

ЗМІСТ

Перелік позначень та скорочень	4
Вступ.....	5
1 РОЗРОБКА інвестиційної політики ТА ФОРМУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПОРТФЕЛЯ.....	6
1.1 Цілі і принципи формування інвестиційної політики	6
1.2 Інвестиційна політика як сукупність стратегічних рішень.....	8
1.3 Процес формування інвестиційної політики	11
1.4 Якісна постановка задачі формування інвестиційного портфеля	15
1.5 Основні інвестиційні теорії	17
1.6 Основні показники ефективності інвестиційних проектів.....	18
1.6 Відносні показники ефективності інвестиційних проектів.....	23
1.7 Оцінка ризику інвестиційних проектів	25
2 МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ розв’язання інвестиційних задач.....	31
2.1 Використання методів прогнозування при розв’язанні інвестиційних задач.....	31
2.2 Застосування нейронних мереж у фінансовій сфері.....	36
2.3 Оцінка ефективності і ризику інвестиційних проектів в розпливчатих умовах	43
3 Постановка задачі ФОРМУВАННЯ інвестиційноГО ПОРТФЕЛЯ і її алгоритмічне забезпечення.....	47
3.1 Математична постановка задачі формування портфеля інвестицій.....	47
3.2 Алгоритм розробки інвестиційної політики	49
3.3 Алгоритм розрахунку інтегрального показника інвестиційної привабливості галузі	51
3.4 Алгоритм прогнозування грошових потоків на основі нейронної мережі	52
3.5 Алгоритм оцінки ефективності проектів	53

3.6 Алгоритм оцінки ризиків із застосуванням нечітких множин	56
3.7 Алгоритм визначення проектного ризику на основі імовірнісних оцінок.....	58
3.8 Алгоритм формування інвестиційного портфеля.....	61
4 Система підтримки прийняття рішень для ФОРМУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПОРТФЕЛЯ.....	64
4.1 Системи підтримки прийняття рішень і їх характеристики	64
4.2 Структура системи підтримки прийняття інвестиційних рішень.....	66
4.3 Інформаційне забезпечення СППР	68
4.4 Опис програмного забезпечення СППР	70
4.5 Контрольний приклад і аналіз результатів	73
Висновки.....	85
Список джерел інформації.....	86
Додаток А Положення і практичні рекомендації по розробці заходів інвестиційної політики	92
Додаток Б Алгоритм розробки інвестиційної політики.....	95
Додаток В Розрахунок інтегрального показника галузі	96
Додаток Г Прогнозування грошових потоків на основі нейронної мережі. Тренування нейронної мережі.....	97
Додаток Д Оцінка ефективності проектів.....	98
Додаток Е Оцінка ризику із застосуванням нечітких множин	99
Додаток Є Визначення проектного ризику на основі імовірнісних оцінок	100
Додаток Ж Формування інвестиційного портфелю	101
Додаток К Діаграма варіантів використання	102

ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

БД – база даних;

ЕОМ – електронна обчислювальна машина;

НМ – нейронна мережа;

ОПР – особа, що приймає рішення;

ОФР – особа, що формує рішення;

СППР – система підтримки прийняття рішень;

NPV – Net Present Value;

PI – Profitability Index;

PP – Payback Period.

ВСТУП

Основою успішного управління є логічно зв'язаний набір стратегії розвитку підприємства, інвестиційних цілей, цілей основної діяльності й фінансової політики, де всі ці елементи підсилюють один одного, а не конфліктують.

Інвестиційна діяльність у тім або іншому ступені властива будь-якому підприємству. Вона являє собою один з найбільш важливих аспектів функціонування будь-якої комерційної організації.

Стратегія управління інвестиціями підприємства - це частина загальної стратегії підприємства, що полягає у виборі найбільш ефективних шляхів розширення обсягу активів для забезпечення основних напрямків його розвитку [1].

Вихідною базою інвестиційної діяльності служить інвестиційна політика. Вона визначає середньострокові й довгострокові цілі інвестиційної діяльності й основні шляхи їхнього досягнення.

Сьогодні від ефективності інвестиційної політики залежать стан виробництва, положення й рівень технічної оснащеності основних фондів підприємств народного господарства, можливості структурної перебудови економіки, рішення соціальних і екологічних проблем. Інвестиції є основою для розвитку підприємств, окремих галузей і економіки в цілому [2-3].

Для розробки й здійснення інвестиційної політики підприємства необхідно враховувати безліч факторів: ризик, ефективність, прибутковість проектів. У рамках розробки інвестиційної політики необхідно приймати управлінські рішення, пов'язані з вибором стратегії підприємства, формування портфеля проектів.

У даній роботі розглядаються питання формування інвестиційного портфеля в межах розробленої інвестиційної політики підприємства.

1 РОЗРОБКА ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ФОРМУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПОРТФЕЛЯ

1.1 Цілі і принципи формування інвестиційної політики

Інвестиційна політика є складовою частиною економічної політики держави.

У літературі даються різні визначення:

- інвестиційна політика - це важливий важіль дії як на економіку країни, так і на підприємницьку діяльність її господарюючих суб'єктів [3];
- інвестиційна політика - це система мерів, направлених на встановлення структури і масштабів інвестицій, напрямів їх використання і джерел отримання в сферах і галузях економіки [4];
- інвестиційна політика - це сукупність різних підходів і рішень, використовуваних для ефективних вкладень засобів в яке-небудь підприємство [5];
- інвестиційна політика є частиною загальної фінансової стратегії підприємства, що полягає у виборі і реалізації найбільш ефективних форм реальних і фінансових його інвестицій з метою забезпечення високих темпів його розвитку і розширення економічного потенціалу господарської діяльності [6];

Виходячи з вище перелічених визначень, можна сформулювати наступне визначення: інвестиційна політика підприємства – це система оптимального управління інвестиційним процесом, направленим на розробку інвестиційних проектів, вибір і реалізацію найбільш ефективних з них, а також постійне відтворення інвестиційної діяльності.

Інвестиційна політика підприємства визначається його довгостроковими цілями, поточними завданнями, фінансовими можливостями, ефективністю інвестиційних проектів, реальною тривалістю окупності капіталу, що вкладається, здійснюваною фінансово-економічною політикою держави, поведінкою основних і потенційних конкурентів [6-11].

Основною метою інвестиційної політики підприємства є створення оптимальних умов для вкладення власних і позикових коштів, що забезпечують зростання доходів на вкладений капітал, для розширення економічної діяльності.

Окрім основної мети виділяють наступні цілі [6]:

- вироблення стратегії і тактики економічної діяльності підприємства на довгостроковий і короткостроковий період;
- пошук найбільш ефективних об'єктів для інвестування;
- вибір оптимального варіанту інвестиційного проекту;
- пошук і оцінка альтернативних джерел фінансових ресурсів для здійснення інвестиційного процесу;
- досягнення максимального результату в процесі реалізації інвестиційної політики при мінімальному можливому об'ємі капіталу, тривалості його експлуатації і організаційних зусиль.

Також в ході розробки інвестиційної політики, необхідно визначити який з її видів є найбільш переважним для підприємства.

Традиційно виділяють три основні види інвестиційної політики [6, 7, 9, 11]:

- 1 Консервативна інвестиційна політика.
- 2 Компромісна (помірна) інвестиційна політика.
- 3 Агресивна інвестиційна політика.

Консервативна інвестиційна політика - варіант політики інвестиційної діяльності підприємства, пріоритетною метою якої є мінімізація рівня інвестиційної ризику. При здійсненні такої політики інвестор не прагне ні до максимізації рівня поточної прибутковості інвестицій, ні до максимізації темпів зростання капіталу.

Компромісна (помірна) інвестиційна політика - варіант політики здійснення інвестиційної діяльності підприємства, направленої на вибір таких об'єктів інвестування, по котрим рівні прибутковості і ризику найбільшою мірою наближені до середньо ринкових.

Агресивна інвестиційна політика - варіант політики здійснення інвестиційної діяльності підприємства, направленої на вибір таких об'єктів інвестування, по яких рівні прибутковості і ризику значно вище середньо ринкових.

При розробці інвестиційної політики підприємства необхідно дотримуватися наступних принципів:

- націленість інвестиційної політики на досягнення стратегічних планів підприємства і його фінансову стійкість;
- облік інфляції і чинників ринку;
- економічне обґрунтування інвестицій;
- формування оптимальної структури портфельних і реальних інвестицій;
- ранжирування проектів і інвестицій по їх важливості і послідовності виходячи з наявних ресурсів і з урахуванням залучення зовнішніх джерел;
- вибір надійних і дешевших джерел і методів фінансування інвестицій.

Облік цих і інших принципів дозволить уникнути багатьох помилок і прорахунків при розробці інвестиційної політики підприємства [12].

1.2 Інвестиційна політика як сукупність стратегічних рішень

В роботі [13] інвестиційна політика підприємства - це сукупність стратегічних рішень, що охоплюють вибір, пріоритети і розміри використання можливих джерел залучення і витрачання фінансових коштів.

Залежно від сфер ухвалення стратегічних рішень вони підрозділяються на:

- 1) технічні;
- 2) маркетингові;
- 3) соціальні;
- 4) управлінські.

Взаємозв'язок цих стратегій представлений на рисунку 1.1.

Ґрунтуючись на приведених вище твердженнях виділяють найбільш типові фінансово-інвестиційні стратегії, залежно від структури джерел функціонування діяльності і розвитку підприємства [13]:

1 «Сам собі голова». Припускає використання переважно власних засобів підприємства для інвестування зазвичай обмеженого круга невеликих інвестиційних проектів. Відповідає «віяловій» структурі фінансово-інвестиційної стратегії. Застосування цієї стратегії обмежене, оскільки припускає самодостатність підприємства і значні можливості самофінансування, які є лише у великих (у окремих випадках середніх) компаній.

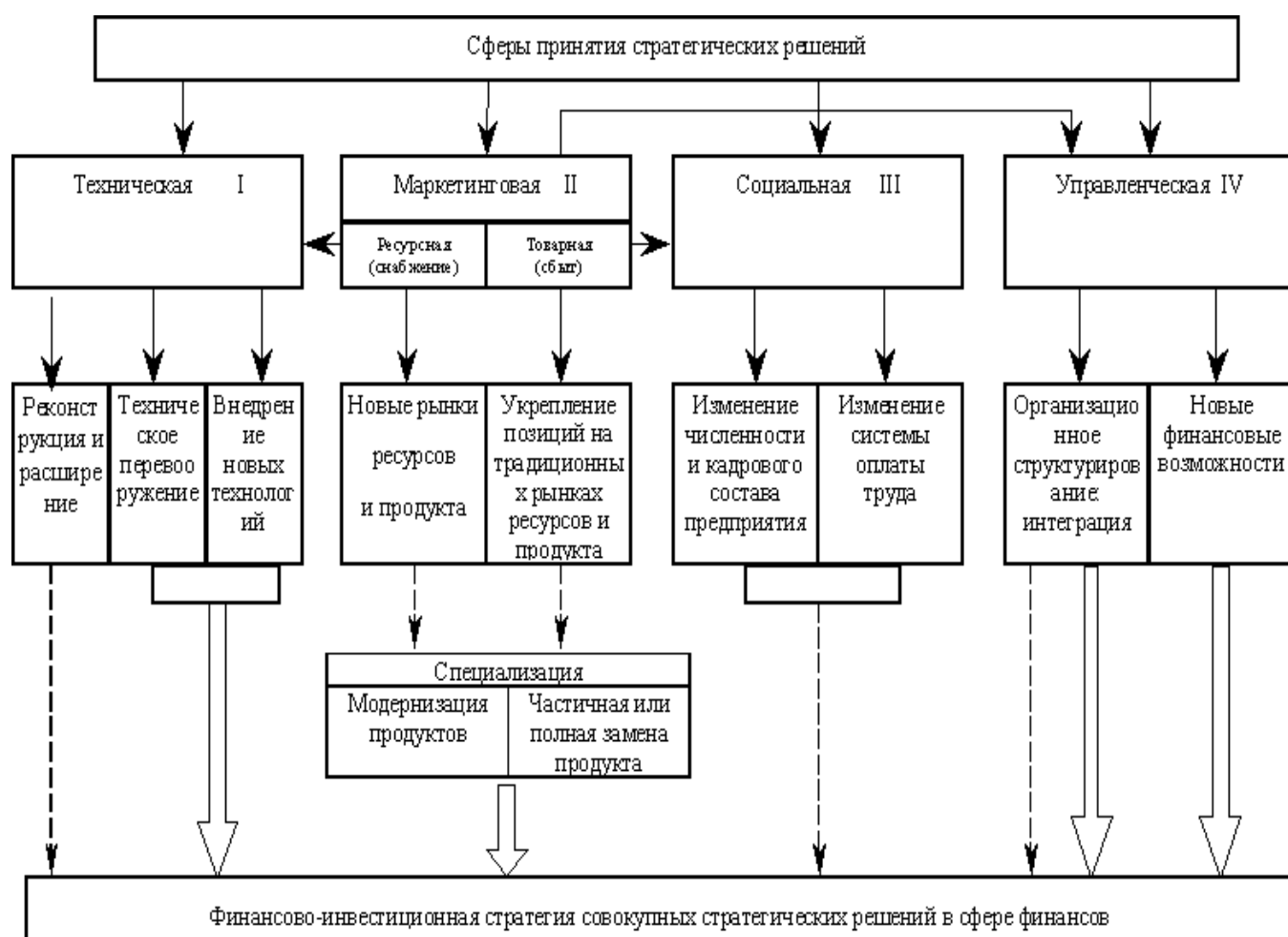


Рисунок 1.1 - Взаємозв'язок різних стратегій підприємства з фінансово-інвестиційною стратегією (основні напрями фінансово-інвестиційної діяльності)

При середньому рівні ефективності дана стратегія характеризується високою надійністю, оскільки її реалізація майже повністю залежить від діяльності самого підприємства (за умови його стабільності і стабільності зовнішнього середовища). Найбільш характерна для зрілої економіки і ринків реалізації товару, що склалися, не вимагають радикальної перебудови діяльності підприємства.

2 «Улюблене чадо». Припускає використання переважно централізованих джерел (державних інвестицій і кредитів). Так само, як і перший тип, характеризується «віяловою» або «квазівіяловою» структурою, орієнтованою на реалізацію стратегічних рішень. Стратегія має вельми вузьку сферу застосування зважаючи на дефіцит державних коштів і недоступності їх для переважного числа

підприємств. Реалізація цієї стратегії в значній мірі залежить від політичних ризиків і структурно-промислової політики. Найбільше розповсюдження мала в дореформений період; може бути використана для реалізації великомасштабних проектів підприємств, що мають статус особливо важливих і стратегічних. В даний час реалізується в ситуаціях, де керівники підприємства мають тісні особисті зв'язки з представниками владних структур. При вдалому «розкладі» може забезпечити високу ефективність.

3 «Консолідація». Припускає використання ширшого спектру фінансових джерел: власного капіталу і зовнішніх інвестицій, що отримуються за рахунок акціонування, банківських і комерційних кредитів та ін. Дана стратегія припускає консолідований спосіб фінансування, що вимагає значної попередньої підготовки для свого здійснення. Використовується для великомасштабних стратегічних рішень при браку власних коштів. Має широке застосування серед значного круга сучасних підприємств, що діють за принципом «зі світу по нитці». Ефективність і надійність стратегії залежить від структури джерел і може коливатися в значних діапазонах.

4 «Консорціум». Припускає консолідоване фінансування з різних джерел, але на відміну від стратегії типу «консолідація» характеризується партнерським принципом діяльності, що припускає інтеграцію зусиль декількох підприємств (фірм, банків і так далі) в реалізації одного або декількох крупних проектів. При цьому відбувається диверсифікація ризиків підприємницької діяльності, узгодження інтересів учасників сформованої групи, як по горизонталі, так і по вертикалі. Дана стратегія використовується за наявності у підприємства інтеграційних можливостей для радикальної зміни свого положення на товарному або ресурсному ринку, при впровадженні інновацій. Зустрічається достатньо рідко, але є перспективною, оскільки забезпечує зниження ризиків і збільшення ефективності.

5 «Піраміда». Є найбільш послідовним варіантом реалізації стратегії «консолідація». В цьому випадку в консолідоване фінансування потрапляють всі інвестиційні джерела, а зусилля концентруються на реалізації одного стратегічного рішення або вузькоспеціалізованого проекту розвитку підприємства. Структура

стратегії утворює при цьому піраміду. Дана стратегія береться на озброєння, наприклад, в тих випадках, коли фірма реалізує маркетингову політику, орієнтовану на досягнення лідерства на своєму ринку. Застосовують в основному крупні фірми, що мають істотний стартовий капітал, оскільки значне залучення інвестиційних ресурсів неможливе без надання гарантій у формі майна.

6 «Швидкість і натиск». Припускає використання якого-небудь одного виду фінансових ресурсів (наприклад, власних засобів) для реалізації одного стратегічного рішення, що зазвичай припускає короткий термін виконання. Дана стратегія характерна для дрібних і середніх підприємств, що характеризуються високою мобільністю і здатністю швидко адаптуватися до нових умов, що визначає перманентний перехід від одного варіанту розвитку фірми до іншого. Характеризується підвищеним ризиком і сприйнятливістю до нових інвестиційних пропозицій. Через це є нестійкою і має схильність до трансформації в інші стратегії (типу «консолідація», «сам собі голова», «консорціум»).

7 «Парасолька». Є по суті метастратегію, що характеризується високим ступенем захисту використовуваних інвестиційних контрактів. Даний захист може бути забезпечена за допомогою різного роду страховок і перестраховок, авалірованієм фінансових зобов'язань, операціями хеджування інвестиційних ризик і так далі [7, 8]. Це припускає взаємодію даної фірми з різними фінансовими інститутами, що формують ринкову інфраструктуру. Як своє ядро метастратегія «парасолька» може містити будь-який перерахований вище тип стратегій. Дана метастратегія в сучасних умовах має обмежене застосування через незрілість ринкової інфраструктури (особливо характерною для сфери страхування), але є перспективною, оскільки дозволяє понизити ризики.

1.3 Процес формування інвестиційної політики

Основні етапи процесу формування інвестиційної політики було розглянуто в роботі [5]. На рисунку 1.2 представлена послідовність етапів формування інвестиційної політики.

1 Аналіз інвестиційної політики держави в цілому і по окремих регіонах. На цьому етапі формування інвестиційної політики підприємства вивчаються фінансово-правові, соціально-економічні і політичні умови інвестиційної діяльності в окремих галузях різних сфер виробництва, по регіонах і в цілому по країні.

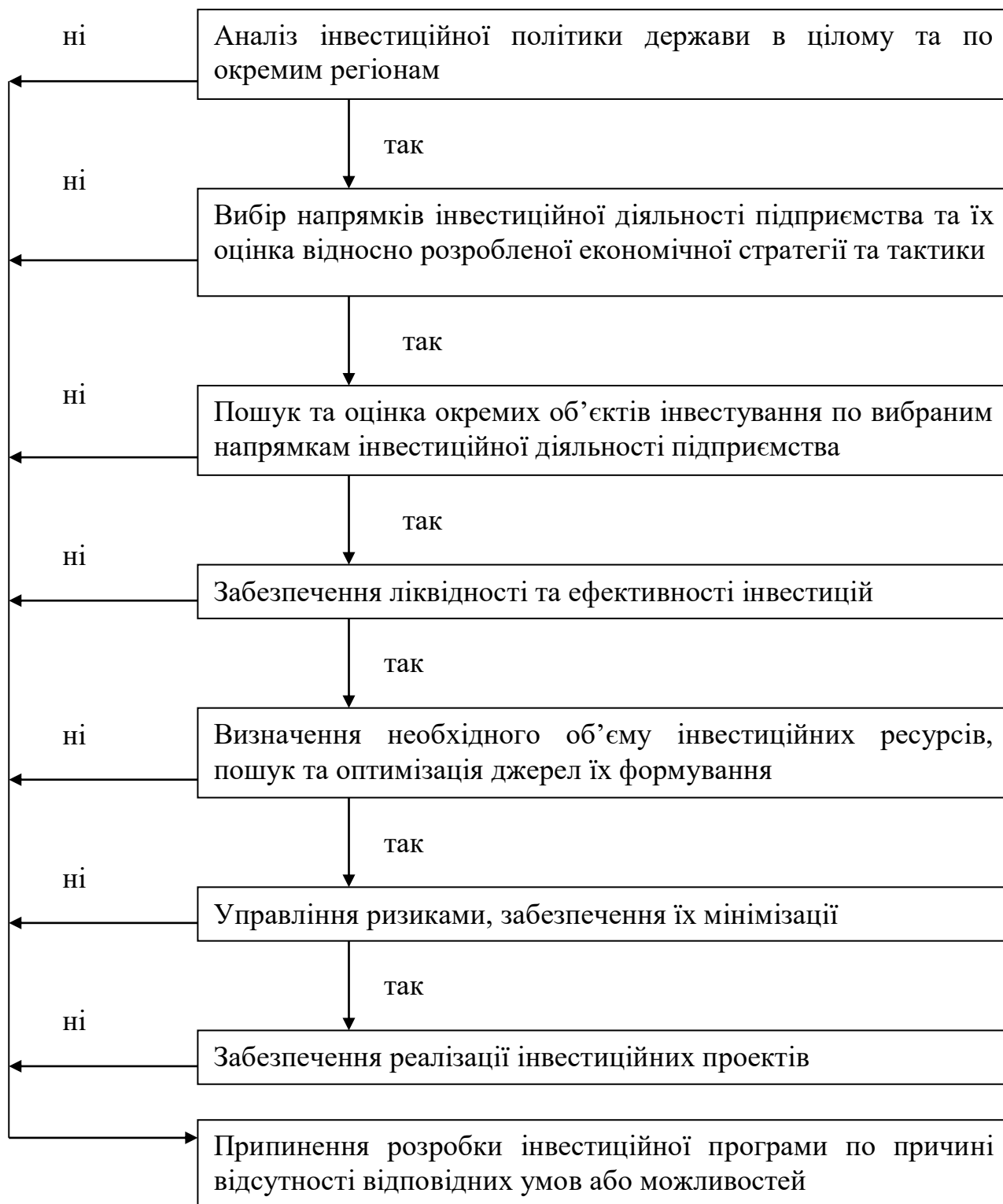


Рисунок 1.2 - Алгоритм послідовності етапів інвестиційної політики

Виявляються найбільш сильні і слабкі сторони державної інвестиційної політики для діяльності конкретного підприємства. В процесі аналізу інвестиційної політики вивчаються наступні питання:

- динаміка валового внутрішнього продукту, обсягів виробництва продукції по галузях;
- динаміка інвестицій в країні, зокрема по окремих галузях, регіонах, формах власності;
- рівень оподаткування різних видів діяльності, види податків, їх ставки, механізм нарахування і сплати, періодичність, існуючі пільги;
- стан законодавства, регулюючого інвестиційну діяльність в країні;
- стан і перспективи розвитку окремих інвестиційних ринків, перш за все грошового, фондового і валютного;
- політична і соціально-економічна ситуація в країні, рівень доходів населення, попит і пропозиція на товари і послуги в країні;
- динаміка рівня інфляції в країні і по окремих регіонах.

2 Вибір конкретних напрямів інвестиційній діяльності підприємства і їх оцінка щодо розробленої економічної стратегії і тактики. Здійснюючи даний етап, підприємство визначає галузеву спрямованість своїй інвестиційній діяльності, основні форми інвестування відповідно до розробленої економічної стратегії і тактики. Для вивчення інвестиційної привабливості галузей економіки слід проводити індустріальний аналіз, який може складатися з наступних стадій:

- визначення тривалості життєвого циклу галузі;
- визначення позиції галузі відносно розвитку ділової активності;
- якісний аналіз стану галузей і прогнозування перспектив їх розвитку.

3 Пошук і оцінка окремих об'єктів інвестування виходячи з вибраних напрямів інвестиційної діяльності підприємства. Даний етап інвестиційної політики припускає пошук, відбір і оцінку окремих об'єктів реального або фінансового

інвестування. Вибір того або іншого об'єкту залежить від економічної стратегії підприємства і її тактичного втілення.

4 Забезпечення ліквідності і ефективності інвестицій. Цей етап припускає визначення ліквідності і ефективності інвестицій. Всі об'єкти інвестування оцінюються за мірою ліквідності інвестицій. Перевагу слід віддавати тим об'єктам, які мають високу ліквідність і економічну ефективність. Не завжди ліквідність і ефективність об'єктів інвестування збігатимуться. Тому в процесі розробки і здійснення інвестиційної політики підприємство повинне оптимізувати ці два параметри інвестиційної діяльності для забезпечення якнайкращого результату.

5 Визначення необхідного об'єму інвестиційних ресурсів, пошук і оптимізація джерел їх формування. Формування необхідного об'єму інвестиційних ресурсів за рахунок різних джерел є важливою частиною інвестиційної політики підприємства. На цьому етапі обґрунтовується загальна потреба в інвестиційних ресурсах, необхідних для здійснення інвестиційної діяльності підприємства. В процесі формування інвестиційних ресурсів визначається оптимальна структура їх джерел.

