

Припустимо, що в схемі другого прикладу імовірності мають значення $1/2, 1/6, 1/6, 1/6$.

За формулою (3.5) з урахуванням формули (3.2) виконаємо обчислення середнього очікуваного доходу:

$$\bar{Q}_1 = \frac{5}{2} + \frac{2}{6} + \frac{8}{6} + \frac{4}{6} = \frac{29}{6} \approx 5;$$

$$\bar{Q}_2 = \frac{2}{2} + \frac{3}{6} + \frac{4}{6} + \frac{12}{6} = \frac{25}{6} \approx 4;$$

$$\bar{Q}_3 = \frac{8}{2} + \frac{5}{6} + \frac{3}{6} + \frac{10}{6} = \frac{42}{6} \approx 7;$$

$$\bar{Q}_4 = \frac{1}{2} + \frac{4}{6} + \frac{2}{6} + \frac{8}{6} = \frac{17}{6} \approx 3.$$

Звідси випливає, що максимальний середній очікуваний дохід дорівнює 7 одиницям. Це відповідає третьому рішенняю.

Правило мінімізації середнього очікуваного ризику. Ризик фірми під час реалізації i -го рішення є випадковою величиною R_i , що характеризується рядом розподілу

$$\left| \frac{r_{i1}}{p_1} \right| \dots \dots \left| \frac{r_{in}}{p_n} \right|. \quad (3.7)$$

Математичне сподівання $M[R_i]$ і є середнім очікуваним ризиком, який також позначається \bar{R}_i . Правило рекомендує прийняти рішення, що обумовлює мінімальний середній очікуваний ризик.

З урахуванням формули (3.7) середні очікувані ризики при зазначених вище ймовірностях матимуть значення:

$$\bar{R}_1 = \frac{3}{2} + \frac{3}{6} + 0 + \frac{8}{6} = \frac{20}{6} \approx 3;$$

$$\bar{R}_2 = \frac{6}{2} + \frac{2}{6} + \frac{4}{6} + 0 = 4;$$

$$\bar{R}_3 = 0 + 0 + \frac{5}{6} + \frac{2}{6} = \frac{7}{6} \approx 1;$$

$$\bar{R}_3 = \frac{7}{2} + \frac{1}{6} + \frac{6}{6} + \frac{4}{6} = \frac{32}{6} \approx 5.$$

Таким чином, мінімальний середній очікуваний ризик дорівнює $7/6$ і відповідає третьому рішенню.

3.5. Оптимальність за Парето

Відомо, що кожне рішення має дві характеристики — середній очікуваний дохід і середній очікуваний ризик, тобто для вибору найкращого рішення необхідно розв'язати оптимізаційну двокритеріальну задачу.

Розглянемо таку задачу в загальному вигляді. Нехай A — деяка множина операцій, кожна операція \mathbf{a} має дві числові характеристики $E(\mathbf{a})$, $r(\mathbf{a})$ (наприклад, ефективність і ризик) і різні операції обов'язково відрізняються хоча б однією характеристикою. Під час вибору найкращої операції бажано, щоб характеристика E була більшою, а r меншою.

Припустимо, що операція \mathbf{a} домінує над операцією \mathbf{b} , тобто $\mathbf{a} > \mathbf{b}$ за умови, що $E(\mathbf{a}) \geq E(\mathbf{b})$ і $r(\mathbf{a}) \leq r(\mathbf{b})$. При цьому операція \mathbf{a} називається домінуючою, а операція \mathbf{b} — домінуюваною. Очевидно, що ні при якому виборі найкращої операції домінуюча операція не може бути визнана такою. Отже, найкращу операцію треба шукати серед недомінуючих операцій. Множина таких операцій називається множиною Парето, або множиною оптимальності за Парето.

При цьому візьмемо до уваги твердження, що на множині Парето кожна з характеристик E , $r \in$ однозначною функцією іншої. Інакше кажучи, якщо операція належить множині Парето, то за однією її характеристикою можна однозначно визначити іншу.

Продовжимо аналіз наведеного в підрозд. 3.2 прикладу за допомогою графічної ілюстрації. Кожну операцію (рішення) (\bar{R}, \bar{Q}) позначимо як точку на площині «дохід — ризик», при цьому дохід відкладаємо по вертикалі, а ризик — по горизонталі (рис. 3.1). Одержуємо чотири точки. Чим вище точка (\bar{R}, \bar{Q}) , тим операція буде більш дохідною, а чим правіше точка, тим операція буде більш ризикованою. Отже, потрібно вибрати точку вище і лівіше. У цьому випадку множина Парето складається із однієї третьої операції.

Для знаходження кращої операції іноді застосовують зважувальну формулу. Ця формула допомагає встановити, яка операція дає одне число. За цим числом вибирають кращу операцію. Наприклад, зважувальна формула має вигляд

$$f(Q) = 2\bar{Q} - \bar{R}. \quad (3.8)$$

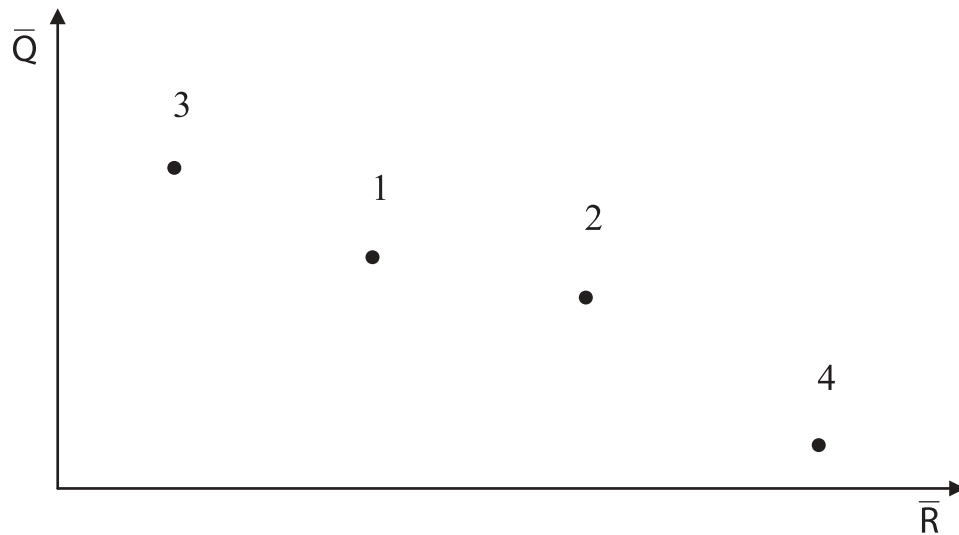


Рис. 3.1. Площина «дохід — ризик»

Тоді для другого прикладу маємо

$$f(Q_1) = 2 \cdot \frac{29}{6} - \frac{20}{6} = 6,33,$$

$$f(Q_2) = 2 \cdot \frac{25}{6} - \frac{24}{6} = 5,33,$$

$$f(Q_3) = 2 \cdot \frac{42}{6} - \frac{7}{6} = 12,83,$$

$$f(Q_4) = 2 \cdot \frac{17}{6} - \frac{32}{6} = 0,33.$$

Очевидно, що третя операція — краща, а четверта — гірша.

Можна визначити як ОПР ставиться до доходу й ризику. Якщо ОПР застосовує формулу (3.8), то це означає, що вона згодна на збільшення ризику операції на дві одиниці за умови, що дохід операції збільшується при цьому не менш ніж на одну одиницю. Зрозуміло, що таким способом визначити ставлення ОПР до доходу й ризику можна лише приблизно.

В умовах повної невизначеності іноді застосовують **правило рівноможливостей Лапласа**: усі невідомі ймовірності p_{ij} вважають рівними. Після цього можна вибрати будь-яке із двох наведених вище правил (рекомендацій) прийняття рішень, тобто правило максимізації середнього очікуваного доходу або правило мінімізації середнього очікуваного ризику.

Таким чином, для визначення найбільш ефективного рішення дані, одержані методом експертного оцінювання (розд. 2), використовують у методиці, викладеній у розд. 3.

4. ПРАКТИЧНІ ЗАВДАННЯ

4.1. Практичні завдання з методів експертного оцінювання [1]

Варіант 1

Завдання 1

На великому підприємстві заплановано проведення науково-дослідних робіт для освоєння виробництва нового зразка продукції [1]. Провідні фахівці запропонували п'ять альтернативних проектів проведення НДДКР. Умовно назвемо їх так: «Проект 1», «Проект 2», «Проект 3», «Проект 4», «Проект 5».

Усі проекти було направлено шістьом досвідченим експертам: $E_1, E_2, E_3, E_4, E_5, E_6$. Результати оцінювання проектів експертами наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Ранги п'яти проектів за ступенем привабливості для включення до плану стратегічного розвитку фірми

Оцінки експертів	Порівнювані варіанти				
	Проект 1	Проект 2	Проект 3	Проект 4	Проект 5
E_1	1	3	2	5	4
E_2	4	5	2	1	3
E_3	1	5	2	3	4
E_4	3	4	1	2	5
E_5	4	3	2	1	5
E_6	2	1	3	5	4

Знайдіть:

1. Підсумкове впорядкування за процедурою Борда.
2. Підсумкове впорядкування за процедурою середніх арифметичних рангів.
3. Підсумкове впорядкування за процедурою медіан рангів.