6 Управління інвестиційними ризиками, забезпечення їх мінімізації. В процесі реалізації цього етапу необхідно виявити види ризиків, які можуть виявитися в процесі діяльності. На основі виявлених інвестиційних ризиків розробляється система заходів, яка дозволяє мінімізувати їх вплив на інвестиційний процес.

7 Забезпечення реалізації інвестиційних проектів. Інвестиційна політика підприємства, що розробляється, повинна зрештою привести до реалізації інвестиційного проекту. При цьому необхідно враховувати, що інвестиційні програми повинні реалізовуватися в максимально короткий термін, щоб забезпечити: вищі темпи економічного розвитку підприємства; прискорення формування чистого інвестиційного доходу у вигляді чистого прибутку і амортизаційних відрахувань; скорочення термінів використання власного і особливо позикового капіталу; зниження можливого інвестиційного ризику.

В процесі розробки інвестиційної політики підприємство може на кожному етапі зіткнутися з ситуаціями, які не дозволяють реалізувати інвестиційну програму. В цьому випадку можливий восьмий етап інвестиційної політики підприємства.

8 Припинення розробки інвестиційної програми через відсутність відповідних умов або можливостей. Даний етап може наступити після будь-якого етапу, якщо виявляється, що інвестиційна програма, що розробляється, не відповідає реальним умовам і існуючим можливостям. Більш того, інвестиційний проект може бути згорнутий вже в процесі реалізації, оскільки його здійснення може принести додаткові витрати не тільки в процесі реалізації, але і в процесі експлуатації.

Дрібні і навіть середні підприємства, як правило, не розробляють свою інвестиційну політику, що негативно позначається на їх економічному розвитку. Це пов'язано з тим, що розробка інвестиційної політики вимагає певних витрат, забезпечення стабільності діяльності, можливості прогнозування поведінки держави, різних видів ринків, партнерів, конкурентів. У перехідній економіці, де відсутня стабільність, підприємницькі структури абсолютну увагу приділяють поточній діяльності і, як правило, не заглядають далеко уперед, що не дозволяє сформувати ефективну інвестиційну політику. Найважливішими з вище перелічених етапів є забезпечення ефективності інвестицій, а також управління інвестиційними ризиками.

1.4 Якісна постановка задачі формування інвестиційного портфеля

Комерційне підприємство розробляє інвестиційну політику в умовах, які постійно змінюються, що обумовлюється динамічним розвитком зовнішнього та внутрішнього середовища підприємства. Тому необхідно розробляти індивідуальні підходи до формування інвестиційної політики для кожного підприємства. Однак при її розробці необхідно використовувати математичний апарат та сучасні технології, що дозволило б приймати рішення в умовах нечіткості та невизначеності, в умовах суб'єктивності інформації, її динамічності і об'ємності.

Формування портфеля інвестицій, як складова інвестиційної політики, повинно здійснюватися в межах інвестиційної політики.

Для розробки інвестиційної політики в даній роботі будемо використовувати узагальнений алгоритм, зазначений в [5]. Визначимо основні задачі, що повинні бути вирішені при формуванні інвестиційної політики:

- оцінка ефективності інвестиційних проектів;
- оцінка ризику проектів;
- прогнозування показників проектів;
- формування портфелю інвестиційних проектів на основі критеріїв, що відображають мету інвестування.

Принципами формування інвестиційного портфеля є безпека й прибутковість вкладень, їхній ріст, ліквідність вкладень.

Таким чином, у даній роботі будемо вважати, що при формуванні портфеля інвестиційних проектів інвестор керується критеріями мінімізації ризику та максимізації доходу. При цьому він використовує множину показників ефективності та ризику проектів. Водночас на ці показники впливають різні чинники, які теж треба аналізувати та враховувати при прийнятті інвестиційних рішень. Все це доводить, що процес формування портфеля цінних паперів має складний характер та потребує використання різних підходів, методів та іншого математичного інструментарію.

Ціль аналізу інвестиційних проектів полягає в об'єктивній оцінці потреби, можливості, масштабності, доцільності, прибутковості й безпеці здійснення інвестицій; у визначенні напрямків інвестиційного розвитку компанії й пріоритетних областей ефективного вкладення капіталу; у розробці прийнятних умов і базових орієнтирів інвестиційної політики; в оперативному виявленні факторів (об'єктивних і суб'єктивних, внутрішніх й зовнішніх), що впливають на появу відхилень фактичних результатів інвестування від запланованих раніше, і, нарешті, в обґрунтуванні оптимальних інвестиційних рішень, що зміцнюють конкурентні переваги фірми й погодяться з її тактичними й стратегічними цілями [1, 3, 9, 10].

На практиці все частіше використовують системний підхід в аналізі інвестиційних проектів. Це обумовлено тим, що рішення проблеми потреби в інвестуванні капіталу передбачає зв'язування різних цілей, розгляд безлічі можливих альтернатив їхнього досягнення; рішення приймаються в умовах ризику й невизначеності; потрібне обґрунтування довгострокових управлінських

рішень; виникає потреба у великому обсязі інформації; потрібна координація зусиль безлічі різних підрозділів, відділів і служб компанії [13, 14]. Основою системного підходу є подання аналізу інвестицій у вигляді системи:

- 1) об'єкт дослідження - окремий захід, інвестиційний проект, комбінація капіталовкладень, внутрішнє й зовнішнє середовище інвестування;
- 2) суб'єкт дослідження - фінансовий аналітик, менеджер, обліково-фінансові служби, експерти, зовнішні й внутрішні користувачі інформації;
- 3) мета й завдання, наприклад, корпоративні цілі, специфічні цілі інвестування, завдання конкретним службам і підрозділам;
- 4) взаємозв'язки й мова - комплекс понять і взаємозв'язків між елементами, класифікація об'єкта дослідження, символи й знакова система, граматики, семантика

Аналіз інвестицій може бути представлений, з одного боку, як невід'ємна частина системи більше високого рівня, а з іншого боку, як цілісна система, що володіє власною внутрішньою структурою. Аналіз інвестицій займає центральне місце в системі комплексного економічного аналізу.

Таким чином, у роботі необхідно сформулювати такий портфель інвестицій, який би задовольняв би розробленій інвестиційній політиці підприємства та враховував би множину чинників впливу на інвестиційну діяльність підприємства.

Для вирішення цієї задачі спочатку розглянемо існуючі підходи до оцінки проектів та формування інвестиційного портфелю, а також математичне забезпечення для цієї задачі.

1.5 Основні інвестиційні теорії

В роботі [11] було запропоновано практичні рекомендації по розробці мерів інвестиційної політики для основних інвестиційних теорій.

Виділяються наступні інвестиційні теорії:

- теорія інтерналізації;
- парадигма гусаків, що «летять»;
- конкурентна перевага націй;

- еkleктична парадигма;
- цикл міжнародного виробництва товару;
- монополістична конкуренція і недосконалість ринку;
- прямі іноземні інвестиції і олігополістичний захист.

У кожній з цих теорій виділяються основні параметри, на які впливає інвестиційна політика. Також для кожної теорії сформульовані основні кроки по розробці інвестиційної політики.

По параметрах дії для нашого завдання підходить теорія «циклу міжнародного виробництва товару». Для розробки інвестиційної політики в рамках цієї теорії рекомендується здійснити наступні кроки:

- 1 Систематично вивчати бізнес-діяльність компаній в перспективних галузях економіки.
- 2 Проводити моніторинг стадій життєвого циклу провідних галузей промисловості.
- 3 Розробка окремих положень інвестиційної політики за наслідками моніторингу.

Рекомендації по розробці інвестиційної політики в рамках інвестиційних теорій представлено в додатку А.

1.6 Основні показники ефективності інвестиційних проектів

Характеристики фінансових потоків, використовувані при аналізі інвестиційної діяльності, підрозділяються на дві групи, залежно від того, враховується чи ні часовий параметр [14-18]. А саме: а) засновані на дисконтованих оцінках; б) засновані на облікових (номінальних) оцінках. До першої групи відносяться:

- чиста поточна вартість (Net Present Value, *NPV*);
- індекс рентабельності інвестиції (Profitability Index, *PI*);
- внутрішня норма прибутковості (Internal Rate of Return, *IRR*);
- модифікована внутрішня норма прибутковості (Modified Internal Rate of Return, *mirr*);

– дисконтований термін окупності інвестиції (Discounted Payback Period, *DPP*).

До другої групи відносяться:

– термін окупності інвестиції (Payback Period, *PP*);

– коефіцієнт ефективності інвестиції (Accounting Rate of Return, *ARR*).

Допустимо, робиться прогноз, що початкові інвестиції (*IC*) генеруватимуть протягом *n* років річні доходи у розмірі *P1*, *P2* ..., *Pn*. Загальна накопичена величина дисконтованих доходів (Present Value, *PV*) і чиста поточна вартість (Net Present Value, *NPV*) відповідно розраховуються по формулах:

$$PV = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{(1 + r_f)^i}; \quad NPV = PV - IC$$

Очевидно, що якщо $NPV > 0$, то проект доцільно прийняти; якщо $NPV < 0$, то проект доцільно відкинути; при $NPV = 0$ проект не є ні прибутковим, ні збитковим

Якщо проект припускає не тільки разові інвестиції, але і послідовне інвестування фінансових ресурсів протягом *m* років, то формула для розрахунку *NPV* модифікується таким чином:

$$NPV = \sum_{i=1}^T \frac{CF_i}{(1 + r_f)^i} - \sum_{j=1}^k \frac{I_j}{(1 + r_f)^j} \quad (1.1)$$

де CF_i - грошові доходи за *i*-період;

I_j - інвестиції в *j*-періоді;

r_f - без ризикова дисконтна ставка.

При розрахунку чистої приведеної вартості необхідно звернути увагу на наступне [15]:

1 Майбутнє неможливо точно спрогнозувати. Рішення ухвалюється сьогодні, на підставі тієї інформації, яка є на сьогодні, виходячи з сьогоднішнього бачення

майбутнього. Прогнозуючи майбутні грошові потоки, ми виходимо з найбільш вірогідного сценарію, але одночасно розуміємо які чинники можуть змінитися, які вплинуть на результат, які заходи дозволять уникнути надмірного ризику.

2 Необхідно враховувати час між моментом, коли були понесені витрати, і отриманням прибули. Це здійснюється за допомогою дисконтування.

3 Необхідно визначити, які саме грошові потоки враховувати при аналізі інвестиційного рішення.

Грошовий потік у роботі [15] запропоновано розраховувати так:

$$CF = CF_{BX} - CF_{BYX} \pm CF_{CB},$$

де CF_{BX} - вхідний потік (надходження грошей);

CF_{BYX} - вихідний потік (витрачання грошей);

CF_{CB} - вільний грошовий потік .

Спрощено структуру вільного грошового потоку можна представити так: Чистий прибуток + Амортизація (нараховані витрати) + Відсотки – Податковий захист, пов'язаний з виплатою відсотків, – Інвестиції, в т.ч. інвестиції в оборотний капітал.

Індекс рентабельності інвестицій є по суті варіантом попереднього. Індекс рентабельності (PI) розраховується за формулою:

$$PI = \sum_{i=1}^T \frac{CF_i}{(1 + r_f)^i} / I \quad (1.2)$$

Очевидно, що якщо $PI > 1$, то проект доцільно прийняти; якщо $PI < 1$, то проект слід відкинути; при $PI = 1$ проект не є ні прибутковим, ні збитковим.

Під внутрішньою нормою прибутковості інвестицій (позначається IRR - від Internal Rate of Return, синоніми: внутрішня норма прибули, внутрішня норма

окупності) розуміють значення коефіцієнта дисконтування q , при якому NPV проекту дорівнює нулю, тобто: $IRR = q$, при якому $NPV(q) = 0$.

Іншими словами, якщо позначити $IC = CF_0$ і CF_k - елемент фінансового потоку проекту, відповідний k -му моменту часу, то IRR знаходиться з рівняння:

$$\sum_{i=1}^T \frac{CF_i}{(1 + IRR)^i} = 0$$

Сенс розрахунку внутрішньої норми прибули при аналізі ефективності планованих інвестицій, як правило, полягає в наступному: IRR показує верхню межу зони очікуваної прибутковості проекту, отже, максимально допустимий відносний рівень витрат.

Термін окупності (PB) визначає тривалість часу, необхідного для відшкодування інвестиційних витрат з чистих грошових потоків. Як нормативний проміжок часу може виступати вимогою інвесторів до терміну повернення принципової і процентної суми коштів, вкладених в конкретний проект.

Якщо величина грошових потоків постійна в кожному періоді реалізації інвестиційного проекту, то формула може бути представлена в наступному вигляді:

$$PB = \frac{I_0}{CF} \quad (1.3)$$

Ціле значення PB знаходиться складанням CF за відповідні періоди часу до тих пір, поки отримана сума не наблизиться до величини I_0 , але не перевищить її. Дробова частина PB визначається по формулі

$$d = \frac{I_0 - \sum_{i=1}^T CF_i}{CF_{i+1}} \quad (1.4)$$

де I_0 - початкові інвестиції.

Чим менше період окупності, тим більше вигідний проект.

Коефіцієнт ефективності інвестицій. Цей критерій має дві характерні межі: по-перше, він не припускає дисконтування показників доходу; по-друге, дохід характеризується показником чистого прибутку PN (прибуток за мінусом відрахувань до бюджету). Алгоритм розрахунку виключно простий, що і зумовлює широке використання цього показника на практиці. Коефіцієнт ефективності інвестицій, названий також обліковою нормою прибутку (ARR), розраховується діленням середньорічного прибутку PN на середню величину інвестицій (коефіцієнт береться у відсотках). Середня величина інвестицій знаходиться діленням початкової суми капітальних вкладень на два, якщо передбачається, що після закінчення терміну реалізації аналізованого проекту всі капітальні витрати будуть списані. Якщо допускається наявність залишкової або ліквідаційної вартості (RV), то її оцінка має бути врахована в розрахунках. Іншими словами, існують різні алгоритми числення показника ARR . Достатньо поширеним є наступний:

$$ARR = \frac{PN}{(IC + RV)/2}.$$

Даний показник найчастіше порівнюється з коефіцієнтом рентабельності авансованого капіталу, що розраховується діленням загального чистого прибутку на загальну суму коштів, авансованих в діяльність (підсумок середнього балансу-нетто).

Також розглянемо показник ефективності використання інвестиційного капіталу, запропонований у роботі [11]:

$$P = \frac{\Pi \cdot 100\%}{T} \cdot \frac{1}{\frac{1}{Ko} + \frac{1}{\Phi} + \frac{1}{\Phi_n}},$$

де P - рівень рентабельності капіталу %;

Π - чистий прибуток, грн.;

T - виручка, грн.;

K_0 - коефіцієнт оборотності оборотних коштів, обороти;

Φ – фондвіддача;

Φ_n - фондвіддача нематеріальних активів.

Чим вище рівень рентабельності капіталу, тим більше ефективно використовуються інвестиції.

1.6 Відносні показники ефективності інвестиційних проектів

У роботі [18] для оцінки інвестиційних проектів запропоновано відносні показники, що розраховуються з даних фінансової звітності підприємства. Перелік цих показників представлений в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1- Використання різних відносних показників: цілі, за і проти.

Найменування	Мета використання	Переваги показників	Недоліки показників
Ціна/прибуток	Низький коефіцієнт показує, що ви можете дешево здобути прибуток	Зручний для порівняння. Застосовується для прогнозування прибутку	Керівники можуть прикрашати прибуток. Порівнювати різні галузі у такий спосіб не можна
Норма операційного прибутку	Висока норма прибутку означає високу рентабельність	Зручний для порівняння схожих компаній	«Агресивний» бухгалтерський облік
Ціна/балансова вартість	Низький коефіцієнт Ціна/балансова вартість показує, що можна дешево купити активи	Стабільніший, ніж ціна/прибуток, і зручний для порівняння	Активи враховуються в балансі за старою вартістю
Співвідношення позикових і власних коштів	Висока частка позикового капіталу означає високий ризик	Корисний для схожих компаній	Частина боргу може бути прихована
Оборотність активів	Висока оборотність означає хороше використання активів	Корисний для фондоемких галузей	Деякі галузі не потребують значних активів
Рентабельність власного капіталу (ROE)	Висока ROE означає високу прибутковість власного капіталу	Зручний для порівняння	Дані про вартість власного капіталу застарівають

Показники ціна/прибуток і ціна/балансова вартість широко обговорюються у фінансовій літературі. Ціна, що ділиться на прибуток (коефіцієнт ціна/прибуток), - корисний інструмент порівняння [8, 9, 12, 14, 19].

Рентабельність легко розрахувати, знаючи норму операційного прибутку. Рентабельність дорівнює: операційний прибуток (прибуток до вирахування відсотків і податків) поділити на продажі. Обидва показники, на основі яких розраховується цей коефіцієнт, можна знайти в звіті про прибутки і збитки.

Ціна, що ділиться на балансову вартість, - це показник стабільніший, але цей коефіцієнт не може бути хорошим або поганим. Багато що залежить від підходу керівництва компанії до визначення балансової вартості своїх активів, а крім того, багато компаній не потребують значних активів.

Боргове навантаження, або співвідношення позикових і власних засобів, також можна дізнатися з балансу компанії (дані про довгострокову заборгованість діляться на загальні активи).

Оборотність активів - це цифра продажів із звіту про прибутки і збитки, поділена на загальну величину активів.

Рентабельність власного капіталу (ROE) - це чистий прибуток, що ділиться на акціонерний капітал. Чистий прибуток береться із звіту про прибутки і збитки, а акціонерний капітал - з балансу компанії.

Ці відносні показники особливо корисні для порівняння по роках, яке дозволяє виявити ту або іншу тенденцію. Наприклад, низька оборотність активів характерна для капіталомістких галузей. Норма прибутку може бути низькою тому, що компанія переживає циклічний спад і у неї високі постійні витрати.

Всі відносні показники дуже чутливі до зміни кожній з двох величин, на основі яких вони розраховуються. Проте порівняння відносних показників різних компаній однієї галузі дозволяє швидко визначити місце тієї або іншої компанії серед подібних.

1.7 Оцінка ризику інвестиційних проектів

Інвестиційний проект розробляється на базі цілком певних припущень щодо капітальних і поточних витрат, обсягів реалізації виробленої продукції, цін на товари, тимчасових рамок проекту. Незалежно від якості й обґрунтованості цих припущень майбутній розвиток подій, що пов'язаний з реалізацією проекту, не може бути однозначно визначений. Це основна аксіома будь-якої підприємницької діяльності. Тому практика інвестиційного проектування розглядає, у числі інших, аспекти невизначеності й ризику [9, 18, 20-].

Під невизначеністю будемо розуміти стан неоднозначності розвитку конкретних подій у майбутньому, ступінь незнання й неможливості точного пророкування основних величин і показників розвитку діяльності підприємства, у тому числі реалізації інвестиційного проекту. Невизначеність - це об'єктивне явище, що, з одного боку, являє собою умову будь-якої підприємницької діяльності, а з іншого боку - причину постійної "головного болю" будь-якого підприємця. Повне виключення невизначеності, тобто створення однозначних умов протікання бізнесу, - як бажане для кожного підприємця явище, настільки й неможливе. У той же час невизначеність не можна трактувати тільки як негативне явище. В "мутній воді" ринкової економіки невизначеність може обіцяти додаткові можливості, які не були видні на самому початку інвестиційного проекту. У цілому ж фактор невизначеності оцінюється зі знаком "мінус" у підприємницькій діяльності. Тому для успіху реалізації інвестиційного проекту необхідно навчитися управляти невизначеністю.

У підприємницькій діяльності ризик прийнятий ототожнювати з можливістю втрати підприємством частини своїх ресурсів, зниженням планованих доходів або появою додаткових витрат у результаті здійснення певної виробничої й фінансової діяльності. Ризик - іманентна властивість ринкового середовища. Основними видами ризику є:

- виробничий ризик, пов'язаний з можливістю невиконання фірмою своїх зобов'язань перед замовником;

- фінансовий ризик, пов'язаний з можливістю невиконання фірмою своїх фінансових зобов'язань перед інвесторами внаслідок використання для фінансування діяльності фірми позикових засобів;
- інвестиційний ризик, пов'язаний з можливим знецінюванням інвестиційно-фінансового портфеля, що складається як із власних, так і із придбаних цінних паперів;
- ринковий ризик, пов'язаний з можливим коливанням ринкових процентних ставок на фондовому ринку й курсів валют.

Ризик капітальних вкладень - це ризик конкретного виду підприємницької діяльності, він пов'язаний з можливістю не одержати бажаної віддачі від вкладення коштів. Цей ризик містить у собі всі перераховані вище види ризику. Однак, різноманіття об'єктивних і суб'єктивних факторів, які по різному впливають на кінцеві інвестиційні результати, дозволяє підрозділяти ризик на більше прості його види, пов'язані з податковими, технологічними, валютними, кредитними, процентними, інфляційними, криміногенними, ціновими кадровими й іншими умовами, у яких реалізується інвестиційний проект [7-9, 14, 18].

Рішення прикладних задач по зниженню ризику й прогнозуванню негативних наслідків невизначеності одержання очікуваних результатів одночасно стосується трьох сторін процесу інвестування: адміністрації підприємства, що робить інвестиції, інвесторам і державним контрольним органам. Кожна група учасників інвестиційної діяльності має свої ризикові переваги, що характеризуються їхнім розташуванням до ступеня невизначеності. Таким чином, проведення аналізу ризику, у ході підготовки й реалізації інвестицій вимагає різноманітних досліджень, що враховують думки всіх зацікавлених сторін [7-9, 14, 18].

Для достовірної й об'єктивної кількісної оцінки інвестиційного ризику потрібно велика інформаційна база. Основними її джерелами виступають законодавчі акти й інформаційно-довідкова документація, дані первинного й зведеного бухгалтерського обліку, матеріали оперативного й статистичного обліку, маркетингова інформація, правова документація (договори, угоди про розділ продукції, ліцензії й ін.), звітність, інженерно-технологічна документація,

періодичні видання й спеціальна наукова література, висновки аудиторських і консалтингових фірм, аналітичні огляди в Інтернеті [21-26].

Оцінка ризику може опиратися на суб'єктивні судження, експертні оцінки і прийоми порівняльного аналізу. Однак у фінансово-інвестиційній діяльності більшості компаній, що здійснюють довгострокові інвестиції, у передпроектних дослідженнях використовують процедури кількісного виміру проектного ризику. Основними з них є [24]:

- аналіз інвестиційної чутливості (sensitivity analysis),
- аналіз рівня беззбитковості (break - even analysis),
- оцінка імовірнісних розподілів,
- аналіз імітаційних моделей (Monte Carlo simulation analysis),
- процедури суб'єктивного ризикового регулювання (adjusting the payback period, risk - adjusted discount rate, adjusting cash flows),
- підхід з використанням еквівалентів визначеності (certainty equivalent - approach), аналіз дерева рішень, стандартних відхилень і коефіцієнтів варіації.

У ході аналізу розподілу обмежених коштів фінансування серед альтернативних варіантів довгострокового інвестування для обліку невизначеності результатів кожного конкретного проекту використовуються прийоми нелінійного й стохастичного програмування [21].

Для обліку систематичного ризику в ході підготовки й здійснення довгострокових інвестицій фінансові аналітики використовують модель взаємозв'язку ризику й рентабельності (Capital Asset Pricing model), а також моделі, розроблені в рамках теорії фінансового арбітражу (Arbitrage Pricing Theory) і теорії опціонного ціноутворення (Option Pricing Theory) [23, 24-26]. Виходячи із цих моделей і деяких інших допущень, сучасна економічна наука по-різному представляє вплив загального й систематичного ризику на реалізацію програм інвестиційного розвитку підприємств. При наявності невизначеності, пов'язаної з одержанням очікуваної рентабельності, інвестори обґрунтовано вимагають компенсації за той або інший ступінь ризику. Відповідно чим вище ризик, тим більша рентабельність установлюється підприємством на інвестований капітал [9].

Допускаючи можливість впливу на рівень диверсифікованого ризику (убік його зниження), в аналітичних моделях упор роблять на регулювання проектної дисконтної ставки залежно від впливу макроекономічних факторів невизначеності, тобто виходять із передбачуваного рівня систематичного ризику [25].

До основних підходів і способів управлінського впливу на величину ризику, застосовувані на практиці, відносять [7, 9, 21, 24, 27]:

1 Регулювання й контроль співвідношення постійних і змінних витрат. Управляючи цим співвідношенням, можна змінювати крапку беззбитковості довгострокової інвестиції й тим самим здійснювати прямий вплив на величину проектного ризику.

2 Цінове регулювання. Зниження ціни збільшує потенційний попит, але також збільшує крапку беззбитковості. Аналіз інвестиційної чутливості, дерево рішень й імітаційне моделювання є основними прийомами оцінки взаємозалежності між ціною продукції й ризиком.

3 Управління величиною фінансового важеля ґрунтується на регулюванні й контролі співвідношення власних і позикових джерел фінансування, а також доцільності використання засобів, що формують постійні фінансові витрати (кредити, привілейовані акції, фінансовий лізинг). Залучення додатковий позикових засобів фінансування в цілому підвищує рентабельність власного капіталу, але в той же час збільшує ризик невиконання своїх зобов'язань у випадку несприятливого збігу обставин для даного ИП.

4 Диверсифікованість інвестиційних активів. Інвестуючи засобу в різні проекти, на які по можливості не впливають однакові специфічні фактори ризику, фінансові аналітики можуть знизити рівень ризику за рахунок виключення несистематичного його компонента.

5 Ретельне пророблення стратегії інвестиційного розвитку з обліком найбільш сприятливих варіантів оподатковування.

6 Регулювання оптимального обсягу реалізації, контроль використанням і станом виробничого потенціалу підприємства дозволяють збалансовано підходити до розробці виробничої програми проекту, оцінювати ефективний обсяг продажів з

урахуванням максимального коефіцієнта використання виробничої потужності підприємства й беззбиткового рівня реалізації продукції.

7 Комплексне використання фінансових методів і важелів з метою більшого ефективного управління програмами інвестиційного розвитку, підвищення безпеки їхньої реалізації й зниження загального ризику підприємства (наприклад, страхування, факторинг й оптимальне сполучення різних форм розрахунків дозволяють убезпечити підприємство від наслідків неплатоспроможності постачальників, покупців й ін.).

8 Гнучке регулювання дивідендними виплатами й розробка прийнятної для підприємства облікової політики побічно впливають на рівень загального ризику за рахунок створення більше сприятливих фінансових умов для реалізації проекту.

9 Розробка прийнятних орієнтирів інвестиційної політики: визначення максимальних розмірів залучення позикового капіталу й безпечного строку непогашення дебіторської заборгованості, рівня ризику й галузевої рентабельності, установлення мінімального розміру високоліквідних активів і максимального строку окупності вкладень.

10 Створення системи резервів на підприємстві (формування резервного фонду, фонду погашення безнадійної дебіторської заборгованості, матеріальних і грошових запасів).

11 Детальне пророблення умов контрактів на капітальне будівництво й інші договори (включення зі своєї сторони переліку форс-мажорних обставин, облік можливості перегляду умов поставки або продажі товарів внаслідок зміни зовнішніх факторів).

12 Організація постійного моніторингу зовнішнього середовища й створення діючої системи оперативного впливу на об'єкт керування з метою зниження негативних наслідків поточної й майбутньої зміни умов реалізації проекту.

13 Одержання від контрагентів певних гарантій, у найкращому разі поручительств від третіх осіб.

У фінансово-інвестиційній діяльності вітчизняних і закордонних компаній для оцінки ступеня ризику різних варіантів капіталовкладень досить часто

використається спосіб аналізу проектного ризику на основі суб'єктивних імовірнісних оцінок походження тих або інших економічних процесів. Даний спосіб характеризується показниками стандартного відхилення й коефіцієнта варіації різних узагальнюючих показників (наприклад, рентабельності, чистої поточної вартості й ін.). Прийнято вважати: чим більше значення коефіцієнта варіації, тим вище ризик даного варіанта довгострокових капіталовкладень [21, 24].

Для оцінки рівня проектного ризику по показнику чистої поточної вартості в методику аналізу необхідно внести певні корективи. Розрахунок варіації грошового потоку рекомендується здійснювати по кожному проекті в спеціальних аналітичних таблицях, у яких оцінюється очікувана величина показника чистої поточної вартості проекту. Інвестиційний проект, що володіє найменшим коефіцієнтом варіації, буде характеризуватися як найбільш безпечний варіант капіталовкладень [24]. У ході аналізу можна одержати недостатньо об'єктивні оцінки рівня безпеки варіанта капіталовкладень. Це може відбутися, якщо в аналізі використається схилене (несиметричне) імовірнісний розподіл показників інвестування (рентабельності, грошових потоків й ін.). Для одержання більше достовірних результатів рекомендується розраховувати показники напівваріації й напівстандартного відхилення. На закінчення аналізу пропонується визначити коефіцієнт варіації й зрівняти отриманий результат з первісною його величиною.

Метод оцінки інвестиційного ризику з використанням еквівалентів визначеності ґрунтується на регулюванні проектних грошових потоків залежно від пов'язаної з ними ступенем невизначеності. Еквівалент визначеності грошових потоків в умовах ризику виступає як достовірна величина коштів (з імовірністю даної події 1,0), що є більше прийнятною для суб'єкта, що приймає управлінське рішення, чим запланована величина коштів [24].

Якщо всі вихідні дані по проекті володіють "розмитістю", тобто їх точне значення невідомо, тоді в якості вихідних даних доречно використати так названі нечіткі числа [22, 29].

2 МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ЗАДАЧ

2.1 Використання методів прогнозування при розв'язанні інвестиційних задач

Результати прогнозування використовуються для підтримки ухвалення інвестиційних рішень. Отже, природа схвалюваних рішень визначає більшість бажаних характеристик прогнозуючої системи. Вивчення вирішуваної проблеми повинне допомогти відповісти на питання про те, що потрібно прогнозувати, якої форми повинен набути прогноз, які тимчасові елементи включаються і яка бажана точність прогнозу.

У літературі при прогнозуванні рекомендується звернути увагу на наступні питання [30].

1 При визначенні того, що потрібно прогнозувати, указуються змінні, які аналізуються і передбачаються. Тут дуже важливо необхідний рівень деталізації.

2 Визначення трьох параметрів: періоду прогнозування, горизонту прогнозування і інтервалу прогнозування. Період прогнозування - це основна одиниця часу, на яку робиться прогноз. Горизонт прогнозування - це число періодів в майбутньому, які покриває прогноз. Нарешті, інтервал прогнозування - частота, з якою робиться новий прогноз. Часто інтервал прогнозування збігається з періодом прогнозування. В цьому випадку прогноз переглядається кожен період, використовуючи вимогу за останній період і іншу поточну інформацію як базис для прогнозу, що переглядається.

3 Третім аспектом прогнозування є необхідна форма прогнозу. Зазвичай при прогнозуванні проводиться оцінка очікуваного значення змінної, плюс оцінка варіації помилки прогнозування або проміжку, на якому зберігається вірогідність змісту реальних майбутніх значень змінною. Цей проміжок називається передбаченим інтервалом.

У літературі запропоновано наступне ділення методів прогнозування [30]:

1) квалітативні методи;

2) квантитативні методи.

Квалітативні процедури проводять суб'єктивну оцінку, засновану на думці експертів. Зазвичай, це формальна процедура для отримання узагальненого прогнозу, на основі ранжирування і узагальнення думки експертів (наприклад, на основі методів Делфі). Ці процедури ґрунтуються на опитах, тестах, оцінці ефективності продажів і історичних даних, але процес, за допомогою якого виходить прогноз залишається суб'єктивним.

Розглянемо як приклади квалітативного підходу дельфійську методику і метод сценаріїв [31, 32].

Методика Дельфійська. Згідно дельфійської методики, збираються думки експертів про майбутнє, наприклад про майбутній об'єм ринку. Експерти не спілкуються між собою і тому не можуть впливати на думку один одного. Коли всі думки зібрані, вони порівнюються і без вказівки авторства розповсюджуються серед учасників опиту. На цій стадії майже напевно існуватимуть відмінності між думками окремих експертів. Потім експертів, що мають в своєму розпорядженні дані про прогнози, зроблені іншими учасниками, просять скоректувати свої колишні прогнози і представити нові варіанти. Цей процес продовжується до тих пір, поки варіації в прогнозах не стануть прийнятними для вироблення загального узгодженого прогнозу.

До переваг методики відносять те, що вона дозволяє аналізувати широкий круг питань, що впливають на прогноз, і є об'єктивним в тому сенсі, що експерти незалежні в своїх думках.

Недоліки методики:

- залучення експертів зазвичай обходиться дорого;
- сам процес вимагає багато часу;
- методика погано працює з не кількісними показниками, такими, як стосунки людей і їх думки.

Метод сценаріїв. Сценарій - це певна картина з об'єднаних прогнозів, моментальний знімок зв'язків між ними, зроблений в певний момент часу. Зазвичай в ході прогнозування розглядаються три альтернативи, що дозволяє оцінити різні

варіанти розвитку подій, отримані на основі різних припущень щодо ключових подій. Значення прогнозування за допомогою сценаріїв істотно зросло з початку 70-х років. Стало ясно, що для того, щоб прогнозування було корисним засобом аналізу, повинні враховуватися не тільки економічні змінні, але і політичні, соціальні, технологічні. Ряд компаній замість прогнозів, заснованих на екстраполяції історичного розвитку, почали користуватися розробкою сценаріїв, за допомогою яких обґрунтовувалися плани на майбутнє. Цей підхід використовується деякими крупними транснаціональними компаніями, зокрема ICI, "Пілкінгтон" і "Шелл" [33, 34].

Квантіативні процедури прогнозування явно оголошують - яким чином отриманий прогноз. Чітко видно логіка і зрозумілі математичні операції. Ці методи проводять дослідження історичних даних для того, щоб визначити глибинний процес, що генерує змінну і припустивши, що процес стабільний, використовувати знання про нього для того, щоб екстраполювати процес в майбутнє. До квантитативних процедур прогнозування відносяться методи, засновані на статистичному аналізі, аналізі тимчасових послідовностей, байесовськом прогнозуванні, наборі фрактальних методів, нейронних мережах [37].

Розглянемо квантіативні процедури на прикладі регресійних методів і методу ARIMA.

Існує прогнозована змінна Y (залежна змінна) і відібраний заздалегідь комплект змінних, від яких вона залежить, X_1, X_2, \dots, X_N (незалежні змінні). Природа незалежних змінних може бути різною. Наприклад, якщо припустити, що Y - рівень попиту на деякий продукт в наступному місяці, то незалежними змінними можуть бути рівень попиту на цей же продукт в минулий і позаминулий місяці, витрати на рекламу, рівень платоспроможності населення, економічна обстановка, діяльність конкурентів і багато що інше. Головне - уміти формалізувати всі зовнішні чинники, від яких може залежати рівень попиту в числову форму.

Модель множинної регресії в загальному випадку описується виразом

$$Y = F(x_1, x_2, \dots, x_N) + \varepsilon.$$

У простішому варіанті лінійної регресійної моделі залежність залежної змінної від незалежних має вигляд:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_N x_N + \varepsilon,$$

де β_i - підбиранні коефіцієнти регресії;

ε - компоненту помилки.

Передбачається, що всі помилки незалежні і нормально розподілені.

За допомогою таблиці значень минулих спостережень можна підібрати (наприклад, методом найменших квадратів) коефіцієнти регресії, надбудувавши тим самим модель. При роботі з регресією треба дотримуватися певної обережності і обов'язково перевірити на адекватність знайдені моделі. Існують різні способи такої перевірки. Обов'язковим є статистичний аналіз залишків, тест Дарбина-Уотсона. Корисно, як і у випадку з нейронними мережами, мати незалежний набір прикладів, на яких можна перевірити якість роботи моделі [30].

Методи Бокса-Дженкинса (ARIMA). В середині 90-х років минулого століття був розроблений принципово новий і достатньо могутній клас алгоритмів для прогнозування тимчасових рядів. Велику частину роботи по дослідженню методології і перевірці моделей була проведена двома статистиками, Г.Е.П. Боксом (G.e.p. Box) і Г.М. Дженкинсом (G.m. Jenkins). З тих пір побудова подібних моделей і отримання на їх основі прогнозів іноді називається методами Бокса-Дженкинса. Детальніше ієрархію алгоритмів Бокса-Дженкинса ми розглянемо трохи нижче, поки ж відзначимо, що в це сімейство входить декілька алгоритмів, найвідомішим і використовуваним з них є алгоритм ARIMA. Він вбудований практично в будь-який спеціалізований пакет для прогнозування. У класичному варіанті ARIMA не використовуються незалежні змінні. Моделі спираються тільки на інформацію, що міститься в передісторії прогнозованих рядів, що обмежує можливості алгоритму. В

даний час в науковій літературі часто згадуються варіанти моделей ARIMA, що дозволяють враховувати незалежні змінні. У даному підручнику ми їх розглядати не будемо, обмежившись тільки загальновідомим класичним варіантом. На відміну від розглянутих раніше методик прогнозування тимчасових рядів, в методології ARIMA не передбачається якої-небудь чіткої моделі для прогнозування даної тимчасової серії. Задається лише загальний клас моделей, що описують часовий ряд і що дозволяють якось виражати поточне значення змінної через її попередні значення. Потім алгоритм, підстроюючи внутрішні параметри, сам вибирає найбільш відповідну модель прогнозування. Як вже наголошувалося вище, існує ціла ієрархія моделей Бокса-Дженкінса. Логічно її можна визначити так

$$AR(p)+MA(q)\rightarrow ARMA(p,q)\rightarrow ARMA(p,q)(P,Q)\rightarrow ARIMA(p,q,r)(P,Q,R)\rightarrow \dots$$

де $AR(p)$ - авторегрессионная модель порядку p .

Модель має вигляд:

$$Y(t)=f_0+f_1*Y(t-1)+f_2*Y(t-2)+\dots+f_p*Y(t-p)+E(t)$$

де $Y(t)$ -зависимая змінна у момент часу t ;

$f_0, f_1, f_2 \dots, f_p$ - оцінювані параметри;

$E(t)$ - помилка від впливу змінних, які не враховуються в даній моделі.

Задача полягає в тому, щоб визначити $f_0, f_1, f_2 \dots, f_p$. Їх можна оцінити різними способами. Найправильніше шукати їх через систему рівнянь Юла-Уолкера, для складання цієї системи буде потрібно розрахунок значень автокореляційної функції. Можна поступити простішим способом - порахувати їх методом найменших квадратів.

Модель $MA(q)$ – це модель з ковзаючим середнім порядку q , вона має вигляд:

$$Y(t)=m+e(t)-w_1*e(t-1)-w_2*e(t-2)-\dots-w_p*e(t-p),$$

де $Y(t)$ - залежна змінна у момент часу t ;

$w_0, w_1, w_2 \dots, w_p$ - оцінювані параметри.

Варто відзначити, що в цьому класі методів одним з найбільш перспективних методів прогнозування є використання нейронних мереж. Тому в наступному пункті розглянемо питання, що стосуються нейронних мереж.

2.2 Застосування нейронних мереж у фінансовій сфері

Характерний приклад успішного застосування нейронних обчислень у фінансовій сфері - управління кредитними ризиками [37]. Як відомо, до видачі кредиту банки проводять складні статистичні розрахунки по фінансовій надійності позичальника, щоб оцінити вірогідність власних збитків від невчасного повернення фінансових коштів. Такі розрахунки зазвичай базуються на оцінці кредитної історії, динаміці розвитку компанії, стабільності її основних фінансових показників і багатьох інших чинників. Один широко відомий банк США випробував метод нейронних обчислень і прийшов до висновку, що те ж завдання по вже виконаних розрахунках подібного роду вирішується швидше і точніше. Наприклад, в одному з випадків оцінки 100 тис. банківських рахунків нова система, побудована на базі нейронних обчислень, визначила понад 90% потенційних неплатників [38].

Інша дуже важлива сфера застосування нейронних обчислень у фінансовій сфері - прогноз ситуації на фондовому ринку. Стандартний підхід до цього завдання базується на жорстко фіксованому наборі "правил ігри", які з часом втрачають свою ефективність із-за зміни умов торгів на фондовій біржі. Крім того, системи, побудовані на основі такого підходу, виявляються дуже повільними для ситуацій, що вимагають миттєвого ухвалення рішень. Саме тому основні японські компанії, що оперують на ринку цінних паперів, вирішили застосувати метод нейронних обчислень. У типову систему на базі нейронної мережі ввели інформацію загальним об'ємом в 33 роки ділової активності декількох організацій, включаючи оборот, попередню вартість акцій, рівні доходу і так далі. Самовивчаясь на реальних прикладах, система нейронної мережі показала велику

точність прогнозу і кращу швидкодію: в порівнянні із статистичним підходом дала поліпшення результативності в цілому на 19%.

Приклад вдалого прогнозування динаміки біржових курсів за замовленням Chemical Bank продемонструвала фірма Logica. На технічній базі Sun Sparcstation LX за допомогою нейронних обчислень моделювалися ринки валютних курсів доллар/швейцарський франк і німецька марка/швейцарський франк. Вибір саме цих валют пояснювався високим рівнем рухливості першого співвідношення і малим - другого (до кризи в 1993 році). Дані про динаміку кросс-курсів цих валют збиралися з 1 жовтня 1992 року по 1 жовтня 1993 року, при цьому цінові прогнози характеризувалися п'ятьма категоріями: велике зростання, мале зростання, без змін, малий спад, великий спад. У результаті нейронна система передбачила за вищезазначений річний період 55 % реальних даних по першому співвідношенню валют і 23 % - по другому [39].

Лондонська фондова біржа (ЛФБ) почала впровадження автоматизованої системи з елементами штучного інтелекту на базі нейронних обчислень для контролю внутрішнього ділінга. Перший етап інсталяції цієї системи, розробленою лондонською фірмою Searchspace і що отримала кодове найменування MONITARS (Monitoring Insider Trading and Regulatory Surveillance), успішно завершений.

В даний час банки прийшли до висновку, що прикладні системи, розроблені на базі нейронних мереж, можуть принести їм користь. На ринку вже пропонуються продукти подібного роду, що визначають вірогідність ризику при видачі кредиту, а також пакети моделювання і прогнозування банкрутства, аналізу портфеля цінних паперів і торгівлі акціями. Нейронні мережі замінюють традиційні системи в таких науково-технічних областях, як статистичні методи, розпізнавання образів, лінійний і нелінійний математичний аналіз.

Mellon equity Associates - підрозділ Mellon Bank в Піттсбурге (США) - достатньо давно застосовувало власну систему аналізу лінійної регресії для розподілу фондів і спеціальної селекції акцій. В ході роботи вони виявили, що між різними оцінними параметрами існують нелінійні зв'язки, невіддатливі точному обліку за допомогою інструментарію, що є у них.

Оскільки даний напрям робіт складає приблизно половину всього бізнесу компанії (під управлінням знаходиться близько 2.5 млрд. дол. інвестицій), то пошук точніших засобів став життєво важливим завданням. Після ретельного аналізу різних систем розробок програмного забезпечення, за допомогою нейронних мереж Mellon Equity Associates вибрала пакет Neural-works Professional Ii/plus 5.0 фірм Neural- Ware (Піттсбург). Підставою для цього послужила наявність у нього таких можливостей, як посилений темп самонавчання на базі "генетичного алгоритму", дуже важливого для моделювання систем "з шумом" [42].

На думку керівників Neuralware Inc., методика лінійного статистичного аналізу має наступні недоліки. При фінансових розрахунках існує сильний взаємозв'язок між відношенням ціна/доходи однакових ринків і темпами зміни дивідендів короткострокових інвестицій. Коли на кривій, що відображає динаміку останніх, є точки екстремуму, то лінійні методи можуть дати переоцінку перших.

Neural-works Professional Ii/plus 5.0, інстальований в компанії Mellon Equity Associates, орієнтований на IBM- сумісний ПК з 486-м процесором (правда, як препроцесор там використовується мейнфрейм VAX) і містить компілятор мови C і стандартні електронні таблиці. Пакет упроваджувався протягом чотирьох-п'яти місяців і в робочому режимі функціонує з січня 1994 року.

Набагато поширеніші випадки, коли у фінансових структурах застосовуються вже готові застосування на базі нейронних мереж, наприклад для автоматичного розпізнавання чеків. Подібна система Quick STROKES-IFPS фірми Mitek Systems (Сан-Дієго, шт. Каліфорнія) була встановлена в 1993 році у Федеральному резервному банку Чікаго. Вона дозволяє оперативно розпізнавати скановані чеки, використовуючи середовище обробки даних на базі мейнфрейма.

Департамент торгівлі і індустрії уряду Великобританії спонсорує дві програми, направлені на розвиток нейронних обчислень у фінансовій сфері. Це "Клуб нейропрогнозування", створений Лондонською школою бізнесу спільно з університетським коледжем Лондона (UCL), і "Нейронні мережі для фінансових послуг", просувані фірмою TBS Bank Technology з UCL і Центром прогнозування Henley. Разом з тим серед безлічі фінансових інститутів, відомих як користувачі

або дослідники цієї технології, фігурують такі гіганти, як Chemical Bank, Citibank, JP Morgan і ін.

Почавши роботу в цьому напрямі порівняно недавно, програмісти Великобританії вже добилися відчутних результатів. Група фахівців, що входять в "Клуб нейропрогнозування", створила нейронну систему для вироблення тактики розподілу фондів на глобальних ринках облігацій. Вона охоплює сім окремих географічних регіонів: Великобританію, Францію, Німеччину, Японію, США, Канаду, Австралію, і кожен з них моделюється особливою локальною мережею нейронів. Всі вони проходять своєрідний процес навчання на історичних даних з метою отримання короткострокових прогнозів ситуації на цьому ринку за кожен місяць. Всі локальні прогнози потім об'єднуються в центрі управління єдиним портфелем цінних паперів. Ця система з листопада 1992 року поступила на озброєння Північноамериканської страхової компанії в Бостоні (США). У результаті капітал цієї компанії швидко збільшився з 25 до 50 млн. дол., а портфель цінних паперів показав прибутковість понад 25 % у перший же рік впровадження системи. У цьому немає нічого дивовижного, оскільки нейронна мережа є універсальним засобом апроксимації, здатним вирішити будь-яку задачу.

Одна з найбільш передових методик нейронних обчислень - генетичні алгоритми, що імітують еволюцію живих організмів. Тому вони можуть бути використані як оптимізатор параметрів нейронної мережі. Подібна система для прогнозування результатів контрактів по довгострокових цінних паперах підвищеної надійності була розроблена і інстальована на робочій станції Sun в компанії Hill Samuel Investment Management. При моделюванні декількох стратегій торгів вона досягла точності 57 % у прогнозі напрямку руху ринку. У страховій фірмі TSB General Insurance (Ньюпорт) використовується схожа методика для прогнозу рівня ризику при страхуванні приватних кредитів. Дана нейронна мережа самовивчається на статистичних даних про полягання безробіття в країні.

Розглянемо теоретичні основи нейронних мереж [37-42].

Кожен нейрон характеризується своїм поточним станом. Він володіє групою синапсів - односпрямованих вхідних зв'язків, сполучених з виходами інших

нейронів, а також має аксон - вихідний зв'язок даного нейрона, з яким сигнал (збудження або гальмування) поступає на синапси наступних нейронів. Загальний вид нейрона приведений на рисунку 2.1. Кожен синапс характеризується величиною синаптичного зв'язку або її вагою w_i .

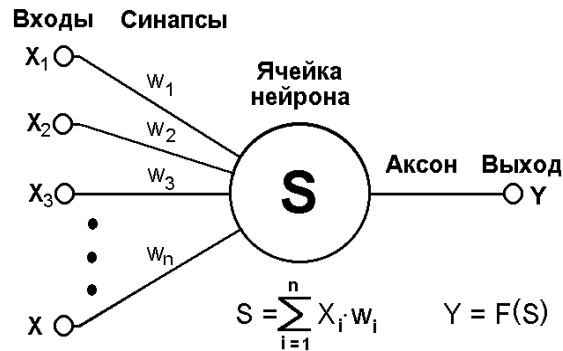


Рисунок 2.1- Штучний нейрон

Поточний стан нейрона визначається, як зважена сума його входів:

$$s = \sum_{i=1}^n x_i \cdot w_i$$

Вихід нейрона є функція його стану: $y = f(s)$.

Нелінійна функція f називається активаційною і може мати різний вигляд. У роботі [39] розглядається нелінійна функція з насиченням, так звана логістична функція або сигмоїд (тобто функція S-образного вигляду):

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-ax}}.$$

При зменшенні a сигмоїд стає пологішим, в межі при $a=0$ вироджуючись в горизонтальну лінію на рівні 0.5, при збільшенні a сигмоїд наближається на вигляд

до функції одиничного стрибка з порогом T в точці $x=0$. З виразу для сигмоїда очевидно, що вихідне значення нейрона лежить в діапазоні $[0,1]$. Одна з цінних властивостей сигмоїдної функції - простий вираз для її похідної, застосування якого буде розглянуто далі:

$$f'(x) = \alpha \cdot f(x) \cdot (1 - f(x))$$

Слід зазначити, що сигмоїдна функція диференціюється на всій осі абсцис, що використовується в деяких алгоритмах навчання. Крім того вона володіє властивістю підсилювати слабкі сигнали краще, ніж великі, і запобігає насиченню від великих сигналів, оскільки вони відповідають областям аргументів, де сигмоїд має пологий нахил.

Теоретично число шарів і число нейронів в кожному шарі може бути довільним, проте фактично воно обмежене ресурсами комп'ютера або спеціалізованої мікросхеми, на яких зазвичай реалізується нейронна мережа (НМ). Чим складніше мережа, тим більш масштабні задачі, підвладні їй.

Вибір структури нейронної мережі здійснюється відповідно до особливостей і складності завдання. Для вирішення деяких окремих типів задач вже існують оптимальні, на сьогоднішній день, конфігурації, описані, наприклад, в [40, 41]. Якщо ж задача не може бути зведена ні до одного з відомих типів, розробникові доводиться вирішувати складну проблему синтезу нової конфігурації. При цьому він керується декількома основоположними принципами: можливості мережі зростають із збільшенням числа осередків мережі, щільність зв'язків між ними і числом виділених шарів, введення зворотних зв'язків разом із збільшенням можливостей мережі піднімає питання про динамічну стійкість мережі; складність алгоритмів функціонування мережі (зокрема, введення декількох типів синапсів - збуджуючих, гальмуючих і ін.) також сприяє посиленню потужності НМ. Питання про необхідні і достатні властивості мережі для вирішення того або іншого роду завдань є цілим напрямом нейрокомп'ютерної науки. Оскільки проблема синтезу сильно залежить від вирішуваної задачі, дати загальні докладні

рекомендації скрутно. В більшості випадків оптимальний варіант виходить на основі інтуїтивного підбору.