Результати розрахунків занесіть до табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Формування рішення за процедурою середніх арифметичних рангів і медіан рангів

Показники	Проект 1	Проект 2	Проект 3	Проект 4	Проект 5	Проект 6
Сума рангових місць						

Закінчення табл. 4.2

Показники	Проект 1	Проект 2	Проект 3	Проект 4	Проект 5	Проект 6
Середнє арифметичне рангів						
Підсумковий ранг за середнім арифметичним						
Медіани рангів						
Підсумковий ранг за медіанами						

Завдання 2

Під час статистичного контролю якості продукції (зокрема, під час сертифікації) було поставлено завдання — визначити зразок продукції, який найбільшою мірою відповідає заданим у нормативно-технічній документації вимогам.

Провідні фахівці Іванов і Петров порівнювали п'ять зразків продукції (D_1, D_2, D_3, D_4, D_5) шляхом попарного порівняння. Результати їхнього експертного оцінювання наведено в табл. 4.3, 4.4.

Таблиця 4.3

Переваги варіантів для Іванова

Порівнювані зразки	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	$\sum_{j=1}^5 \gamma_{kj}$	a_{ij}
D_1	-	1	0	1	1	3	0,3
D_2	0	-	1	0	1	2	0,2
D_3	1	0	-	1	0	0	0
D_4	0	1	0	-	1	3	0,3
D_5	0	0	1	0	-	2	0,2

Таблиця 4.4

Переваги варіантів для Петрова

Порівнювані зразки	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	$\sum_{j=1}^5 \gamma_{kj}$	a_{ij}
D_1	-	1	0	0	1		

Закінчення табл. 4.4

Порівнювані зразки	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	$\sum_{j=1}^5 \gamma_{kj}$	a_{ij}
D_2	0	-	1	0	0		
D_3	1	0	-	1	0		
D_4	1	1	0	-	1		
D_5	0	1	1	0	-		

1. Розрахуйте коефіцієнти вагомості за індивідуальними оцінками двох фахівців і занесіть їх до відповідних стовпчиків табл. 4.5.
2. Визначіть колективне рішення провідних фахівців Іванова і Петрова, результати занесіть до табл. 4.5.

Таблиця 4.5

Колективне рішення експертів

Експерт	Зразки продукції					$\sum_{k=1}^k a_k$
	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	
Іванов						
Петров						
Σ						

3. Запишіть усталений переважний порядок відповідності зразків продукції заданим у нормативно-технічній документації вимогам.

Варіант 2*Завдання 1*

За завданням керівництва фірми необхідно було проаналізувати ступінь важливості восьми основних стадій НДДКР для оптимального перерозподілу коштів (додержуючись умови економічної доцільності).

Стадії НДДКР позначено так: НДР, ТП, ЕП, ТПР, РКД, ВДЗ, В, ККД (науково-дослідна робота, технічна пропозиція, ескізне проектування, технічне проектування, розроблення конструкторської документації, виготовлення дослідного зразка, випробування, коректування конструкторської документації).

Зробити аналіз було доручено п'ятьом експертам, які ввійшли до експертної комісії, організованої за рішенням керівництва фірми. У табл. 4.6 наведено ранги восьми стадій НДДКР, присвоєні їм кожним з п'яти експертів.

Таблиця 4.6

Ранги восьми стадій НДДКР за ступенем економічної доцільності фінансових вкладень

Номер експерта	НДР	ТП	ЕП	ТПР	РКД	ВДЗ	В	ККД
1	5	3	1	2	8	4	6	7
2	5	4	3	1	8	2	6	7
3	1	7	5	4	8	2	3	6
4	6	4	2	3	8	1	7	5
5	8	2	4	6	3	5	1	7

Знайдіть:

1. Підсумкове впорядкування за процедурою Борда.
2. Підсумкове впорядкування за процедурою середніх арифметичних рангів.
3. Підсумкове впорядкування за процедурою медіан рангів.

Результати розрахунків занесіть до табл. 4.7.