Очевидно, що процес функціонування мережі, тобто суть дій, які вона здатна виконувати, залежить від величин синаптичних зв'язків, тому, задавшись певною структурою мережі, що відповідає якому-небудь завданню, розробник мережі повинен знайти оптимальні значення всіх змінних вагових коефіцієнтів (деякі синаптичеські зв'язки можуть бути постійними).

Цей етап називається навчанням нейронної мережі, і від того, наскільки якісно він буде виконаний, залежить здатність мережі вирішувати поставлені перед нею проблеми під час експлуатації. На етапі навчання окрім параметра якості підбору часток важливу роль грає час навчання. Як правило, ці два параметри зв'язано зворотною залежністю і їх доводиться вибирати на основі компромісу.

Навчання може вестися з вчителем або без нього. У першому випадку мережі пред'являються значення як вхідних, так і бажаних вихідних сигналів, і вона по деякому внутрішньому алгоритму підстроює ваги своїх синаптичних зв'язків. У другому випадку виходи мережі формуються самостійно, а ваги змінюються по алгоритму, що враховує тільки вхідні і похідні від них сигнали.

Існує велика кількість різних алгоритмів навчання, які проте діляться на два великі класи: детерміністські і стохастичні. У першому з них підстроювання вагів є жорсткою послідовністю дій, в другому - вона проводиться на основі дій, що підкоряються деякому випадковому процесу.

Розвиваючи далі питання про можливу класифікацію НМ, важливо відзначити існування бінарних і аналогових мереж. Перші з них оперують з двійковими сигналами, і вихід кожного нейрона може набувати тільки два значення: логічний нуль ("загальмований" стан) і логічна одиниця ("збуджений" стан). До цього класу мереж відноситься перцептрон, оскільки виходи його нейронів, що формуються функцією одиничного стрибка, рівні або 0, або 1. У аналогових мережах вихідні значення нейронів здатні набувати безперервних значень, що могло б мати місце після заміни активаційної функції нейронів перцептрона на сигмоїд.

Ще одна класифікація ділить мережі на синхронних і асинхронних [42]. У першому випадку в кожен момент часу свій стан міняє лише один нейрон. У другому - стан міняється відразу у цілої групи нейронів, як правило, у всього шару.

2.3 Оцінка ефективності і ризику інвестиційних проектів в розпливчатих умовах

Одним з найважливіших показників при виборі проектів є чиста приведена вартість [9, 19, 25]. Вона виражається наступною формулою:

$$NPV = -I + \sum_{i=1}^N \frac{DV_i}{(1+r_i)^i} + \frac{C}{(1+r_{N+1})^{N+1}},$$

де I - стартовий об'єм інвестицій

N - число планових інтервалів (періодів) інвестиційного процесу, відповідних терміну життя проекту

DV_i - оборотне сальдо надходжень і платежів в i -ом періоді

r_i - ставка дисконтування, вибрана для i -го періоду з урахуванням оцінок очікуваної вартості використовуваного в проекті капіталу (наприклад, очікувана ставка по довгостроковим кредитам)

C - ліквідаційна вартість чистих активів, що склалася в ході інвестиційного процесу (зокрема залишкова вартість основних засобів на балансі підприємства).

Проте не завжди вище перелічені параметри можна точно визначити. У такому разі в роботі [22] пропонує використовувати як початкові дані трикутні нечіткі числа з функцією приналежності наступного вигляду (рисунок 2.2). Ці числа моделюють вислів наступного вигляду: "параметр A приблизно рівний і однозначно знаходиться в діапазоні $[a_{min}, a_{max}]$ ".

Отриманий опис дозволяє розробникові інвестиційного проекту взяти за початкову інформацію інтервал параметра $[a_{min}, a_{max}]$ і найбільш очікуване

значення, і тоді відповідне трикутне число $\underline{A} = (a_{\min}, \bar{a}, a_{\max})$ побудовано. Параметри $(a_{\min}, \bar{a}, a_{\max})$ називаються значущими точками трикутного нечіткого числа \underline{A} .

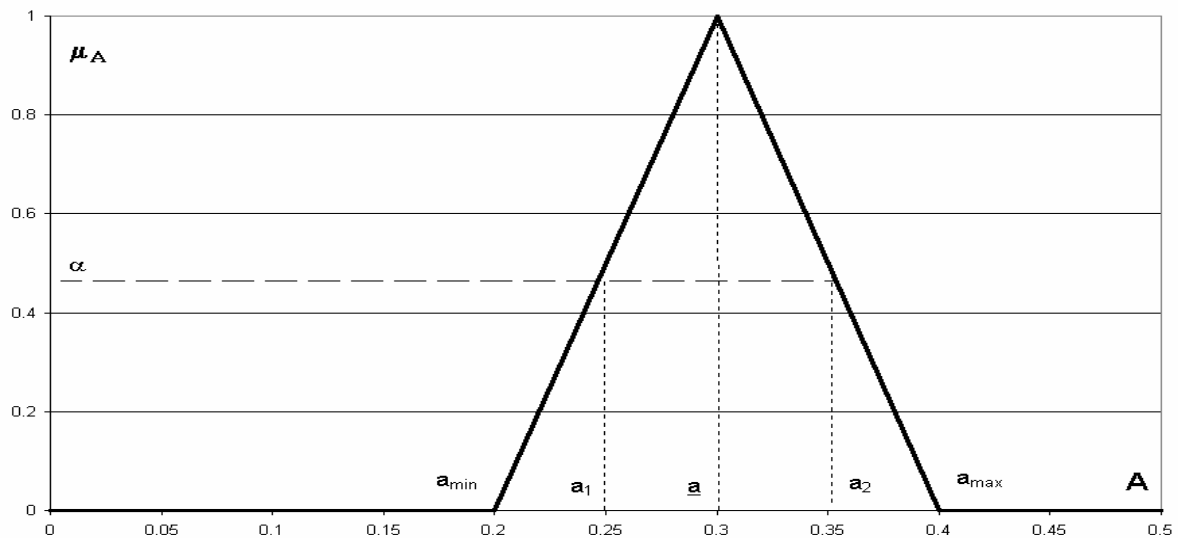


Рисунок 2.2 - Трикутне число

Набір нечітких чисел для розрахунку показника чистої приведеної вартості:

$\underline{I} = (I_{\min}, \bar{I}, I_{\max})$ - інвестор не може точно оцінити, яким об'ємом інвестиційних ресурсів він розташовуватиме на момент ухвалення рішення;

$\underline{r_i} = (r_{i \min}, \bar{r_i}, r_{i \max})$ - інвестор не може точно оцінити вартість капіталу, використовуваного в проєкті (наприклад, співвідношення власних і позикових засобів, а також відсоток по довгострокових кредитах);

$\underline{\Delta V_i} = (V_{\min}, \bar{\Delta V_i}, V_{\max})$ - інвестор прогнозує діапазон зміни грошових результатів реалізації проєкту з урахуванням можливих коливань цін на продукцію, що реалізовується, вартості споживаних ресурсів, умов оподаткування, впливу інших чинників;

$\underline{C} = (C_{\min}, \bar{C}, C_{\max})$ - інвестор нечітко уявляє собі потенційні умови майбутнього продажу бізнесу, що діє, або його ліквідації;

Далі використовуючи сегментний спосіб приводимо NPV до вигляду:

$$\begin{aligned}
[NPV_1, NPV_2] &= (-)[I_1, I_2] + \sum_{i=1}^N \left[\frac{\Delta V_{i1}}{(1+r_{i2})^i}, \frac{\Delta V_{i2}}{(1+r_{i1})^i} \right] + \left[\frac{C_1}{(1+r_{N+1,2})^{N+1}}, \frac{C_2}{(1+r_{N+1,1})^{N+1}} \right] = \\
&= \left[-I_2 + \sum_{i=1}^N \frac{\Delta V_{i1}}{(1+r_{i2})^i} + \frac{C_1}{(1+r_{N+1,2})^{N+1}}, -I_1 + \sum_{i=1}^N \frac{\Delta V_{i2}}{(1+r_{i1})^i} + \frac{C_2}{(1+r_{N+1,1})^{N+1}} \right]
\end{aligned}$$

Таким чином, будуть вибрані проекти з найбільшими значеннями чистої приведеної вартості (NPV). На рисунку 2.3 представлені функції приналежності NPV і критерійного значення G .

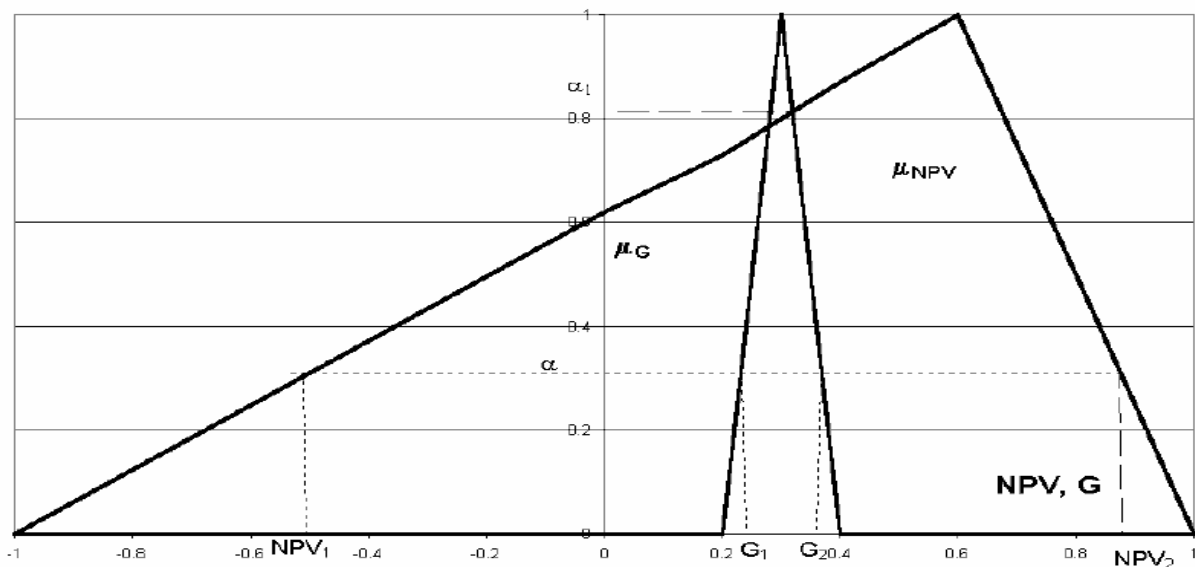


Рисунок 2.3 - Співвідношення NPV і критерію ефективності G

Точкою перетину цих двох функцій приналежності є точка з ординатою α_1 . Виберемо довільний рівень приналежності α і визначимо відповідні інтервали $[NPV_1, NPV_2]$ і $[G_1, G_2]$. При $\alpha > \alpha_1$ $NPV_1 > G_2$, інтервали не перетинаються, і упевненість в тому, що проект ефективний, становить нуль. Рівень α_1 доречно назвати верхньою межею зони ризику. При $0 \leq \alpha \leq \alpha_1$ інтервали перетинаються.

На рисунку 2.4 показана заштрихована зона неефективних інвестицій, обмежена прямими $G = G_1$, $G = G_2$, $NPV = NPV_1$, $NPV = NPV_2$ і бісектрисою координатного кута $G = NPV$.

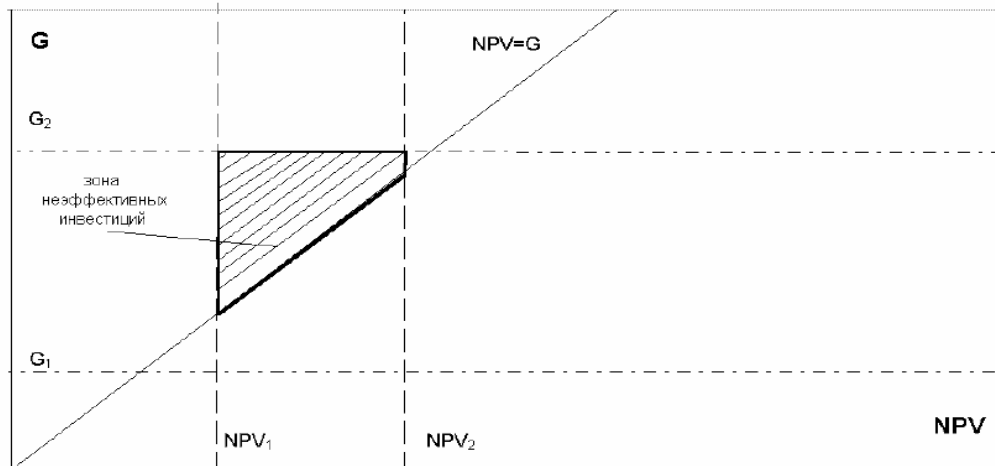


Рисунок 2.4 – Зона неефективних інвестицій

Взаємні співвідношення параметрів $G_{1,2}$ и $NPV_{1,2}$ дають наступний розрахунок для площі заштрихованої плоскої фігури:

$$S_b = \begin{cases} 0, & \text{при } NPV_1 \geq G_2 \\ \frac{(G_2 - NPV_1)^2}{2}, & \text{при } G_2 > NPV_1 \geq G_1, NPV_2 \geq G_2 \\ \frac{(G_1 - NPV_1) + (G_2 - NPV_1)}{2} \times (G_2 - G_1), & \text{при } NPV_1 < G_1, NPV_2 \geq G_2 \\ (G_2 - G_1) \times (NPV_2 - NPV_1) - \frac{(NPV_2 - G_1)^2}{2}, & \text{при } NPV_1 < G_1 \leq NPV_2, NPV_2 < G_2 \\ (G_2 - G_1) \times (NPV_2 - NPV_1), & \text{при } NPV_2 \geq G_1 \end{cases} \quad (2.5)$$

Оскільки всі реалізації (NPV, G) при заданому рівні приналежності α рівно можливі, то ступінь ризику неефективності проекту $\varphi(\alpha)$ є геометрична вірогідність події попадання точки (NPV, G) в зону неефективних інвестицій:

$$\varphi(\alpha) = \frac{S_\alpha}{(G_2 - G_1)(NPV_2 - NPV_1)}.$$

Тоді підсумкове значення ступеня ризику неефективності

проекту: $V \& M = \int_0^{\alpha_1} \varphi(\alpha) d\alpha.$

3 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ФОРМУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПОРТФЕЛЯ І ЇЇ АЛГОРИТМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

3.1 Математична постановка задачі формування портфеля інвестицій

У даній роботі розглянемо комерційне підприємство, яке займається питаннями реального інвестування. Основні задачі, які необхідно розв'язати при формуванні інвестиційного портфеля, зазначено на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 – Структура задачі розробки інвестиційного портфеля

Для вибору напрямків інвестиційній діяльності проводиться аналіз інвестиційної політики в окремих галузях за допомогою експертних оцінок. Для цього необхідно привернути експертів (фахівців) в даних галузях. Рекомендується привертати не більше 10 експертів.

При розрахунку агрегованих показників ефективності для кожного проекту визначаються: чиста приведена вартість, індекс рентабельності інвестицій, термін окупності проекту.

Для оцінки ризику на основі статистичної інформації розраховуються: стандартне відхилення чистої приведеної вартості, коефіцієнт варіації рентабельності інвестицій.

Проекти, для яких початкова інформація може бути визначена неоднозначно, суб'єктивно, пропонується примітити при оцінці ризику апарат нечітких множин.

Формування інвестиційного портфеля здійснюється на основі двох критеріїв: максимізація сумарних економічних вигод і мінімізація сумарної ризику по всіх проектах. У даній роботі оцінка економічної вигоди здійснюється на основі показників чистого приведенного доходу, індексу рентабельності і терміну окупності. Оскільки за кожним проектом ці показники можуть давати різні оцінки ефективності проекту, то пропонується використовувати агрегований показник ефективності проектів [43].

Аналогічно використовуватимемо узагальнений показник ризику, який включає: стандартне відхилення чистої приведеної вартості, коефіцієнт варіації рентабельності інвестицій.

Тоді задача формування інвестиційного портфеля можна сформулювати як задачу дискретного програмування [44]: визначити множину $X = \{x_j\}$ таку, щоб забезпечити максимізацію сумарної ефективності, мінімізацію сумарного ризику при виконанні обмежень на грошові ресурси, що виділяються.

Задача має вигляд:

$$\sum_{j=1}^N v_j \cdot x_j \rightarrow \min \quad (3.1)$$

$$\sum_{j=1}^N u_j \cdot x_j \rightarrow \max \quad (3.2)$$

$$\sum_{j=1}^N I_j \cdot x_j \leq R \quad (3.3)$$

$$x_j = \begin{cases} 0, \\ 1, \end{cases} \quad j=1,2,\dots,N \quad (3.4)$$

де x_j - булева змінна, що характеризує j -проект;

$x_j = 0$, якщо проект не вибраний;

$x_j = 1$, якщо проект вибраний;

v_j - агрегований показник ризику j -проекта (3.10);

u_j - агрегований показник ефективності j -проекта (3.8);

I_j - капіталовкладення в j проект (визначається інвестором);

R - грошові ресурси, які виділяються для реалізації інвестиційної політики;

Множині $X = \{x_j\}$ відповідають інвестиційні проекти.

3.2 Алгоритм розробки інвестиційної політики

Розглянемо алгоритм формування інвестиційної політики підприємства, в основу якого покладений алгоритм, розглянутий в роботі [5].

В результаті застосування даного алгоритму формується інвестиційний портфель, який відповідає вибраній інвестиційній політиці. Для цього в ході рішення задачі реалізується вибір найбільш перспективних для інвестування галузей, формується початкова безліч проектів, для яких здійснюється прогнозування грошових потоків, оцінка ризику і ефективності. На підставі отриманих даних особа, що формує рішення (ОФР), здійснює вибір інвестиційних проектів для реалізації. ОФР не формує інвестиційний портфель за умови суб'єктивності і невизначеності отриманої інформації. В цьому випадку розв'язується задача багатокритеріальної оптимізації (критеріями виступають максимізація чистого доходу і мінімізація ризику). В результаті розв'язання цієї

задачі формується інвестиційний портфель, який при існуючих ресурсних обмеженнях максимізував чистий дохід при мінімальних ризиках.

Загальний вид алгоритму представлений в додатку Б.

Розглянемо більш детально даний алгоритм:

1 Оцінка інвестиційної політики держави. Для оцінки інвестиційної політики держави в окремих галузях здійснюється розрахунок інтегрального показника інвестиційної привабливості галузі.

2 Вибір конкретного напрямку інвестиційної діяльності. Вибір проводиться на основі розрахованого в попередньому пункті інтегрального показника інвестиційної привабливості галузі. Вибирається галузь, якою відповідає найбільш високий інтегральний показник.

3 Формування початкової множини проектів. У вибраній галузі на підставі заявок, що поступають від підприємств, формується початкова безліч проектів. На цьому етапі збирається вся інформація про проекти, за допомогою якої будуть проведені розрахунки і прогнози на подальших етапах.

4 Прогнозування грошових потоків. Прогнозування грошових надходжень від реалізації інвестиційного проекту здійснюється на підставі нейронної мережі.

5 Оцінка ефективності проектів. Для оцінки ефективності проектів проводиться розрахунок агрегованого показника ефективності.

6 Оцінка ризику проектів. Оцінка ризику проектів здійснюється по двох різних методиках:

- оцінка ризику на основі імовірнісних оцінок;
- оцінка ризику із застосуванням нечітких множин.

7 Формування інвестиційного портфеля. Для формування інвестиційного портфеля вирішується задача багатокритеріальної оптимізації (критеріями виступають максимізація чистого доходу і мінімізація ризику).

8 Вибір проектів ОФР. Вибір інвестиційних проектів здійснюється особою, що формує рішення. Він на підставі даних, отриманих в попередніх пунктах алгоритму, формує інвестиційний портфель.

3.3 Алгоритм розрахунку інтегрального показника інвестиційної привабливості галузі

Цей розрахунок проводиться на підставі методики запропонованої в роботі [31]. На початковому етапі експерти, визначають чинники, які впливають на інвестиційну політику в різних галузях. У даній роботі розглядаються наступні чинники:

- позиція галузі відносно розвитку ділової активності;
- стан галузі на сьогоднішній момент;
- перспектива розвитку галузі.

Кожен експерт привласнює питому вагу кожному i – му критерію, а також оцінює кожен галузь по i -му критерію.

Потім k -ий експерт обчислює інтегральну оцінку інвестиційної привабливості j -ої отрасли:

$$I_j^k = \sum_{i=1}^m w_i \cdot c_i^j ,$$

де w_i - питома вага i -критерію, причому $\sum_{i=1}^m w_i = 1$;

c_i^j - оцінка j -отрасли по i -критерію;

m - кількість критеріїв.

Для реалізації узгодженості експертів результати інтегрального оцінювання усереднюються методом середнього арифметичного:

$$I_j = \frac{\sum_{k=1}^p I_j^k}{p}$$

де I_j - інтегральна оцінка інвестиційної привабливості j -отрасли;

p - кількість експертів.

Варто відзначити, що w_i і c_i^j змінюються від 0 до 1 і від 1 до 100 відповідно.

Таким чином, інтегральний показник змінюватиметься в межах від 0 до 100.

У додатку В представлено схему алгоритму даного розрахунку.

3.4 Алгоритм прогнозування грошових потоків на основі нейронної мережі

Для прогнозування грошових потоків застосовується нейронна мережа. У літературі для вирішення аналогічних задач пропонується використовувати синхронну одношарову нейронну мережу [42]. У роботі застосовуємо трьохнейронний одношаровий перцептрон, який дозволить здійснювати прогноз грошових потоків на 3 наступних періоди.

Як активаційна функція використовується сигмоїд, оскільки він є найбільш поширеною функцією з насиченням і дозволяє найточніше здійснювати прогноз.

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}.$$

Очевидно, що процес функціонування мережі залежить від величин синаптичних зв'язків, тому, задавшись певною структурою, що відповідає якомусь завданню, розробник мережі повинен знайти оптимальні значення всіх змінних вагових коефіцієнтів. Щоб набудувати вагові коефіцієнти необхідно мати статистичну інформацію. Розглядатиме нейронну мережу, яка навчатися з вчителем.

Алгоритм прогнозування грошових потоків полягатиме в наступному.

1 Задаються вхідні значення x_i , у якості котрих виступатимуть показники $CF_{t-n}, \dots, CF_{t-1}$.

2 Проініціалізувати елементи вагової матриці w_{ij} , причому $w_{ij} \in [0;1]$.

3 Подати на виході один з вхідних векторів, які мережа повинна навчитися розрізняти.

4 Обчислити $CF_j = f \left[\sum_{i=1}^n CF_i \cdot w_{ij} \right], j \in [t-n; t-1], i \in [t; t+2].$

5 Якщо вихід правильний, перейти на крок 7. Інакше обчислити різницю між ідеальним і отриманим значеннями виходу: $\delta = CF_I - CF$

6 Модифікувати ваги відповідно до формули:

$$w_{ij}(k+1) = w_{ij}(k) + \nu \cdot \delta \cdot x_i,$$

де k і $k+1$ - номери відповідно поточної і наступної ітерацій;

n - коефіцієнт швидкості навчання, $0 < n < 1$;

i - номер входу;

j - номер нейрона в шарі.

Очевидно, що якщо $CF_I > CF$ вагові коефіцієнти будуть збільшені і тим самим зменшать помилку. Інакше вони будуть зменшені, і CF теж зменшиться, наближаючись до CF_I .

Повторити цикл з кроку 3, поки мережа не перестане помилятися.

7 Розрахувати значення виходу CF_t, CF_{t+1}, CF_{t+2} .

Схема даного алгоритму представлена в додатку Г.

3.5 Алгоритм оцінки ефективності проектів

Оцінка ефективності проектів здійснюється за допомогою розрахунку показників чистої приведеної вартості, індексу рентабельності інвестицій і терміну окупності проекту. На підставі вище перелічених показників проводиться розрахунок агрегованої оцінки ефективності.

Розрахунок показників ефективності приведений у формулах (1.1) – (1.4).

Чим більше буде значення чистої поточної вартості проекту, тим більше він ефективний.

Проекти, для яких $PI > 1$ вважаються за ефективних. При $PI < 1$ проект не повинне прийматися, якщо $PI = 1$, то необхідно дивитися на інші показники.

Чим менше значення періоду окупності, тим більшою ефективністю володіє проект.

Оцінивши проекти по трьом показникам, інвестор привертає експерта, щоб визначити, на основі розрахованих показників, які з проектів є найбільш ефективними. Для цього використовується метод попарного порівняння, розглянутий в [35].

Експерт по рядках матриці, починаючи з першої, послідовно порівнює проекти a_1 з a_2, a_3, \dots, a_n ; далі a_2 з a_3, a_4, \dots, a_n і так до a_{n-1} . Порівняння проводиться по кожному розрахованому показнику окремо. У таблиці 2.1 представлена матриця порівнянь проектів по показнику чистої приведеної вартості, аналогічно проекти порівнюються по індексу рентабельності і терміну окупності інвестицій. Внаслідок чого отримуємо три матриці. Результати порівнянь Y_{ij} проставляються у відповідні клітки матриць парних порівнянь.

Таблиця 2.1 – Матриця парних порівнянь

Проекты	NPV_1	NPV_2	...	NPV_n
	Результати порівнянь			
NPV_1	y_{11}	y_{12}	...	y_{1n}
...
NPV_n	y_{n1}	y_{n2}	...	y_{nn}

Значення елементів матриці визначаються таким чином:

$y_{ij} = 1$, якщо i -проект переважно j -проекта;

$y_{ij} = 0$, якщо j -проект переважно i -проекта; (3.5)

$y_{ij} = 0,5$, якщо i -проект еквівалентний j -проекту.

Потім проекти ранжуються, для кожного матриці, по убутанню вагів, які розраховуються по формулі:

$$w_i = \sum_{j=1}^n y_{ij} \quad (3.6)$$

де w_i - вага i -проекта;

y_{ij} - результат порівняння i і j -проектів;

n - кількість проектів.

Ваги нормуються на одиницю по наступній формулі:

$$w_i' = \frac{w_i}{\sum_{k=1}^n w_k} \quad (3.7)$$

Таким чином, отримуємо для кожного проекту три нормовану вагу:

- по показнику чистої приведеної вартості (w^{NPV}_i');
- по показнику індексу рентабельності інвестицій (w^{PI}_i');
- по показнику терміну окупності (w^{PB}_i').

Розрахуємо для кожного проекту агрегований показник ефективності:

$$u_i = \frac{w^{NPV}_i' + w^{PI}_i' + w^{PB}_i'}{3} \quad (3.8)$$

Чим більше агрегований показник, тим більше ефективним є проект. Схема даного алгоритму представлена в додатку Д.

3.6 Алгоритм оцінки ризиків із застосуванням нечітких множин

Оцінку ризиків проведемо аналогічно методиці, запропонованій в роботі [22]. Для цього необхідно, щоб експерт визначив мінімально і максимально можливі значення чистої приведеної вартості, і відповідно. У цьому пункті розглядається очікуваний прибуток за реалізацію всього проекту, а не по періодах.

Визначимо середнє значення NPV :

$$\overline{NPV} = \frac{NPV_1 + NPV_2}{2}.$$

Таким чином, $NPV = \overline{NPV} \pm \Delta$, де $\Delta = \overline{NPV} - NPV_1 = NPV_2 - \overline{NPV}$.

Розрахуємо коефіцієнт стійкості:

$$\lambda = \frac{\overline{NPV}}{\Delta}.$$

Чим вище коефіцієнт стійкості, тим надійніше ухвалюване інвестиційне рішення. При $\lambda \rightarrow \infty$ розкиду даних немає, і інвестиційний проект може бути прийнятий до виконання або знехтуваний без ризику помилкового рішення. Проте в реальності інвестиційного проектування завжди існують сценарії несприятливого розвитку подій, коли $NPV_1 = \overline{NPV} - \Delta < 0$, тобто $\lambda < 1$. При цьому раціональні інвестиційні проекти припускають позитивний середньоочікуваний результат проекту, тобто виконується $\lambda > 0$.

Таким чином, ми досліджуємо ризик інвестиційного проекту при початковому допущенні про стійкість проекту в межах $0 < \lambda < 1$.

Ризик проекту RE (Risk Estimation - очікування того, що $NPV < 0$) оцінюється співвідношеннями:

$$RE = \int_0^{\alpha_1} \varphi(\alpha) d\alpha, \quad (3.9)$$

де

$$\varphi(\alpha) = \begin{cases} 0 & , \text{ при } 0 < NPV_1 \\ \frac{-NPV_1}{NPV_2 - NPV_1} & , \text{ при } NPV_1 \leq 0 \leq NPV_2, \alpha = [0, 1]. \\ 1 & , \text{ при } 0 > NPV_2 \end{cases}$$

$$NPV_1 = NPV_{min} + \alpha \times (NPV_{av} - NPV_{min}),$$

$$NPV_2 = NPV_{max} - \alpha \times (NPV_{max} - NPV_{av}),$$

$$\alpha_1 = -NPV_{min} / (NPV_{av} - NPV_{min}).$$

Позначимо

$$l = -NPV_{min}, \quad m = NPV_{av} - NPV_{min}, \quad q = NPV_{max} - NPV_{min}.$$

Тоді (3.9) набуває вигляду:

$$\begin{aligned} RE &= \int_0^{\alpha_1} \varphi(\delta) d\delta = \int_0^{\alpha_1} \frac{l - m\alpha}{q(1 - \alpha)} d\alpha = \frac{m}{q} \alpha_1 - \frac{l - m}{q} \ln(1 - \alpha_1) = \\ &= \frac{-NPV_{min}}{NPV_{max} - NPV_{min}} + \frac{NPV_{av}}{NPV_{max} - NPV_{min}} \ln \frac{NPV_{av}}{NPV_{av} - NPV_{min}}. \end{aligned}$$

З урахуванням симетричності оцінок маємо:

$$RE = \frac{\Delta - NPV_{av}}{2\Delta} + \frac{NPV_{av}}{2\Delta} \ln \frac{NPV_{av}}{\Delta} = \frac{1}{2} + \frac{\lambda}{2} (\ln \lambda - 1)$$

Це і є просте співвідношення для оцінки ризиків. На рисунку 3.2 показана залежність ступеня ризику проекту від коефіцієнта стійкості бізнес плану.

Схема даного алгоритму представлена в додатку Є.



Рисунок 3.2 - Ризик-функція

Скористаємося класифікацією ризиків, яку запропоновано у роботі [22].

Таблиця 2.2- Рівні ризику та ризик-статус проекту

Значення λ	Рівень ризику проекту	Ризик-статус проекту
0.44 – 1	<10%	Прийнятний ризик
0.25 – 0.44	10% - 20%	Прикордонний ризик
0 – 0.25	> 20%	Неприйнятний ризик

3.7 Алгоритм визначення проектного ризику на основі імовірнісних оцінок

Оцінка проектного ризику на основі імовірнісних оцінок проводиться шляхом розрахунку показників: стандартного відхилення чистої приведеної вартості, коефіцієнта варіації рентабельності інвестицій. На основі вище перелічених показників здійснюється розрахунок агрегованого показника ризику.

Для оцінки ступеня ризикованості різних варіантів капіталовкладень використовується спосіб аналізу проектного ризику на основі суб'єктивних імовірнісних оцінок походження економічних явищ [24]. В рамках цього аналізу обчислюються імовірнісні оцінки грошових потоків.

Стандартне відхилення грошових потоків:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (CF_i - ECF)^2 \cdot P_i},$$

де σ - стандартне відхилення рентабельності інвестицій, коеф.;

P_i - вірогідність походження i -го випадку, коеф.;

ECF - очікувана величина грошового потоку.

$$ECF = \sum_{i=1}^n CF_i \cdot P_i.$$

Для визначення CF_i і P_i використовуються експертні оцінки. Кожному експертові ставиться у відповідність деякий коефіцієнт, який характеризує його компетентність в даному питанні b_j . Експерти оцінюють показники рентабельності і їх значення вірогідності за кожним проектом, потім ці значення обробляються з урахуванням рівня компетентності експертів.

Тоді відповідні значення грошові потоки для P_i будуть рівні:

$$CF_i = \sum_{j=1}^m CF_{ij} \cdot b_j,$$

де b_j - коефіцієнт компетентності j -го експерта, $\sum_{j=1}^m b_j = 1$;

m - кількість експертів.

Стандартне відхилення чистої справжньої вартості розраховується по формулі.

$$\sigma_{NPV} = \sqrt{\sum_{t=0}^T \frac{\sigma_t^2}{(1+r)^{2t}}},$$

де σ_t^2 - варіація проектного грошового потоку в t - періоді.

Тепер розрахуємо коефіцієнт варіації рентабельності інвестицій:

$$CV = \frac{\sigma}{ECF}.$$

Чим більше значення коефіцієнта варіації, тим вище ризик даного проекту

Для визначення менш ризикованих проектів скористаємося методом попарного порівняння, застосовуючи його так само, як і при розрахунку показника ефективності.

Тобто, необхідно заповнити матрицю порівнянь спочатку для показника σ_{NPV} (див. таблицю 2.1 і співвідношення 3.5). Більш пріоритетним є той проект, який характеризується меншим значенням σ_{NPV} . Потім проекти ранжуються, для кожної матриці, по убутуванню вагів, які розраховуються по формулі (3.6) і проводиться нормування вагів по формулі (3.7).

Внаслідок чого отримаємо нормовані ваги проектів для показника середньоквадратичного відхилення чистої приведеної вартості ($W^{\sigma'}_i$).

Потім процедура повторюється для коефіцієнта варіації рентабельності інвестицій. В результаті отримуємо нормовані ваги проектів для цього показника ($W^{CV'}_i$).

Обчислимо агрегований показник для оцінки ризику:

$$v_i = \frac{W^{CV'}_i + W^{\sigma'}_i}{2} \quad (3.10)$$

Чим менше цей показник, тим менш ризикованим є проект.

Схема даного алгоритму представлена в додатку Е.

3.8 Алгоритм формування інвестиційного портфеля

Для формування інвестиційного портфеля системі необхідно вирішити задачу багатокритеріальної оптимізації.

Для вирішення завдання (3.1) - (3.4) необхідно звести її до однокритеріальної. Експерт приписує критеріям кількісні ваги і менш важливий зводить до обмеження. Залежно від вибраного критерію завдання має 2 варіанти розвитку.

1 Пріоритетним критерієм є максимізація сумарної ефективності. Експерт визначає максимальний рівень ризику L . Критерій (3.1) зводиться до обмеження:

$$\sum_{j=1}^N v_j \cdot x_j \leq L \quad (3.11)$$

2 Пріоритетним критерієм є мінімізація ризику. Експерт визначається мінімально допустимий рівень прибутку K . Критерій (3.2) зводиться до обмеження:

$$\sum_{j=1}^N u_j \cdot x_j \geq K \quad (3.12)$$

Дану задачу вирішуватимемо «булевым методом» Фора і Мальгранжа [44]. Метод складається з двох етапів: пошуку початкового плану і його поліпшення.

Згідно цьому методу, початкове завдання повинне мати стандартний вигляд як в першому варіанті. Тому в другому варіанті помножимо цільову функцію (3.1) і обмеження (3.12) на -1 і отримаємо:

$$-\sum_{j=1}^N v_j \cdot x_j \rightarrow \max \quad (3.33)$$

$$-\sum_{j=1}^N u_j \cdot x_j \leq -K \quad (3.34)$$

Алгоритм формування інвестиційного портфеля

1 Всі коефіцієнти при змінній x_j мають бути більше 0, інакше проводиться

заміна змінною x_j на $\bar{x}_j = 1 - x_j$.

2 Коефіцієнти цільової функції розташовуються в порядку убуття їх величин.

3 Розглядається максимальний коефіцієнт цільової функції і змінній x_j , надається значення 1 (або, що рівно сильно змінною \bar{x}_j надається значення 0).

Після цього \bar{x}_j виключається з обмежень, а з їх правих частин віднімається значення відповідних коефіцієнтів. Операція проробляється для всіх $j=1,2,..,N$.

4 Якщо на k -кроці обмеження порушуються як при $x_k=1$, так і при $\bar{x}_k=1$, то переглядається попередній вибір, якщо він вже був переглянутий, то завдання нерозв'язне, інакше $k=k+1$ і до кроку 5.

5 Якщо $k=n$, то сформований деякий план x^0 , інакше до кроку 3.

6 Поліпшимо значення $f(x)$, для цього введемо нове обмеження

$$f(x) \geq f(x^0) + 1 \quad (3.13)$$

Таким чином, пошук поліпшеного плану зводиться до пошуку довільного плану того, що задовольняє обмеженням (3.3), (3.13), (3.12) або (3.11). Для цього «простежують» раніше зроблені вибори x_j , починаючи з останнього, і намагаються знайти поліпшений план, вважаючи $\overline{x_j}=1$. Якщо добитися поліпшення плану x^0 не вдається, то до кроку 8 інакше до кроку 7.

7 Знайдено поліпшений план x^1 , до початкових обмежень додається умова $f(x) \geq f(x^1) + 1$ і повторюється поліпшення плану, описане в кроці 6.

8 Отримано x^0 - оптимальний план.

Схема даного алгоритму представлена в додатку Ж.

4 СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПОРТФЕЛЯ

4.1 Системи підтримки прийняття рішень і їх характеристики

Завдання розробки інвестиційної політики є слабоструктурованим. Тому в рамках її рішення необхідно розробити систему підтримки прийняття рішень, яка буде заснована на розробленому алгоритмі (п. 3.2).

Сучасні системи підтримки прийняття рішеннями (СППР), що виникли як природний розвиток і продовження управлінських інформаційних систем і систем управління базами даних, є системи, максимально пристосовані до вирішення завдань повсякденної управлінської діяльності, є інструментом, покликаним надати допомогу особам, що приймають рішення (ОПР). За допомогою СППР можуть вирішуватися неструктуровані і слабоструктуровані багатокритеріальні задачі.

СППР, як правило, є результатом мультидисциплінарного дослідження, що включає теорії баз даних, штучного інтелекту, інтерактивних комп'ютерних систем, методів імітаційного моделювання.

У літературі зустрічаються наступні визначення СППР:

1 СППР - сукупність процедур по обробці даних і думок, що допомагають керівникові в ухваленні рішень, заснована на використанні моделей [45].

2 СППР - це інтерактивні автоматизовані системи, що допомагають особі, що приймає рішення, використовувати дані і моделі для вирішення слабоструктурізованих проблем [46].

3 СППР - це система, яка забезпечує користувачам доступ до даних і/або моделей, так що вони можуть ухвалювати кращі рішення [47].

Таким чином, СППР - це інтерактивна автоматизована система, яка допомагає користувачеві (ЛПР) використовувати дані і моделі для ідентифікації і вирішення задач і ухвалення рішень [47, 48]. Система повинна володіти можливістю працювати з інтерактивними запитам з достатньо простою для вивчення мовою запитів.

СППР володіє наступними чотирма основними характеристиками [46]:

- 1) СППР використовує і дані, і моделі;
- 2) СППР призначені для допомоги менеджерам в ухваленні рішень для слабоструктурованих і неструктурованих завдань;
- 3) вони підтримують, а не замінюють, вироблення рішень менеджерами;
- 4) мета СППР - поліпшення ефективності рішень.

Основні характеристики СППР:

1 Інтерактивність СППР. Означає, що система відгукується на різного роду дії, якими людина має намір вплинути на обчислювальний процес, зокрема в діалоговому режимі. Людина і система обмінюються інформацією в темпі, який порівнянний з темпом обробки інформації людиною. Проте, практика показує, що дуже багато керівників бажають і уміють вести прямий діалог з комп'ютером. Багато хто з них розуміє перевагу взаємодії з системою через посередника або в режимі непрямого доступу, коли можлива пакетна обробка інформації. Разом з тим властивість інтерактивності необхідна для дослідження нових проблем і ситуацій, під час адаптивного проектування прикладних СППР.

2 Інтегрованість СППР. Забезпечує сумісність складених систем щодо управління даними і засобами спілкування з користувачами в процесі підтримки ухвалення рішень.

3 Потужність СППР. Означає здатність системи відповідати на найважливіші питання.

4 Доступність СППР. Це здатність забезпечувати видачу відповідей на запити користувача в потрібній формі і в необхідний час.

5 Гнучкість СППР. Характеризує можливість системи адаптуватися до змін потреб і ситуацій.

6 Надійність СППР. Означає здатність системи виконувати потрібні функції впродовж заданого періоду часу

7 Робастність (robustness) СППР. Це ступінь здатності системи відновлюватися у разі виникнення помилкових ситуацій як зовнішнього, так і внутрішнього походження. Наприклад, в робастній системі допускаються помилки у вхідній інформації або несправності апаратних засобів. Хоча між надійністю і

робастністю може існувати певний зв'язок, ці дві характеристики системи різні: система, яка ніколи не поновлюватиметься у разі настання помилкових ситуацій, може бути надійною, не будучи робастною, а система з високим рівнем робастності, яка може відновлюватися і продовжувати роботу в багатьох помилкових ситуаціях, може бути разом з тим віднесена до ненадійних, оскільки вона не здатна заздалегідь, виконати необхідні службові процедури при пошкодженнях

8 Керованість СППР. Означає, що користувач може контролювати дії системи, втручаючись в хід рішення задачі.

4.2 Структура системи підтримки прийняття інвестиційних рішень

В рамках даної роботи була спроектована система підтримки прийняття рішень, структура якої представлена на рисунку 4.1 [49, 50]. Вона включає візуальні компоненти, які реалізують призначений для користувача інтерфейс і дозволяють звертатися до математичної частини.

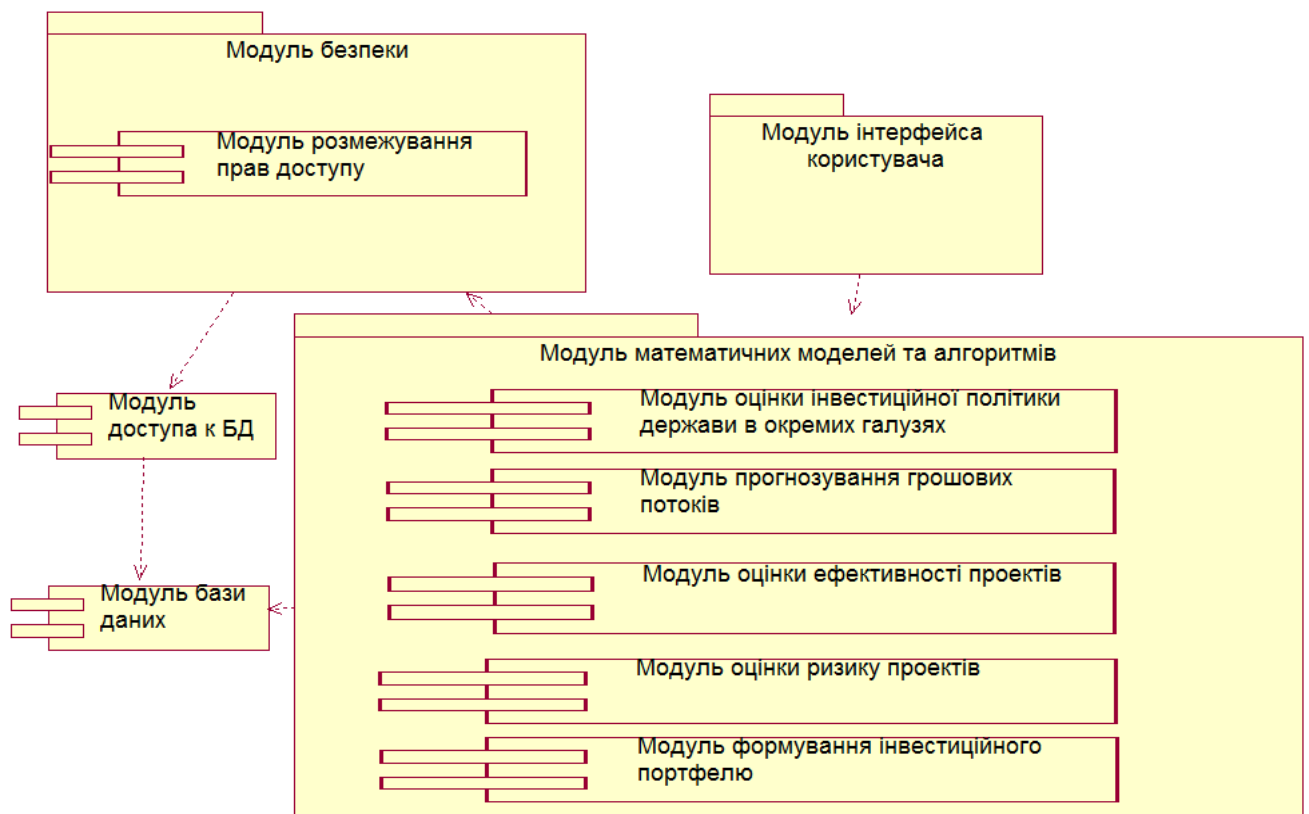


Рисунок 4.1 - Структура СППР для розробки інвестиційної політики

В рамках математичної частини реалізуються наступні модулі:

- модуль оцінки інвестиційної політики держави в окремих галузях;
- модуль прогнозування;
- модуль оцінки ефективності проектів;
- модуль оцінки ризику проектів;
- модуль формування інвестиційного портфеля.

Реалізація оцінки інвестиційної політики держави дозволяє визначити найпривабливіші з погляду інвестування галузі. Він здійснюється на основі розрахунку інтегрального показника інвестиційної привабливості галузі.

Модуль прогнозування включає прогнозування грошових потоків майбутніх періодів. Прогнозування здійснюється за допомогою двошарового перцептрона. Для здійснення прогнозів необхідно натренувати мережу, використовуючи статистичну інформацію.

Наступний модуль включає розрахунок основних показників ефективності: чиста приведена вартість, індекс рентабельності інвестицій, термін окупності проекту. На основі перерахованих показників СППР визначає агрегований показник ефективності для проектів.

Модуль оцінки ризику дозволяє визначити імовірнісну оцінку проектного ризику, оцінку ризику із застосуванням нечітких множин. На основі розрахованих показників здійснюється побудова ризик-функції і визначення ризик-статуса проекту.

Модуль формування інвестиційного портфеля відрізняється від вище перелічених модулів тим, що він є активним. В рамках цього модуля СППР на основі існуючих даних самостійно формує інвестиційний портфель. Вибір проектів здійснюється на підставі рішення задачі багатокритерійної оптимізації.

СППР отримує необхідну для розрахунків і прогнозів інформацію з бази даних.

Безпека доступу до даних забезпечує за допомогою модуля розмежування прав доступу. Виділено три основні ролі: експерт, ОПР, ОФР. При реєстрації

користувач отримує певний набір має рацію, відповідний ролі користувача. Можливості кожного користувача відображені на діаграмі варіантів використання (див. Додаток К).

Таким чином, за допомогою розробленої СППР особа, що формує рішення, має можливість розраховувати основні проектні показники, прогнозувати прибуток, внаслідок чого ухвалюються управлінські рішення про реалізацію проектів. Тобто, СППР допомагає оцінити наслідки схвалюваних рішень для ефективної інвестиційної діяльності підприємства. Разом з цим система має можливість також самостійно формувати інвестиційний портфель.

4.3 Інформаційне забезпечення СППР

Для роботи з даними створена база даних. У якості СУБД використовується Access 2000, як проста у використанні і надійна система управління базами даних. Модель даних була реалізована за допомогою CASE засобу ERwin 4.0.БД містить інформацію про проекти, про підприємства, що інвестуються, про експертів.

Після проведення аналізу наочної області завдання дослідження, за допомогою CASE засобу ERwin була розроблена логічна модель даних, яка представлена на рисунку 4.2.