Таблиця 4.7

Формування рішення за процедурою середніх арифметичних рангів і медіан рангів

Показники	Проект 1	Проект 2	Проект 3	Проект 4	Проект 5	Проект 6
Сума рангових місць						
Середнє арифметичне рангів						
Підсумковий ранг за середнім арифметичним						
Медіани рангів						
Підсумковий ранг за медіанами						

Завдання 2

У дослідно-конструкторському бюро заплановано розроблення складного технічного пристрою.

Було поставлено завдання — визначити переваги його п'яти основних параметрів ($\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4, \Pi_5$) з огляду на їх важливість для подальшого практичного впровадження пристрою на підприємстві.

Оцінювання параметрів шляхом попарного порівняння проводили досвідчені експерти Орлов і Смирнов. Результати їхньої роботи подано в табл. 4.8, 4.9.

Таблиця 4.8

Переваги варіантів для Орлова

Порівнювані параметри	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4	Π_5	$\sum_{j=1}^5 \gamma_{kj}$	a_{ij}
Π_1	-	0	0	1	0		
Π_2	1	-	1	0	1		
Π_3	1	0	-	1	0		
Π_4	0	1	0	-	1		
Π_5	1	0	1	0	-		

1. Розрахуйте коефіцієнти вагомості за індивідуальними оцінками двох фахівців і занесіть їх до відповідних стовпчиків табл. 4.10.
2. Визначіть колективне рішення провідних фахівців Орлова і Смирнова, результати занесіть до табл. 4.10.

Таблиця 4.9

Переваги варіантів для Смирнова

Порівнювані параметри	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4	Π_5	$\sum_{j=1}^5 \gamma_{kj}$	a_{ij}
Π_1	-	1	1	0	1		
Π_2	0	-	1	0	0		
Π_3	0	0	-	1	0		
Π_4	1	1	0	-	1		
Π_5	0	1	1	0	-		

Коллективне рішення експертів

Експерт	Параметр					$\sum_{k=1}^k a_k$
	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4	Π_5	
Орлов						
Смирнов						
Σ						

3. Запишіть усталений переважний порядок п'яти основних параметрів пристрою з огляду на їх важливість для подальшого практичного впровадження пристрою на підприємстві.

4.2. Практичні завдання з методів оцінювання фінансових операцій в умовах невизначеності

Завдання 1

Розглянемо відому задачу про фруктового дилера [9], який скуповує у селян малину по 15\$ за кошик і продає її у місті по 25\$ за кошик. Протягом кожного з 40 днів «малинового сезону» він продав різну кількість кошиків, що обумовлено випадковістю попиту на цей товар. За допомогою експертного оцінювання було встановлено, що попит обсягом 4 кошики спостерігався 4 дні, 5 кошиків — 8 днів, 6 кошиків — 16 днів, 7 кошиків — 10 днів, 8 кошиків — 2 дні.

Визначіть оптимальну (з позицій прибутку) кількість кошиків, яку необхідно скуповувати щодня.

Використовуючи критерій Вальда, знайдіть гарантований рівень прибутку дилера.

Відповідь: гарантований прибуток становить 40\$ (вартість чотирьох кошиків).

Завдання 2

За даними попередньої задачі знайдіть мінімальний рівень збитків, пов'язаних з невикористанням своїх можливостей, а також стратегію, що його гарантує. Для цього застосовуйте матрицю невикористаних можливостей і критерій Севіджа.

Відповідь: стратегія x_2 (5 кошиків) або x_3 (6 кошиків).

Завдання 3

Розглядаючи чотири різних портфелі цінних паперів (табл. 4.11) з урахуванням розрахункових норм прибутків за станом економіки (y_1 — піднесення, y_2 — стагнація, y_3 — рецесія), виберіть портфель цінних паперів, оптимальний за критерієм Гурвіца.

Оптимальне рішення за критерієм Гурвіца

Варіанти портфелів цінних паперів	Норми прибутку, %		
	y_1	y_2	y_3
x_1	20	30	15
x_2	75	20	35
x_3	25	80	25
x_4	80	50	45

Відповідь: оптимальним є рішення x_4 (максимальний елемент стовпчика).

Завдання 4

Фруктовий дилер (див. завдання 1) з урахуванням прогнозу погоди (спека) відкоригував функцію оцінювання, виходячи з тих міркувань, що наприкінці дня певна кількість товару буде непридатною для продажу:

$$F = \begin{bmatrix} 30 & 40 & 40 & 40 & 40 \\ 30 & 40 & 50 & 50 & 50 \\ 10 & 35 & 50 & 50 & 50 \\ -5 & 20 & 45 & 50 & 50 \\ -20 & 5 & 30 & 50 & 50 \end{bmatrix}.$$

Знайдіть рішення, оптимальне за правилом Парето.