Таким чином, використовується дванадцять сутностей:

- Проект: містить інформацію про назву проекту, індекс рентабельності, термін окупності, суму початкових інвестицій;
- Експерти: містить інформацію про компетентність кожного експерта, про спеціальність, місце роботи;
- у сутності Вірогідність зберігається інформація про вірогідність певних ситуацій;
- у сутності Період зберігаються дані про терміни періоду, про дисконтні ставки;
- у сутності Підприємство зберігаються дані про підприємство;
- сутність Проект_експерти містить дані про грошові потоки;
- сутність Критерій відображає критерії, по яких здійснюється вибір проектів;

– сутність Галузь містить найменування галузей, в які підприємство має намір інвестувати грошові кошти;

– сутність Отрасль_критерій містить дані про питому вагу кожної галузі по кожному критерію;

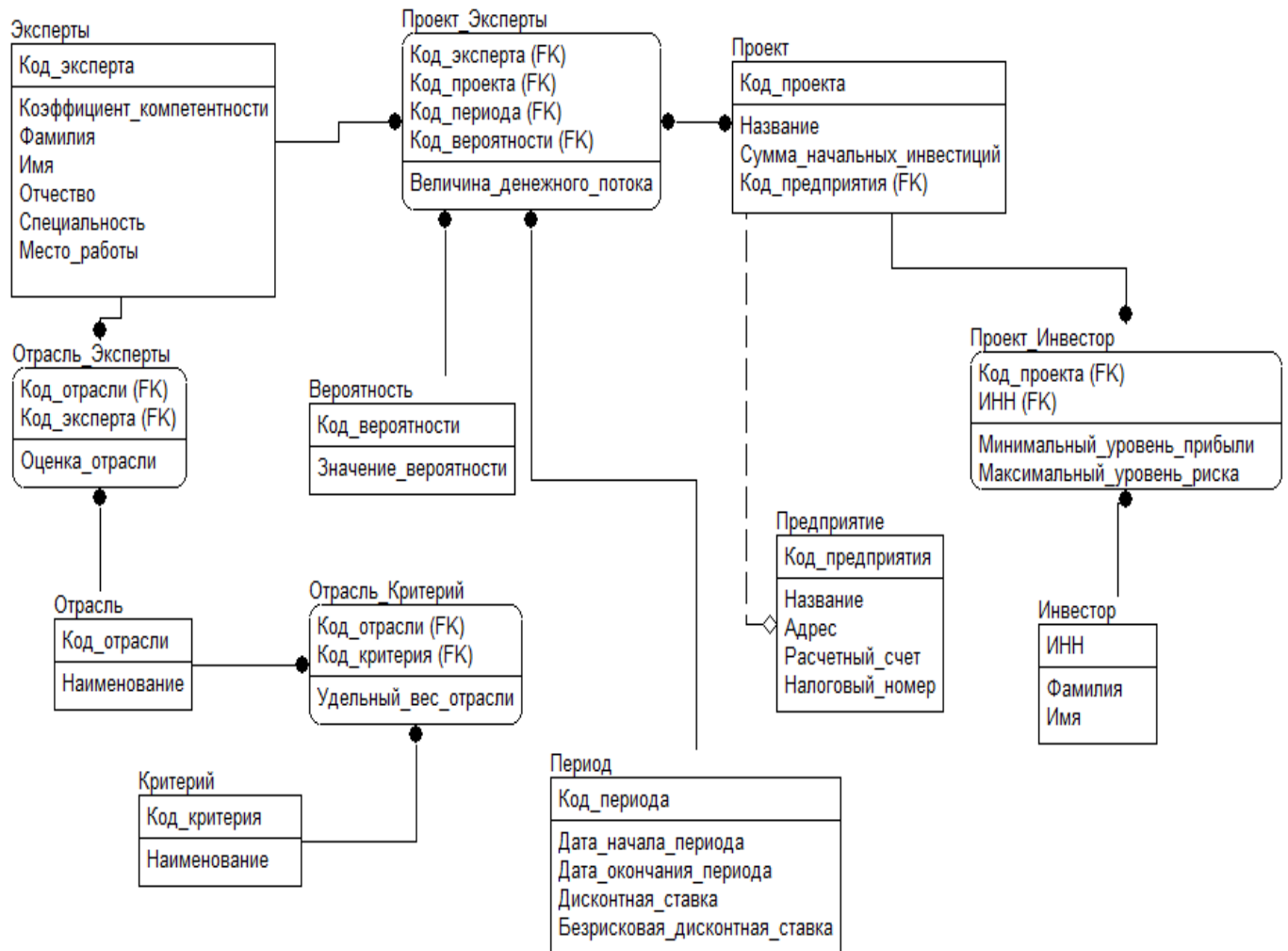


Рисунок 4.2 - Логічна модель даних

– сутність Отрасль_критерій містить дані про питому вагу кожної галузі по кожному критерію;

– сутність Отрасль_експерти містить дані про оцінки експертів по кожній галузі;

– сутність Инвестор містить дані про інвестора;

– сутність Проект_інвестор містить дані про максимально можливий рівень ризику і мінімально можливий рівень прибутку.

4.4 Опис програмного забезпечення СППР

На основі алгоритмічного забезпечення в інтегрованому середовищі visual studio 2008 було розроблено програмне забезпечення для формування інвестиційного портфеля підприємства. Розглянемо роботу користувача з програмним комплексом.

Дана програма припускає виділення 3-х типів користувачів, кожен з яких володіє різними правами доступу до інформації: адміністратор (ОФР), експерт, інвестор (ОПР). У кожного з них є свій «Login» і «Password».

Пункти основного меню розрізняються залежно від рівня доступу користувача. На рисунках 4.3 - 4.5 зображені форми меню для різних типів користувачів.

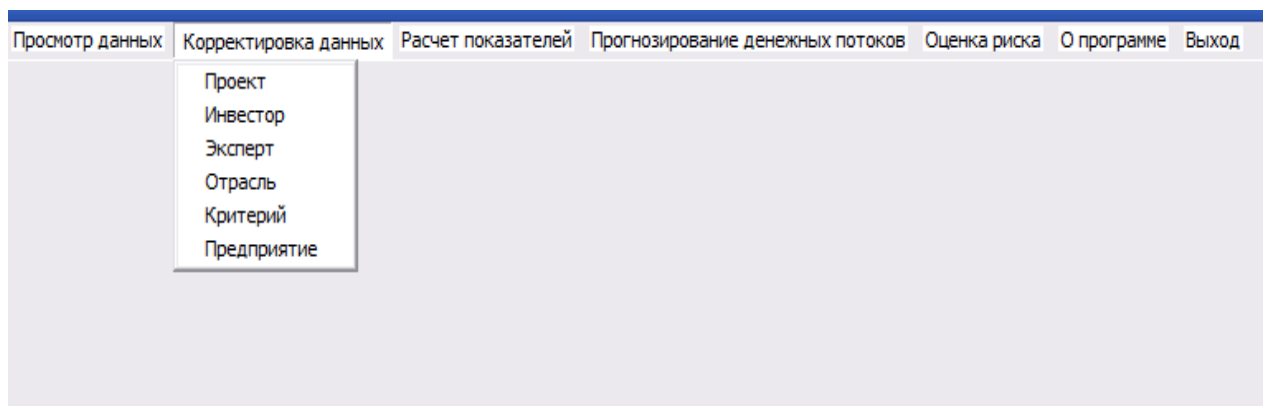


Рисунок 4.3 – Основне меню для адміністратора

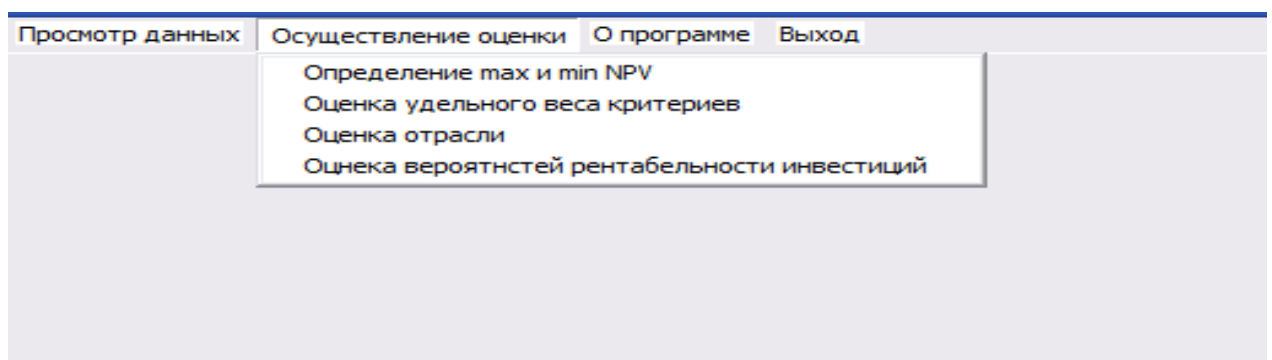


Рисунок 4.4 – Основне меню для експерта

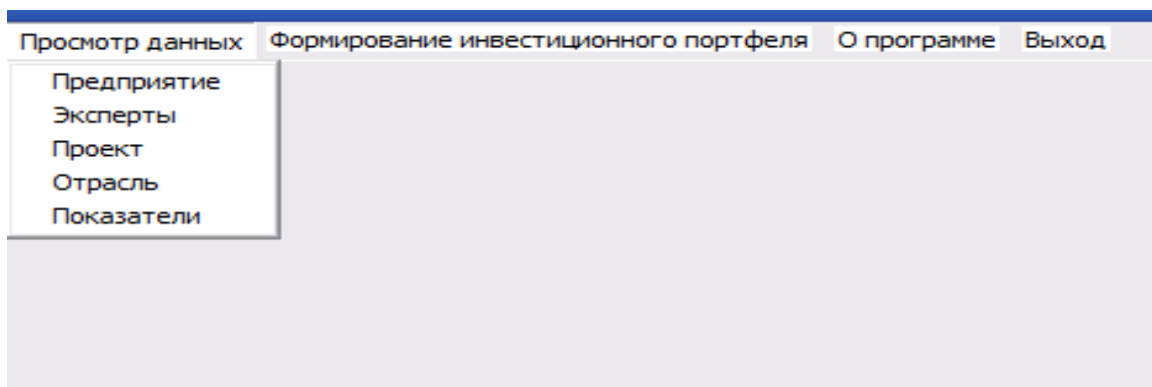


Рисунок 4.5 – Основне меню для інвестора

У пункті меню «Просмотр данных» користувачі можуть проглянути інформацію, яка зберігається в БД, а інвестор може ознайомитися з показниками, які були розраховані особою, що формує рішення.

Пункт меню «Корректировка данных» дозволяє вносити зміни в БД і додавати нові дані.

У пунктах меню «Расчет показателей», «Прогнозирование денежных потоков» і «Оценка риска» проводиться розрахунок і прогнозування основних показників інвестиційних проектів. Приклад підпункту меню «Расчет интегральной оценки инвестиционной привлекательности отрасли» представлено на рисунку 4.6.

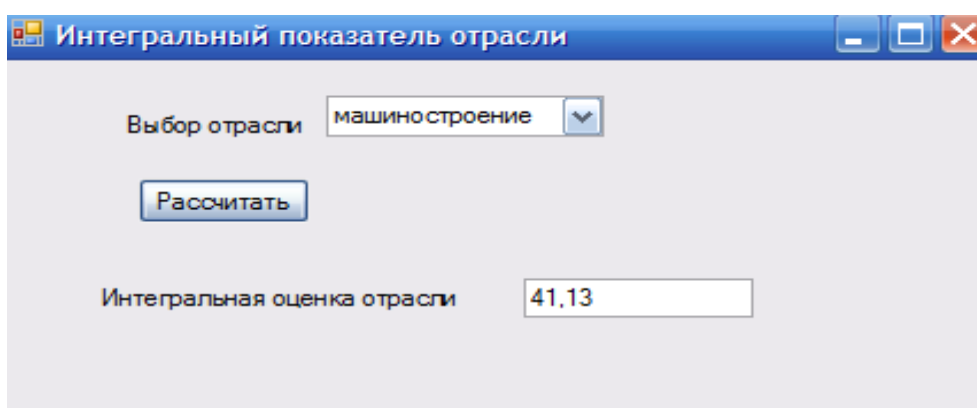


Рисунок 4.6 – Форма розрахунку інтегральної оцінки інвестиційної привабливості галузі

Приклад підпункту «Оценка риска с применением нечетких множеств», де розраховується ризик проекту та виконується побудова ризик-функції, зображений на рисунку 4.7.

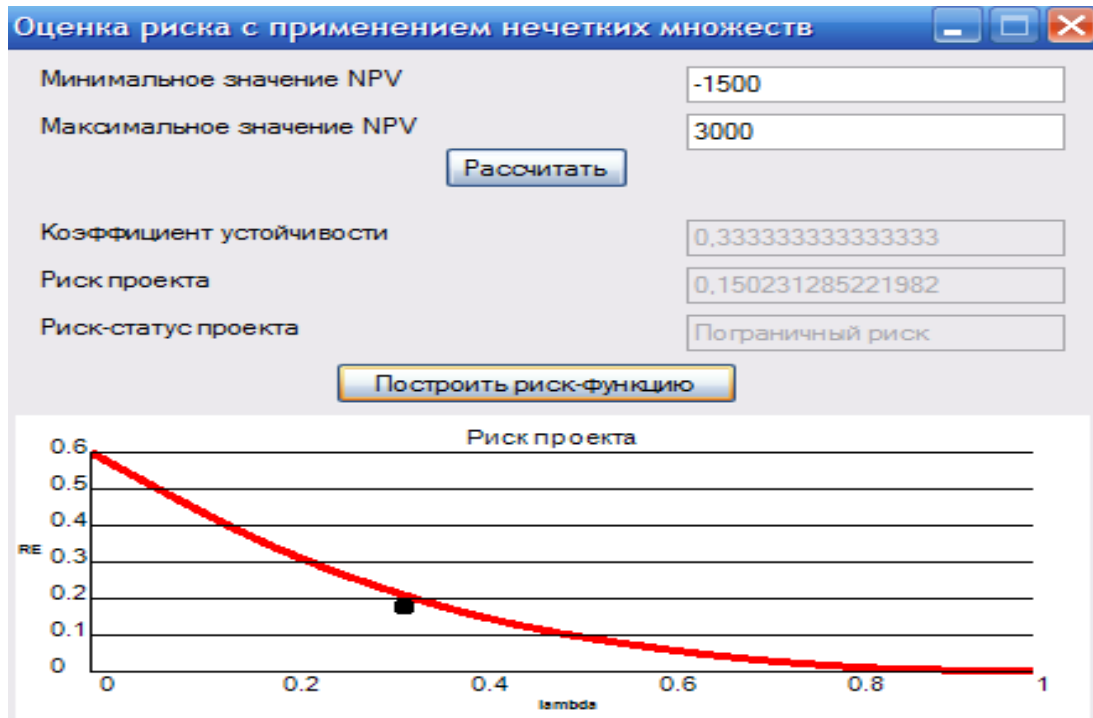


Рисунок 4.7 – Форма розрахунку ризику з використанням нечітких множин

Згодом інвестор може ознайомитися з отриманими даними за допомогою підпункту меню «Показатели». Відповідну форму представлено на рисунку 4.8.

Проект 1

Интегральная оценка инвестиционной привлекательности отрасли: 65

Прогнозирование денежных потоков

t-период, тыс грн: 56

t+1-период, тыс грн: 54

t+2-период, тыс грн: 60

Показатели эффективности

Чистая приведенная стоимость, тыс грн: 131

Срок окупаемости инвестиций, мес: 14

Индекс рентабельности инвестиций, коэф.: 9

Агрегированный показатель эффективности, коэф.: 1.12

Показатели риска

Стандартное отклонение чистой приведенной стоимости, коэф.: 9.7

Коэффициент вариации рентабельности инвестиций, коэф.: 0.3

Агрегированный показатель риска, коэф.: 0.75

Риск-статус проекта: Приемлемый риск

Построить риск-функцию

Рисунок 4.8 – Відображення інформації про показники проекту

Пункт меню «Осуществление оценки» дозволяє експертам визначати і оцінювати різні показники з подальшим занесенням їх в БД. Потім ці оцінки використовуються для розрахунків основних показників проектів.

Пункт меню «Формирование инвестиционного портфеля» дозволяє здійснити вибір проектів на підставі розрахованих показників. Відповідна форма представлена на рисунку 4.9.

Выбор приоритетного критерия

☒ Максимизация суммарной эффективности

☐ Минимизация суммарного риска

Минимальный уровень прибыли, коэф

Максимальный уровень риска, коэф

Рисунок 4.9 – Відображення форми «Формирование инвестиционного портфеля»

Після натиснення на кнопку «Сформировать портфель» у вікні з'являється список прийнятих проектів.

4.5 Контрольний приклад і аналіз результатів

Для перевірки працездатності алгоритмічного та програмного забезпечення було розроблено та розраховано контрольний приклад.

Розглянемо 4 проекти, вони представляють наступні галузі:

- перший проект: машинобудування;
- другий та третій проект: ІТ-технології;
- четвертий проект: будівництво.

Розглянемо ситуацію, при якій оцінку галузей проводитимуть 3 експерти. Оцінка здійснюється по наступних критеріях:

- 1) стан галузі на сьогоднішній момент;
- 2) перспектива розвитку галузі;
- 3) позиція галузі відносно розвитку ділової активності.

Кожен експерт привласнює питому вагу кожному критерію, інформація про це представлена в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Привласнення питомої ваги критеріям галузей

№ Експерта № Критерія	1	2	3
1	0,11	0,4	0,49
2	0,15	0,55	0,3
3	0,2	0,3	0,5

Потім кожен експерт оцінює кожен галузь по вище перелічених критеріях. Результати оцінювання для 1-3 галузей представлені відповідно в таблицях 4.2- 4.4

Таблиця 4.2 – Оцінювання експертами галузі машинобудування.

№ Експерта № Критерія	1	2	3
1	10	40	45
2	20	65	50
3	30	35	40

Таблиця 4.3 – Оцінювання експертами галузі ІТ-технологій.

№ Експерта № Критерія	1	2	3
1	50	65	63
2	95	80	78
3	45	54	60

Таблиця 4.4 – Оцінювання експертами галузі будівництва.

№ Експерта № Критерія	1	2	3
1	75	66	60
2	80	85	75
3	63	35	48

Результати інтегрального оцінювання інвестиційної привабливості галузі наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Оцінювання експертами галузі

Галузь	Інтегральна оцінка
Машинобудування	41,13
ІТ-технології	68,81
Будівництво	64,13

З отриманих результатів можна зробити висновок, що найпривабливішою з погляду інвестування є галузь ІТ-технологій. Вона більш перспективна ніж галузі машинобудування і будівництва з погляду оцінюваних критеріїв.

Таким чином, при формуванні інвестиційного портфеля рекомендується складати початкову безліч проектів з галузей, інтегральна оцінка яких буде найбільшій. В даному випадку подальша робота проводитиметься з галуззю ІТ-технологій.

Для наочності прикладу візьмемо тільки чотири проекти з вибраної галузі. З цього набору згодом буде сформований інвестиційний портфель.

Наступним кроком є прогнозування грошових потоків майбутніх періодів. У якості початкових даних використовуються грошові потоки минулих періодів. Початкові дані представлені в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Початкові дані для прогнозування грошових потоків

№ Проекта	CF_{t-5}	CF_{t-4}	CF_{t-3}	CF_{t-2}	CF_{t-1}
1	10	8	9,5	11	11,3
2	12	12,1	11,6	11	11,1
3	6,3	7,9	9	10,5	11
4	8,6	10	9,5	9,7	9

На підставі початкових даних нейронна мережа здійснює прогноз, результати якого представлено в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Результати прогнозування грошових потоків

№ Проекта	CF_t	CF_{t+1}	CF_{t+2}
1	10	8	9,5
2	12	12,1	11,6
3	6,3	7,9	9
4	8,6	10	9,5

Таким чином, позитивна тенденція помітна у проектів №1, №3. Це необхідно буде врахувати при формуванні інвестиційного портфеля.

Після того, як прогнозування грошових потоків майбутніх періодів здійснено, необхідно оцінити ефективність і ризик інвестиційних проектів. Для оцінки ефективності інвестиційних проектів розраховуються показник чистої наведеної вартості, індекс рентабельності інвестицій і строк окупності проектів.

Вихідні дані для розрахунку перерахованих показників представлені в таблицях 4.8 - 4.11.

Будемо вважати, що всі проекти реалізуються протягом двох періодів плюс передпроектний.

Таблиця 4.8 – Вихідні дані для проекту №1

№ періоду	CF_{rf} , тис. Г. О.	r_f , %	I , тис. Г. О.
0	10	1	50
1	25	1.5	
2	17	2	

Таблиця 4.9 – Вихідні дані для проекту №2

№ періоду	CF_{rf} , тис. Г. О.	r_f , %	I , тис. Г. О.
0	15	3	55
1	20	2	
2	28	2.5	

Таблиця 4.10 – Вихідні дані для проекту №3

№ періоду	CF_{rf} , тис. Г. о.	r_f , %	I , тис. Г. о.
0	25	2,5	54
1	15	1,7	
2	18	2,3	

Таблиця 4.11 – Вихідні дані для проекту №4

№ періоду	CF_{rf} , тис. Г. о.	r_f , %	I , тис. Г. о.
0	19	1,8	49
1	23	1,6	
2	14	2,7	

На підставі вихідних даних був здійснений розрахунок показників і були отримані наступні результати.

Проект №1: $NPV = 1,2$ тис. буд. е., $PI = 1,022$, $PB = 1,9$ року.

Проект №2: $NPV = 6,09$ тис. буд. е., $PI = 1,114$, $PB = 1,7$ року.

Проект №3: $NPV = 2,89$ тис. буд. е., $PI = 1,054$, $PB = 1,8$ року.

Проект №4: $NPV = 5,97$ тис. буд. е., $PI = 1,122$, $PB = 1,5$ року.

На підставі отриманих результатів не можна однозначно сказати, який із проектів є найбільш ефективним. Наприклад, у проекту №2 найвище значення чистої наведеної вартості, а в проекту №4 найменший строк окупності.

Використовуючи метод попарного порівняння, експерти визначають, який із проектів є найбільш ефективним, і розраховують агреговані показники ефективності для кожного проекту. Агрегований показник ефективності дозволить одержати узагальнену оцінку проекту по всіх розрахованих показниках.

У результаті розрахунків було отримано наступні результати.

Проект №1: агрегована оцінка ефективності склала 0,06.

Проект №2: агрегована оцінка ефективності склала 0,35.

Проект №3: агрегована оцінка ефективності склала 0,19.

Проект №4: агрегована оцінка ефективності склала 0,4.

Таким чином, на даному етапі формування інвестиційного портфеля була визначена пріоритетність проектів з погляду ефективності. Найбільш ефективним є проект №4, потім проект №2, проект №3 і найменш ефективним є проект №1.

Наступним етапом у формуванні інвестиційної політики є оцінка ризику інвестиційних проектів. Варто відзначити, що залежно від виду наявної інформації, ризик може оцінюватися по різних методиках. У рамках розробленої СППР оцінка ризику провадиться по двох методиках: із застосуванням нечітких множин і на підставі імовірнісних оцінок.

Тепер оцінимо ризик проектів, використовуючи нечіткі множини. Експерт визначає мінімальне й максимальне значення чистої наведеної вартості. На підставі чого розроблена система визначає коефіцієнт стабільності, ризик проекту й ризик-статус проекту, а також виконує побудову ризик-функції.

У якості вихідних даних експерт визначила значення чистої наведеної вартості, представлені в таблиці 4.12.

Таблиця 4.12 - Результати оцінки експертів

№ Проекту	NPV_{\min} , тис. Г. о.	NPV_{\max} , тис. Г. о.
1	-1,5	3
2	-5	12
3	-1	4
4	-1	10

У результаті застосування програмного забезпечення було отримано наступні результати.

Проект №1:

- коефіцієнт стабільності 0,33;
- ризик проекту 14%;
- ризик-статус проекту - прикордонний.

Проект №2:

- коефіцієнт стабільності 0,41;
- ризик проекту 12%;

– ризик-статус проекту - прикордонний.

Проект №3:

– коефіцієнт стабільності 0,6;

– ризик проекту 4,7%;

– ризик-статус проекту - прийнятний.

Проект №4:

– коефіцієнт стабільності 0,82;

– ризик проекту 0,9%;

– ризик-статус проекту - прийнятний.

Таким чином, можна зробити висновок про те, що проект №3 і проект №4 є не ризикованими. І при їхній реалізації ймовірність грошових втрат невелика. Що ж стосується проектів №1 і №2, те їхній ризик-статус є прикордонним. Тобто, при їхній реалізації підприємство може зазнати збитків.

Для подальшого оцінювання ризику проектів будемо використати статистичну інформацію, і визначимо агрегований показник ризику проектів.

Для оцінки проектного ризику необхідно розрахувати показники стандартного відхилення чистої наведеної вартості й коефіцієнт варіації грошових потоків.

Для оцінки ситуацій залучається 3 експерта. Інтервал інвестування для всіх проектів складе 2 періоди плюс передпроектний період.

Процентна ставка для кожного періоду для проекту №1 складе відповідно $r_0=15\%$, $r_1=14\%$, $r_2=13\%$.

Значення грошових потоків, що характеризують кожний період для проекту №1 наведені в таблицях 4.13 - 4.15.

Таблиця 4.13 - Дані про грошові потоки при $t=0$

	$b_1=0,4$	$b_2=0,25$	$b_3=0,35$
$p_1=0,4$	30	25	40
$p_2=0,25$	50	30	45

$p_3=0,35$	40	27	43
------------	----	----	----

Таблиця 4.14 - Дані про грошові потоки при $t=1$

	$b_1=0,4$	$b_2=0,25$	$b_3=0,35$
$p_1=0,5$	50	35	40
$p_2=0,4$	60	45	55
$p_3=0,1$	70	65	60

Таблиця 4.15 - Дані про грошові потоки при $t=2$

	$b_1=0,4$	$b_2=0,25$	$b_3=0,35$
$p_1=0,33$	30	30	22
$p_2=0,45$	20	25	20
$p_3=0,22$	25	50	30

Для проекту №2 процентна ставка для кожного періоду складе $r_0=12\%$, $r_1=13,5\%$, $r_2=11\%$. Значення грошових потоків, що характеризують кожний період для проекту №2 наведені в таблицях 4.16-4.18.

Таблиця 4.16 - Дані про грошові потоки при $t=0$

	$b_1=0,4$	$b_2=0,25$	$b_3=0,35$
$p_1=0,35$	29	37	55
$p_2=0,4$	68	44	30
$p_3=0,25$	35	20	45

Таблиця 4.17 - Дані про грошові потоки при $t=1$

	$b_1=0,4$	$b_2=0,25$	$b_3=0,35$
--	-----------	------------	------------

$p_1=0,53$	25	30	34
$p_2=0,23$	59	65	60
$p_3=0,24$	64	58	49

Таблиця 4.18 - Дані про грошові потоки при $t=2$

	$b_1=0,4$	$b_2=0,25$	$b_3=0,35$
$p_1=0,39$	35	45	41
$p_2=0,21$	66	58	60
$p_3=0,4$	45	48	50

Для проекту №3 процентна ставка для кожного періоду складе $r_0=10\%$, $r_1=13\%$, $r_2=15\%$. Значення грошових потоків, що характеризують кожний період для проекту №3 наведені в таблицях 4.19-4.21.

Таблиця 4.19 - Дані про грошові потоки при $t=0$

	$b_1=0,4$	$b_2=0,25$	$b_3=0,35$
$p_1=0,15$	75	70	60
$p_2=0,3$	63	65	60
$p_3=0,55$	45	40	47

Таблиця 4.20 - Дані про грошові потоки при $t=1$

	$b_1=0,4$	$b_2=0,25$	$b_3=0,35$
$p_1=0,25$	35	41	37
$p_2=0,33$	45	42	50
$p_3=0,42$	47	52	55

Таблиця 4.21 - Дані про грошові потоки при $t=2$

	$b_1=0,4$	$b_2=0,25$	$b_3=0,35$
$p_1=0,35$	63	60	58

$p_2=0,24$	45	55	50
$p_3=0,41$	57	51	54

Для проекту №4 процентна ставка для кожного періоду складе $r_0=9\%$, $r_1=12\%$, $r_2=11\%$. Значення грошових потоків наведено в таблицях 4.22-4.24.

Таблиця 4.22 - Дані про грошові потоки при $t=0$

	$b_1=0,4$	$b_2=0,25$	$b_3=0,35$
$p_1=0,51$	46	58	64
$p_2=0,2$	55	50	58
$p_3=0,29$	34	44	46

Таблиця 4.23 - Дані про грошові потоки при $t=1$

	$b_1=0,4$	$b_2=0,25$	$b_3=0,35$
$p_1=0,36$	89	78	85
$p_2=0,27$	75	67	65
$p_3=0,37$	46	51	49

Таблиця 4.24 - Дані про грошові потоки при $t=2$

	$b_1=0,4$	$b_2=0,25$	$b_3=0,35$
$p_1=0,46$	59	60	68
$p_2=0,35$	44	38	50
$p_3=0,19$	65	60	53

У результаті застосування програмного забезпечення були отримані наступні показники:

- проект №1 $\sigma_{NPV} = 8,74$, $CV = 0,15$;
- проект №2 $\sigma_{NPV} = 15,73$, $CV = 0,22$;
- проект №3 $\sigma_{NPV} = 11,7$, $CV = 0,13$;
- проект №4 $\sigma_{NPV} = 16,84$, $CV = 0,17$.

Відомо, що чим менше розраховані коефіцієнти, тим менш ризикованим вважається проект. Але однозначно визначити, який із проектів є менш ризикованим неможливо, оскільки розраховані показники вступають один з одним у протиріччя. Наприклад, у проекту №2 стандартне відхилення менше, ніж у проекту №4, виходить, він є менш ризикованим. Але в той же час у проекту №4 менше коефіцієнт варіації, чим у проекту №2. Щоб однозначно визначити ризик проектів на підставі розрахованих показників, необхідно розрахувати агрегований показник ризику. Використовуючи розроблену СППР, одержуємо наступні результати:

- проект №1: агрегована оцінка ризику склала 0,38;
- проект №2: агрегована оцінка ризику склала 0,13;
- проект №3: агрегована оцінка ризику склала 0,38;
- проект №4: агрегована оцінка ризику склала 0,13.

Таким чином, з отриманих результатів зрозуміло, що агрегований показник ризику є мінімальним для проектів №2 і №4 і максимальним для проектів №1 і №3. З огляду на розрахунок ризику із застосуванням нечітких множин, можна визначити, що найбільш пріоритетним з погляду мінімізації ризику є проект №4.

Наступним кроком буде формування інвестиційного портфеля на основі отриманих у попередніх етапах агрегованих показників ефективності й ризику.

Розглянемо ситуацію, коли інвестор не може витратити більше 200 тис. г.о. на формування інвестиційного портфеля.

Задача формування інвестиційного портфеля в цьому випадку буде виглядати в такий спосіб:

$$0,06x_1 + 0,35x_2 + 0,19x_3 + 0,4x_4 \rightarrow \max \quad (4.1)$$

$$0,38x_1 + 0,13x_2 + 0,38x_3 + 0,13x_4 \rightarrow \min \quad (4.2)$$

$$50x_1 + 55x_2 + 54x_3 + 49x_4 \leq 200 \quad (4.3)$$

$$x_j = \begin{cases} 0, \\ 1, \end{cases} \quad j=1,2,\dots,N \quad (4.4)$$

Розглянемо ситуацію, коли інвестор вважає, що більше пріоритетним критерієм є максимізація сумарної ефективності, тоді результатом рішення завдання є безліч $X = \{0;1;0;1\}$. Це відповідає вибору проектів №2 і №4. Якщо звернутися до розрахованих на минулих етапах показників, то виявляється, що обрані проекти мали більш низьке, у порівнянні з іншими проектами, значення стандартного відхилення чистої наведеної вартості й коефіцієнт варіації грошових потоків. А також основні показники ефективності в цих проектів були вище, ніж в інших.

Таким чином, розроблена СППР дозволила обчислити основні проектні показники і на підставі отриманих результатів сформувати інвестиційний портфель, що відповідає обраній стратегії (максимізації сумарної ефективності).

ВИСНОВКИ

В результаті виконання роботи було досліджено підходи до управління інвестиційною діяльністю підприємства.

У роботі було розглянуто різноманітні підходи до розробки інвестиційної політики. В ході роботи було визначено основні етапи розробки інвестиційної політики та було сформульовано низку основних задач, що необхідно розв'язати, в рамках розв'язання задачі формування інвестиційної політики. Було зроблено огляд методик, що дозволяють розв'язати задачі кожного етапу розробки інвестиційної політики.

Спираючись на зроблений літературний огляд, було розроблене алгоритмічне забезпечення задачі розробки інвестиційної політики та формування інвестиційного портфеля.

В ході виконання роботи було розроблено інформаційне та програмне забезпечення для розробки інвестиційної політики. Оскільки розв'язувана задача є слабоструктурованою, то було розроблено систему підтримки прийняття рішень. Розроблена СППР дає можливість інвестору розраховувати основні проектні показники, прогнозувати прибуток по проектам. Це дозволить приймати рішення про вибір та реалізацію проектів. Також розроблена система дозволяє оцінити наслідки приймаючих рішень для ефективної інвестиційної діяльності, дає можливість сформувати портфель проектів на базі обраної інвестиційної стратегії.

В рамках цієї роботи запропоновано СППР, яка може бути інтегрована в систему стратегічного управління комерційного підприємства, що дозволить збільшити ефективність інвестиційних рішень, що приймаються.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

Перелік джерел, на які надані посилання в тексті

- 1 Мардарь С., Красностанова Н. Инвестиционная стратегия как часть общей стратегии//http://www.nbuuv.gov.ua/articles/ospu/opu_98_2/5_9.htm, 2.05.2010.
- 2 Попков В.П. Организация и финансирование инвестиций//<http://enbv.narod.ru/text/Econom/popkov/str/11.html>, 03.10.2006.
- 3 Зотин А.Д. Инвестиционная политика как инструмент перехода к устойчивому развитию// <http://www.Ephes.ru>, 01.11.2006.
- 4 Гойхер О.Л. Уровни управления инвестиционной политикой//<http://www.journal.vlsu.ru>, 01.11.2006.
- 5 Воробьева Е.И. Инвестиционная политика предпринимательских структур в переходной экономике// http://invest.cci.zp.ua/article/knp13_7.doc, 05.12.2009.
- 6 Лапыгин Ю. Инвестиционная политика: учебное пособие - М: Кнорус, 2005.
- 7 Игошин Н.В. Инвестиции. Организация управления и финансирование: Учебник для вузов. – М.: Финансы, ЮНИТИ, 1999.
- 8 Акулов В.Б. Финансовый менеджмент. – СПб.: ПетрГУ, 2002.
- 9 Бланк И.А. Инвестиционный менеджмент: учебный курс. – К.: Эльга-Н, Ника-Центр, 2001.
- 10 Шевчук В.Я. Основи інвестиційної діяльності. – К.: Генеза, 1997.
- 11 Подмолодина И.М. Концепция перспективной инвестиционной политики с учетом научного и мирового опыта: теория, методология, практика// http://www.dissers.info/disser_210843.html, 19.05.2007.
- 12 Подшиваленко Г.П., Киселева Н.В. Инвестиционная деятельность. – М.: КноРус, 2005.
- 13 Клейнер Г.Б. Стратегии бизнеса: аналитический справочник. – М.: КОНЭСКО, 1998.
- 14 Орлов А.И. Менеджмент. – М.: Изумруд, 2003.
- 15 Мертенс А. Инвестиционные решения: от сложного к простому//<http://cfin.ru/finanalysis/invest/simple2complex.shtml>, 25.03.2007.

- 16 Попов Е. Анализ эффективности прямых инвестиций
//<http://www.dis.ru/im/article.shtml?id=597>, 14.02.09.
- 17 Ример М., Матиенко Н., Касатор А. Экономическая оценка инвестиций: Учебное пособие //<http://www.ecsocman.edu.ru/db/msg/282543.html>, 10.03.09
- 18 Савчук В.П., Прилипко С.И., Величко Е.Г. Анализ и разработка инвестиционных проектов. – К.: Абсолют-В, Эльга, 1999.
- 19 Царев В.В. Оценка экономической эффективности инвестиций. – СПб.: Питер, 2004.
- 20 Савчук В. П. Оценка эффективности инвестиционных проектов
//<http://www.cfin.ru/finanalysis/savchuk/3.shtml>, 21.11.2009.
- 21 Аньшин В.М. Модели управления портфелем проектов в условиях неопределенности – М.: МАТИ, 2007
- 22 Недосекин А. Финансовый менеджмент в нечетких условиях. – М.: Финансы, ЮНИТИ, 2003.
- 23 Харрисон М. Фундаментальный анализ// http://cfin.ru/investor/fundamental_analysis.shtml, 22.02.2007.
- 24 Ендовицкий Д.А. Инвестиционный анализ в реальном секторе экономики. – М.: Финансы и статистика, 2003.
- 25 Крушвиц Л. Инвестиционные расчеты. – СПб.: Питер, 2001.
- 26 Крушвиц Л., Шеффер Д., Шваке М. Финансирование и инвестиции - Питер, 2001.
- 27 Матвеев А.А., Новиков Д.А., Цветков А.В. Модели и методы управления портфелями проектов - М.:ПМСОФТ, 2005
- 28 Попова А. Оценка риска инвестиционного проекта
//<http://www.ej.kubagro.ru/2006/03/07/>, 17.03.09.
- 29 Кошечкин С. Концепция риска инвестиционного проекта
//<http://www.aup.ru/articles/investment/1.htm>, 10.02.2010.
- 30 Методы прогнозирования //http://www.tqmxx.ru/marketing/analitica/prognoz_metod.html, 15.05.2007.
- 31 Корчагин А.В. Отбор проектов для финансирования: экспертные методы
//http://www.reglament.net/bank/credit/2005/2/statya_1.html, 10.12.2005.

- 32 Тинякова В.И. Методы обработки экспертной информации - Воронеж, 2005.
- 33 Добров Г.М., Ершов Ю.В., Левин Е.И., Смирнов Л.П. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании. Киев: Наукова думка, 1974.
- 34 Евланов Л.Г., Кутузов В.А. Экспертные оценки в управлении. М.: Экономика, 1978.
- 35 Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений. Вербальный анализ решений. – М.: Наука. Физматлит, 1996.
- 36 Горский В.Г., Гриценко А.А., Орлов А.И., Метод согласования кластеризованных ранжировок - М.: Автоматика и телемеханика, 2000.
- 37 Бирюков Е.В., Корнеев М.С. Практическая реализация нечеткой нейронной сети при краткосрочном прогнозировании // http://masters.donntu.edu.ua/2009/kita/chuykov/library/article_5.html, 12.10.2009.
- 38 Короткий С. Нейронные сети: основные положения // <http://www.orc.ru/stasson/neurox.html>, 13.11.2007.
- 39 Короткий С. Нейронные сети: алгоритм обратного распространения // <http://user.hamovniki.net/alchemist/NN/DATA/Korotkij/nn11.html>, 25.10.2007.
- 40 Куссуль В.М., Байдык Т.Н. Разработка архитектуры нейроподобной сети для распознавания формы объектов на изображении // <http://www.ipu.ru/semin/neuro/1-92.htm>, 11.09.2007.
- 41 Гольцев А.Д. Яркая сегментация изображения при помощи нейроподобной сети // <http://allrefs.ru/prosmotr/11536-2220.htm>, 10.05.2006.
- 42 Хинтон Д. Как обучаются нейронные сети.// В мире науки. – 1992. – № 11 – № 12. – С. 103-107.
- 43 Москаленко В.В., Королева Е.В. Формирование проектного портфеля в рамках инвестиционной политики предприятия. Вестник НТУ «ХПИ» №41 – Харьков: НТУ «ХПИ», 2007. – С.133-140.
- 44 Корбут А.А., Финкельштейн Ю.Ю. Дискретное программирование. – М.: Наука, 1969.
- 45 Бочаров А.А. Пример реализации систем поддержки принятия решений в банке // <http://www.olap.ru>, 02.10.2007.

46 Бизунок В.К., Горчинская О.Ю. Системы поддержки принятия решений для банков // <http://www.olap.ru>, 02.10.2007.

47 Горланов А., Маркелов К. Аналитические программные технологии для финансового рынка // <http://www.inec.ru/cgi-bin/inec/view.pl?pageID=1112100513&gid=7>, 12.01.2008.

48 Козлов М. Обзор программных продуктов для расчета инвестиционных проектов// <http://www.cfin.ru/software/invest/kozlov.shtml>, 15.01.2008.

49 Москаленко В.В. Королева Е.В. Информационно-аналитическая система формирования политики предприятия в области прямого инвестирования. Материалы международной научной конференции. – Херсон: ХНТУ, 2008. – С. 31-34.

50 Скляр А.А., Москаленко В.В. Система підтримки прийняття рішень з формування портфеля інвестиційних проектів // Матеріали XVI міжн. науково-практ. конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я», НТУ «ХПІ», Харків, 12-14 травня 2010. – С.24.

51

Охр. труда

Перелік джерел, на які немає посилань у тексті.

1 Ансофф И. Стратегическое управление.—М.: Наука, 1995

2 Фатхутдинов Р.А. Стратегический менеджмент: Учебник для вузов / 2-е изд., доп.—М.: ЗАО «Бизнес-школа «Интел - Синтез»», 1998.

3 Быковский В. Технология финансового менеджмента// http://window.edu.ru/window_catalog/files/r68261/bikovski_h.pdf, 5.04.2010

4 Щукін Б.М. Інвестування, К.: МАУП, 2004

5 Додонов В. Основные подходы к выбору активов и диверсификации инвестиций// <http://www.dis.ru/library/fm/archive/2003/2/714.html>, 20.11.2009

- 6 Клиффорд Ф. Грей, Эрик У. Ларсон. Управление проектами: Практическое руководство/ Пер. с англ. – М.: Дело и Сервис, 2003
- 7 Непомнящий Е.Г. Инвестиционное проектирование – Таганрог: ТРТУ, 2003
- 8 Колтынюк Б.А. Инвестиции. Учебник. - СПб.: Михайлова В.А., 2003
- 9 Царев В.В. Оценка экономической эффективности инвестиций – СПб.: Питер, 2004
- 10 Лаева Т. Сценарный анализ как основа стратегического планирования в организации// <http://www.dis.ru/library/manag/archive/2009/3/4217.html>, 4.04.2010.
- 11 Матс Линдгрэн, Ханс Бандхольд Сценарное планирование. Связь между будущим и стратегией., М: Олимп-Бизнес, 2009.
- 12 Малхотра Н. Маркетинговые исследования. Практическое руководство, 3-е издание.: Пер. с англ. — М.: Уильямс, 2002.
- 13 Лазарев В. Проблемы развития общества: экология, экономика, управление. Выпуск 2. – Ульяновск: УТУ, 2001.
- 14 Беляев И.П. Принцип инвариантности лидерства // <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2009/115.pdf>, 13.11.2009.
- 15 Ларичев О.И., Мечитов А.И. Выявление экспертных знаний. – М.: Наука, 1989.
- 16 Мелкумов Я.С.: Экономическая оценка эффективности инвестиций и финансирование инвестиционных проектов. – М.: ИКЦ “ДИС”, 1997.
- 17 Ендовицкий Д.А. Комплексный анализ и контроль инвестиционной деятельности: методология и практика /Под ред. Проф. Л.Т. Гиляровской. – М.: Финансы и статистика, 2001.
- 18 Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. Пособие для вузов. – 8-е изд. –М.: Высшая шк., 2002.
- 19 Трофимов С. UML диаграммы в Rational Rose // <http://www.caseclub.ru/articles/rose2.html>, 18.03.09.
- 20 Ларман, Крег Применение UML и шаблонов проектирования.: уч.пос.– М.: Издательский дом "Вильямс", 2001.

- 21 Фаулер М., Скотт К. UML в кратком изложении. Применение стандартного языка моделирования. – М.: Мир, 1999.
- 22 Маклаков С.В. BPwin и ERwin : CASE - средства разработки информационных систем. - М.: ДИЛОС-МИФИ, 2000.
- 23 Кренке Д. Теория и практика построения баз данных.– СПб.: Питер, 2005.
- 24 Чекалов А.П. Базы данных: от проектирования до разработки приложений.–СПб.: БХВ – Петербург, 2003.
- 25 Дэйт К.Дж.. Введение в системы баз данных.–М.: Вильямс, 2001.
- 26 Ульман Дж. Основы систем баз данных / Пер. С англ. М. Р. Когаловского, В.В.Когутовского; под ред. М. Р. Когаловского, - М.: Финансы и статистика, 2001.
- 27 Рамбуф, Дж. и др. Объектно-ориентированное программирование и дизайн. –М.:Издательский дом "Вильямс", 1995.

ДОДАТОК А

Положення і практичні рекомендації по розробці заходів інвестиційної політики

Таблица А1 – Положення і практичні рекомендації по розробці мір інвестиційної політики

Основные инвестиционные теории	Параметры воздействия	Практические рекомендации по разработке мер инвестиционной политики
1	2	3
Цикл международного производства товара (Р. Вернон 1966г.)	Промышленные сектора (низко-, средне-, высокотехнологичные), производственные технологии (традиционные, инновационные)	<ol style="list-style-type: none"> 1) систематическое изучение бизнес-деятельности компаний в перспективных секторах и отраслях экономики; 2) проведение мониторинга стадий жизненного цикла ведущих отраслей промышленности и высоких технологий как на глобальном рынке, так и на внутреннем; 3) определение секторов экономики, которые движутся от внешнеторгово-ориентированных моделей к инвестиционно-ориентированным; 4) разработка отдельных положений инвестиционной политики субъектами хозяйственной деятельности различных уровней по результатам мониторинга; 5) отбор иностранных инвесторов в соответствии с положениями инвестиционной политики, которые, расширяя свою деятельность, избегая высоких производственных издержек и располагая передовыми технологиями, ищут новые рынки и новые варианты размещения производств за рубежом.
Монополистическая конкуренция и несовершенство рынка (Хаймер – 1960 г., Киндльбергер – 1969 г.)	ТНК	<ol style="list-style-type: none"> 1) собирать как можно больше информации о компаниях (тщательная оценка ежегодных финансовых отчетов, изучение истории компании и др.); 2) отслеживать международную деятельность рыночных лидеров и их ключевые факторы успеха (корпоративные ресурсы, мотивации, тип технологий и ноу-хау, расходы на НИОКР, типы предпочитаемых инвестиций и др.); 3) изучать ранжирование ведущих мировых ТНК по следующим переменным: вид деятельности, оборот, зарубежные активы, занятость. Мониторингу должны подлежать не менее Топ200 компаний. Целесообразно отдельно изучать информацию по ведущим ТНК из динамично развивающихся экономик и их международную инвестиционную деятельность. 4) определить специфические преимущества компании, определяющие ее готовность к инвестированию и возможным его формам (совместные предприятия, дочерние компании); 5) сопоставить ключевые факторы успеха иностранной компании со стратегией развития России; 6) использовать полученные данные в разработке инвестиционных программ региона и страны.
ПИИ и олигополистическая защита (Никкербоккер – 1973 г., Грэм – 1978 г.)	Национальная инвестиционная политика	<ol style="list-style-type: none"> 1) отбор корпораций из числа соперников тех промышленных лидеров, которые уже проникли на российский рынок, особенно в секторах с олигополистической структурой; 2) принятие инвестиционных решений с учетом возможных негативных реакций со стороны гигантов-олигополистов; 3) анализ целевых компаний, их ключевых факторов успеха, а также изучение секторальной структуры экономик их происхождения.

Закінчення таблиці А1

1	2	3
Теория интернализации (Ругман – 1981 г.)	ТНК, международная конкуренция фирм	<ol style="list-style-type: none"> 1) изучить преимущества ведущих ТНК крупного и среднего размера; 2) включить в российскую ПИИ-стратегию раздел, касающийся специфических ноу-хау ведущих крупных и средних ТНК. 3) акцентировать внимание на ноу-хау и технологиях, предоставляемых средними операторами из выбранных стран, и секторов на основе государственных приоритетов и российского промышленного потенциала, которые должны развиваться в ближайшие 10-15 лет; 4) создать систему по поиску и сбору информации и обучить персонал.
Парадигма «летающих гусей» Акамацу – 30-е годы 20 в., Коджима – 1978 г., Озава – 1990 г.)	Конкурирующие и другие растущие экономики	<ol style="list-style-type: none"> 1) международная экономическая интеграция позволяет переходным экономикам догонять и даже перегонять передовые, при этом государство должно иметь открытую экономику для иностранных инвесторов; 2) при разумной национальной инвестиционной политике фактор прямых иностранных инвестиций может обеспечить ускорение процесса экономического развития; 3) экономическое развитие одной страны, вызванное прямыми иностранными инвестициями, может оказать положительное влияние на другие, соседние страны, особенно если их действия скоординированы. Например, позитивные сдвиги в России могут повысить экономический потенциал стран СНГ. 4) следование данной теории может позволить уменьшить отставание, используя международную экономическую интеграцию. <p>Для этого целесообразно отслеживать макроэкономические показатели, в частности модели внешней торговли со странами-экспортерами технологий, изучать эволюцию промышленной конкурентоспособности стран-конкурентов.</p>
Конкурентное преимущество наций (Портер – 1990 г.)	Критерии промышленной конкурентоспособности, национальная инвестиционная программа	<ol style="list-style-type: none"> 1) стимулировать развитие секторальных кластеров, при этом для каждого из приоритетных секторов, целесообразно тщательное изучение состояния местного спроса и предложения; 2) необходимость сочетания инвестиционной политики с промышленной и налоговой политикой, программой развития малого и среднего бизнеса, мероприятиями по обеспечению занятости; 3) понять важность стратегии и планирования. Рассмотреть воздействие политики правительства на национальное благосостояние; 4) отслеживать промышленную конкурентоспособность и факторы успеха; 5) установить связь между ПИИ-ситуацией и состоянием экономики.
Эклектическая парадигма (Даннинг, Нарула – 1981 г.)	ТНК, конкуренция между странами	<p>Исследовать корпоративные специфические факторы успеха местных компаний, способствующие росту конкурентоспособности.</p> <p>Повысить местные преимущества (L-преимущества) в экономической, политической и правовой сферах.</p>