Відповідь: оскільки рішення $x_2 > x_1$, $x_2 > x_3 > x_4 > x_5$, то оптимальним за правилом Парето є рішення x_2 (5 кошиків).

Завдання 5

Перед початком сезону фруктовий дилер, урахувавши обставини, скоригував функцію оцінювання (див. завдання 4) таким чином:

$$F = \begin{bmatrix} 30 & 40 & 40 & 40 & 40 \\ 30 & 40 & 50 & 50 & 50 \\ 10 & 35 & 55 & 60 & 60 \\ -5 & 20 & 45 & 60 & 60 \\ -20 & 5 & 30 & 55 & 60 \end{bmatrix}.$$

Знайдіть оптимальне рішення.

Відповідь: рішення x_2 (5 кошиків) є оптимальним згідно з критеріями Вальда і Севіджа.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Назвіть способи визначення вартості науково-технічної продукції.
2. У яких випадках переважно застосовувати оцінки експертів? Наведіть приклади.
3. Назвіть основні методи оброблення індивідуальних рішень експертів.
4. У чому суть процедури Борда?
5. Дайте визначення поняттю «рангове місце».
6. Опишіть процедуру середніх арифметичних рангів.
7. Опишіть процедуру медіан рангів.
8. Чим процедура середніх арифметичних рангів відрізняється від процедури медіан рангів?
9. У чому суть процедури парних порівнянь?
10. Як формується коефіцієнт вагомості і що він показує ?
11. Визначіть суть ризику. Яка операція називається ризикованою?
12. Наведіть приклади матриць і ризиків.
13. Суть вибору рішення за правилом Вальда.
14. Суть вибору рішень за правилом Севіджа.
15. Суть вибору рішення за правилом Гурвіца.
16. Аналіз зв'язаної групи рішень в умовах невизначеності:
 - правило середнього очікуваного доходу;
 - правило середнього очікуваного ризику.
17. Оптимальність за Парето.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Омельченко, О. Л. Методы экспертных оценок в экономических решениях [Текст]: учеб. пособие для самост. работы / О. Л. Омельченко. — Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2013. — 24 с.
2. Василенко, В. А. Теорія і практика розробки управлінських рішень [Текст]: навч. посіб. / В. А. Василенко. — К.: ЦУЛ, 2003. — 420 с.
3. Орлов, А. И. Организационно-экономическое моделирование [Текст]: учебник: в 3 ч. / А. И. Орлов. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. — Ч. 2: Экспертные оценки, 2011. — 486 с.
4. Трояновский, В. М. Математическое моделирование в менеджменте [Текст]: учеб. пособие / В. М. Трояновский. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Изд-во РДЛ, 2000. — 256 с.
5. Андреев, Г. И. Практикум по оценке интеллектуальной собственности [Текст]: учеб. пособие / Г. И. Андреев, В. В. Витчинка, С. А. Смирнов. — М.: Финансы и статистика, 2003. — 176 с.
6. Шершньова, З. Є. Стратегічне управління [Текст]: підручник / З. Є. Шершньова. — 2-ге вид., переробл. і доп. — К.: КНЕУ, 2004. — 699 с.
7. Экономика предприятия [Текст]: учеб. пособие / под общ. ред. д-ра эконом. наук, проф. Л. Г. Мельника. — Сумы: Университетская книга, 2002. — 632 с.
8. Малыхин, В. И. Финансовая математика [Текст]: учеб. пособие для вузов / В. И. Малыхин. — М.: ЮНИТИ — ДАНА, 2000. — 247 с.
9. Вітлінський, В. В. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком [Текст]: навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисц. / В. В. Вітлінський, П. І. Верченко. — К.: КНЕУ, 2000. — 292 с.

Навчальне видання

**Божко Валерій Павлович
Божко Дмитро Валерійович
Карацева Неля Захарівна
Омельченко Ольга Леонідівна**

**ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ЕКСПЕРТНОГО
ОЦІНЮВАННЯ ВИТРАТ НА НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ
З УРАХУВАННЯМ ФІНАНСОВИХ РИЗИКІВ**

Редактор А. М. Ємленінова

Зв. план, 2014

Підписано до друку 06.03.2014

Формат 60x84 1/16. Папір офс. № 2. Офс. друк

Ум. друк. арк. 1,7. Обл.-вид. арк. 2. Наклад 50 пр.

Замовлення 95. Ціна вільна

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»
61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17
<http://www.khai.edu>
Видавничий центр «ХАІ»
61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17
izdat@khai.edu

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції сер. ДК № 391 від 30.03.2001