ДОДАТОК Б

Алгоритм розробки інвестиційної політики

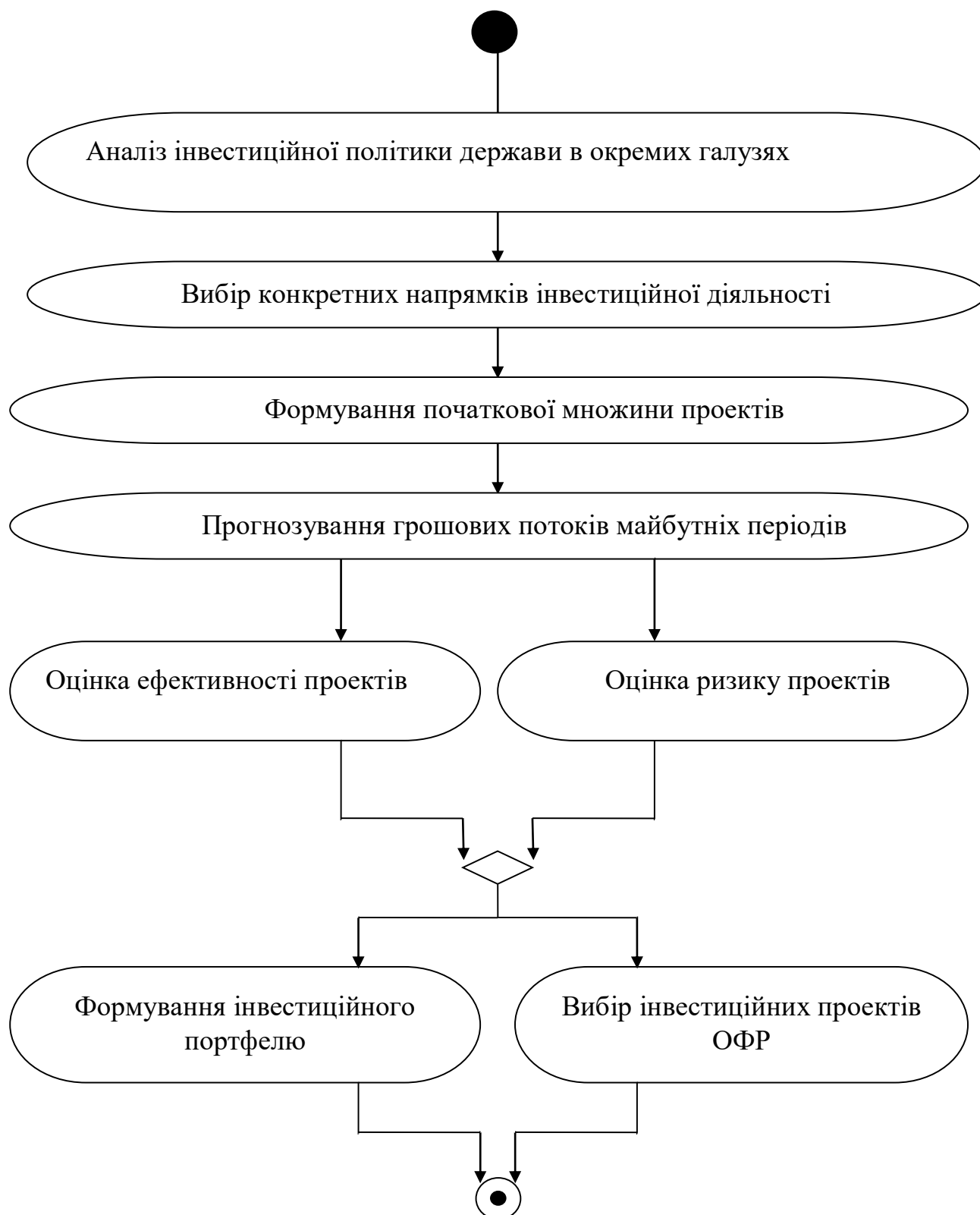


Рисунок Б.1

ДОДАТОК В

Розрахунок інтегрального показника галузі

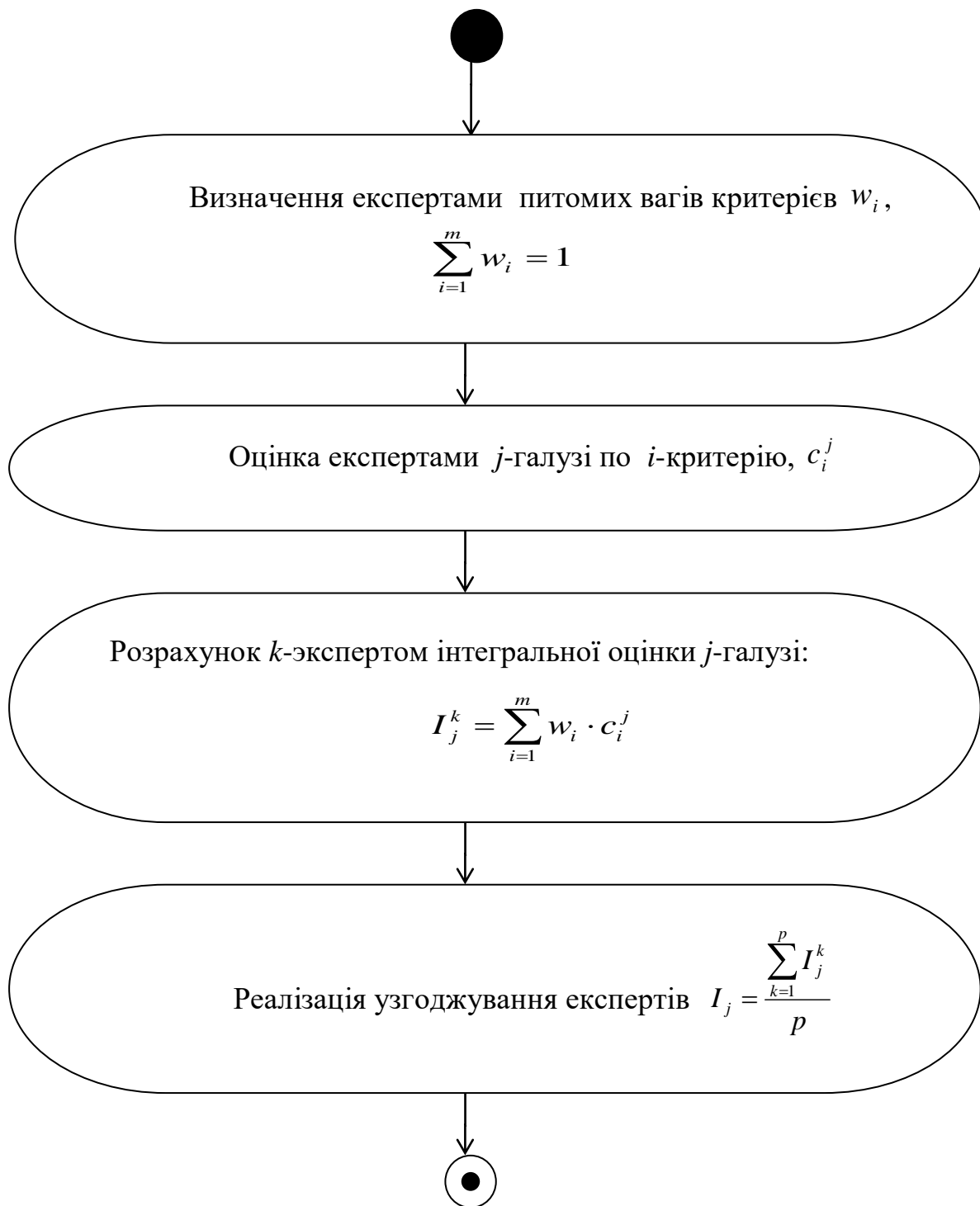


Рисунок В.1

ДОДАТОК Г

Прогнозування грошових потоків на основі нейронної мережі. Тренування нейронної мережі

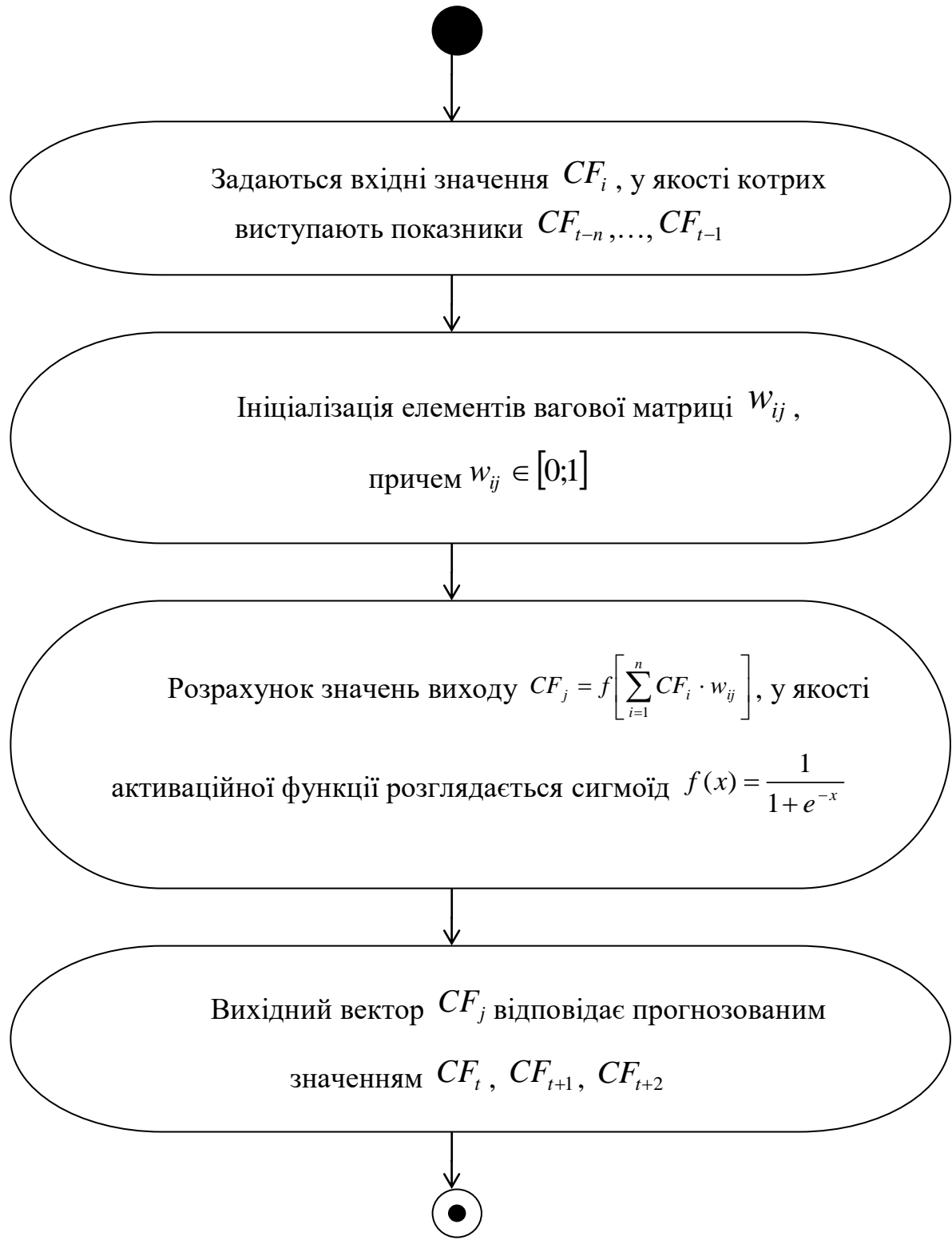


Рисунок Г.1

ДОДАТОК Д
Оцінка ефективності проектів

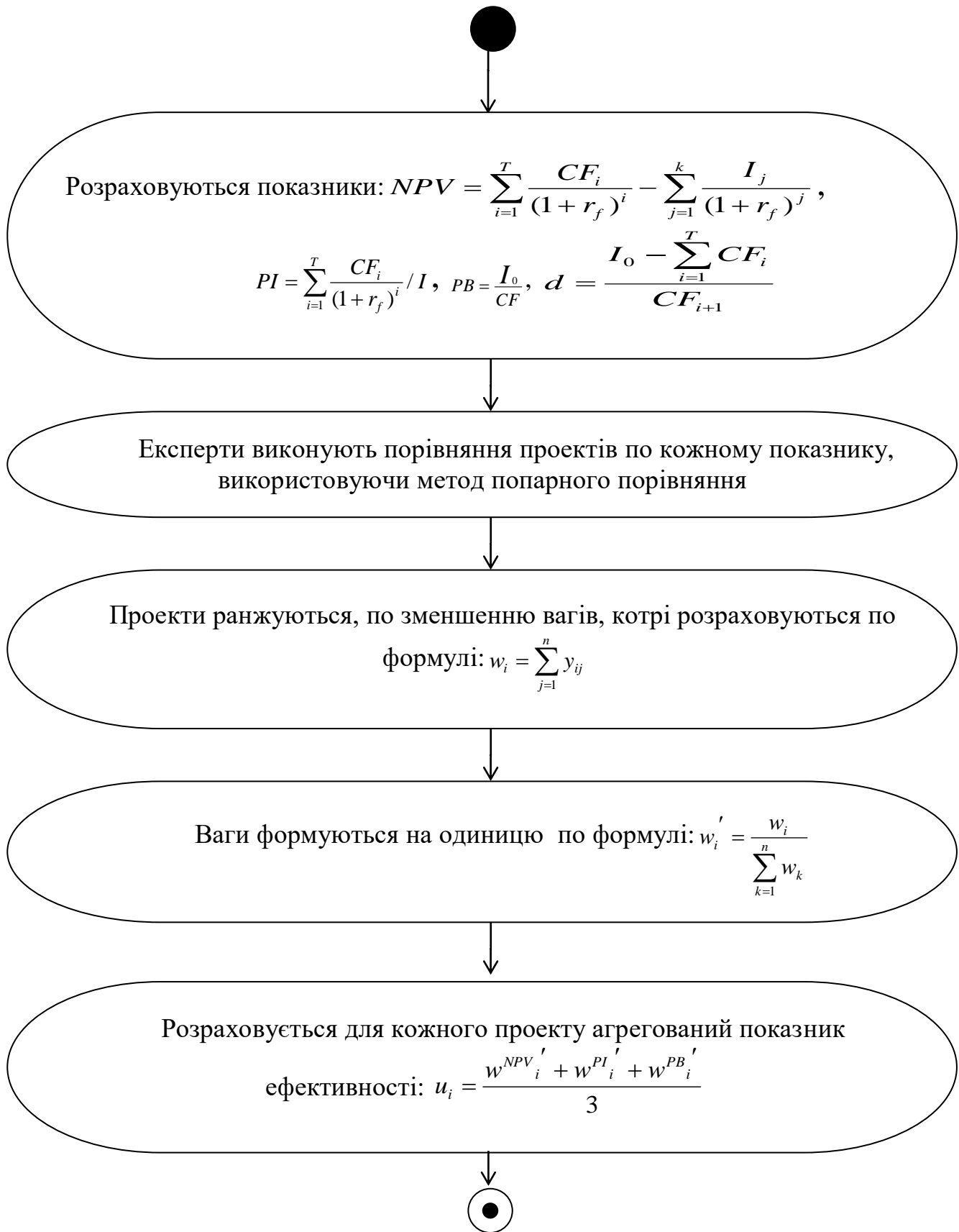


Рисунок Д.1

ДОДАТОК Е

Оцінка ризику із застосуванням нечітких множин

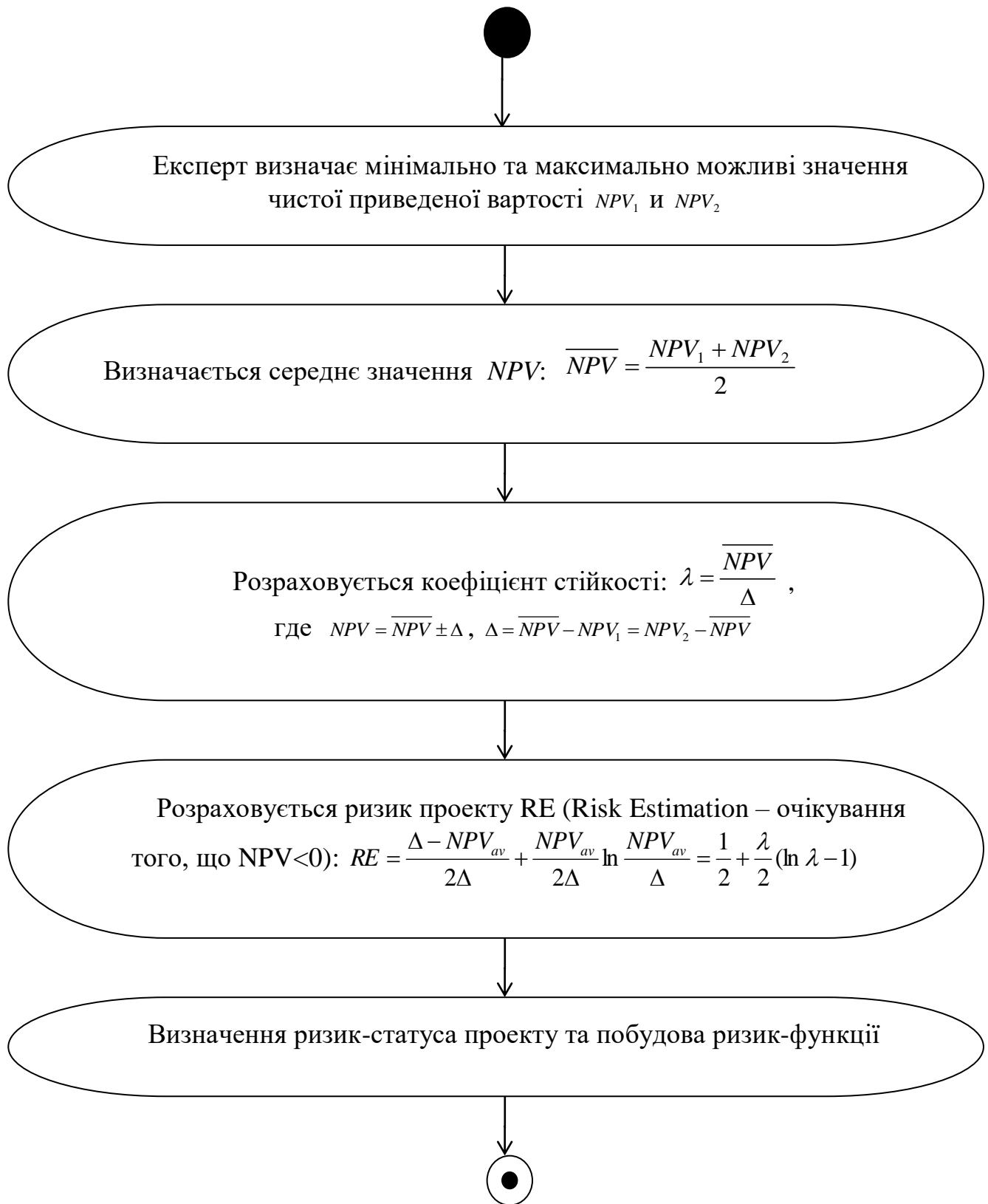


Рисунок Е.1

ДОДАТОК Є

Визначення проектного ризику на основі імовірнісних оцінок



Рисунок Є.1

ДОДАТОК Ж

Формування інвестиційного портфелю

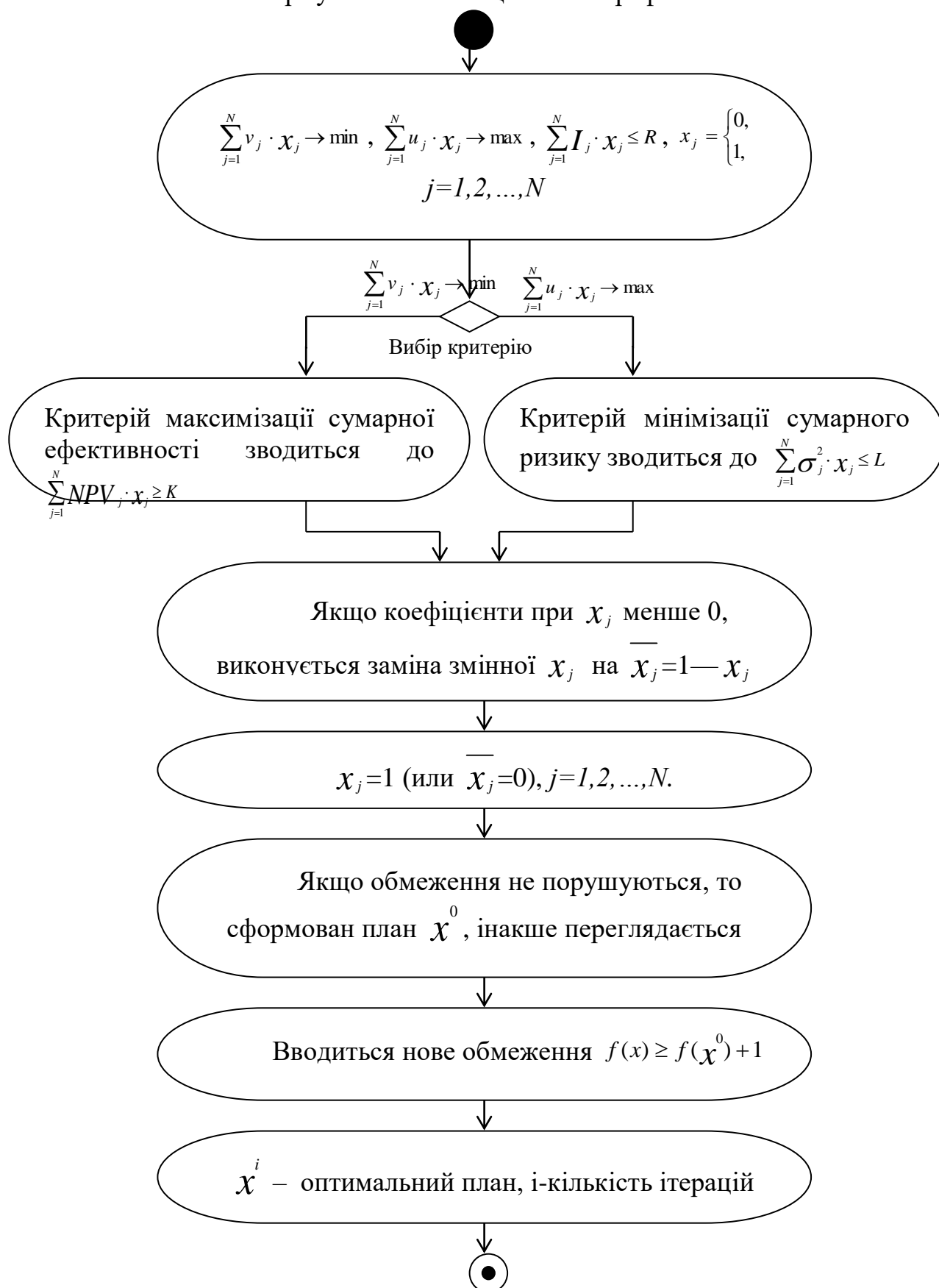


Рисунок Ж.1

ДОДАТОК К

Діаграма варіантів використання

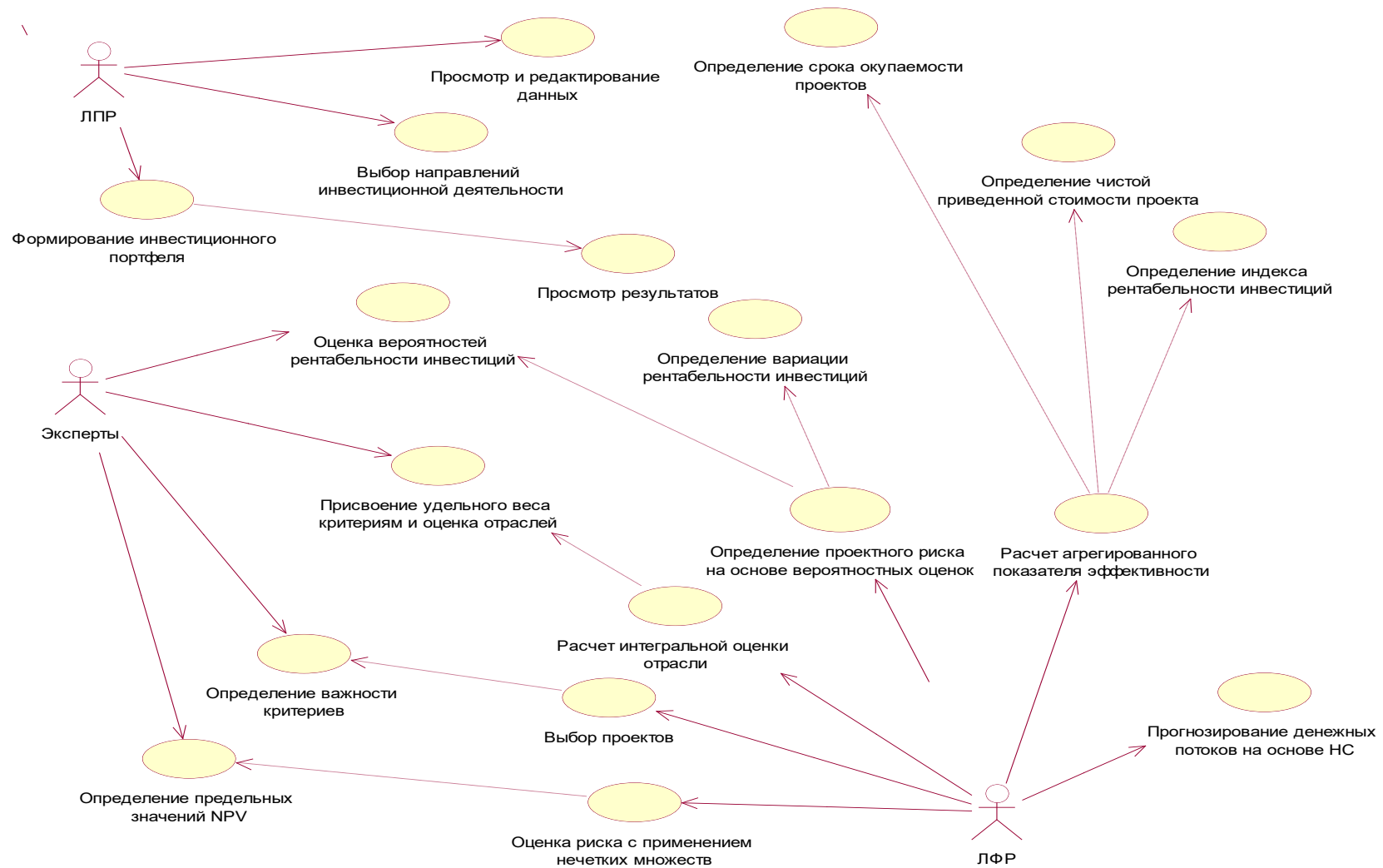


Рисунок К.1

